



Universidade Federal De São Carlos
Centro De Ciências Agrárias
Programa De Pós-Graduação Em Agricultura e
Ambiente



JULIANA CASTILHO

Biologia e manejo cultural das plantas daninhas *Spermacoce densiflora*
DC. e *Spermacoce verticillata* L. (Rubiaceae)

Araras

2020



Universidade Federal De São Carlos
Centro De Ciências Agrárias
Programa De Pós-Graduação Em Agricultura e
Ambiente



JULIANA CASTILHO

**Biologia e manejo cultural das plantas daninhas *Spermacoce densiflora*
DC. e *Spermacoce verticillata* L. (Rubiaceae)**

Defesa apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Agricultura e Ambiente (PPGAA), da Universidade
Federal de São Carlos como requisito para a obtenção do
título de **Mestre em Agricultura e Ambiente**.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Andrea Monquero

Coorientador: Prof. Dr. Victor Augusto Forti

Araras

2020

Castilho, Juliana

Biologia e manejo cultural das plantas daninhas
Spermacoce densiflora DC. e Spermacoce verticillata L.
(Rubiaceae) / Juliana Castilho -- 2020.
81f.

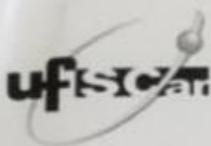
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus Araras, Araras
Orientador (a): Patrícia Andrea Monquero
Banca Examinadora: Patrícia Andrea Monquero, Roberta
Nocelli, Paulo Vinícius da Silva
Bibliografia

1. Plantas daninhas. 2. Plantas de cobertura. 3.
Germinação e emergência. I. Castilho, Juliana. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Juliana Castilho, realizada em 24/04/2020:

Profa. Dra. Patrícia Andrea Monquero
UFSCar

P/

Profa. Dra. Roberta Cornélio Ferreira Nocelli
UFSCar

P/

Prof. Dr. Paulo Vinícius da Silva
UFGD

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Patrícia Andrea Monquero Roberta Cornélio Ferreira Nocelli, Paulo Vinícius da Silva e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ão) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

Profa. Dra. Patrícia Andrea Monquero

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Damiana, por todo amor, incentivo e inspiração.

Ao meu companheiro, Daves, por estar sempre presente sendo minha base fortalecedora nessa caminhada.

Aos meus irmãos, Joel, Ana Lúcia, Cristhiane, Ana Claudía e Décio pelo apoio e torcida pelo meu sucesso.

Aos meus sobrinhos, Alexandre, Dyovan, Enzo, Isabela, Julia, Mateus, Sara e Samara por tornar a caminhada mais alegre e leve.

A orientação da Professora Dra. Patrícia Andrea Monquero, pelo apoio e ensinamentos que foram imprescindíveis na elaboração deste trabalho.

A coorientação do Professor Dr. Victor Augusto Forti, pelo apoio, ensinamentos e sugestões dadas no decorrer de todo trabalho.

Aos Professores e à Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente UFScar- Campus Araras, pelos ensinamentos e suporte.

Ao Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental da Universidade Federal de São Carlos - Campus Araras/SP, pela oportunidade, em especial a Céli, pela amizade, convívio, contribuições e por tornar os dias no Laboratório de Ecotoxicologia e Química Ambiental mais alegres, e a Camila por toda sua gentileza e ajuda.

A Neidiquele Silveira, pelo treinamento, acompanhamento e apoio.

Aos integrantes do Grupo de Estudos em Ciências Agrárias (GECA), por toda ajuda e suporte.

As docentes Dra. Kayna Agostini, Dra. Roberta Nocelli e a Dra. Clíssia Barboza pelas contribuições no exame de qualificação do projeto.

Aos docentes, Dra. Roberta Nocelli e Dr. Paulo da Silvas pelas contribuições na defesa do projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

DEDICATÓRIA

Com amor, à memória da minha avó Cacilda Castilho.

RESUMO

A ocorrência da planta daninha vassourinha de botão (*Spermacoce densiflora* DC. e *Spermacoce verticillata* L.) em áreas agrícolas, com destaque a região conhecida de MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), tem se tornado um problema, visto que a área é considerada uma das maiores produtoras de grãos do Brasil. Observações de campo relaram a deficiência do controle químico destas espécies. Em função disto, o presente trabalho teve como objetivo entender como a biologia das espécies *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*, com variáveis relacionadas à germinação e emergência, poderá contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejo destas plantas daninhas. Neste contexto, foram desenvolvidos quatro experimentos. No primeiro foi estudada a influência da luz e da temperatura na germinação das sementes, em delineamento inteiramente casualizado. Foram estudadas seis temperaturas (15, 20, 25, 30, 35°C e de 20-30°C) e duas condições luminosas (presença e ausência de luz) e fotoperíodo de 12h. Constatou-se que a espécie *S. densiflora* é fotoblástica positiva, pois não houve germinação no escuro constante. Com relação à germinação, de *S. verticillata* constatou-se que a espécie é fotoblástica neutra, no entanto a germinação da espécie é favorecida pela presença de luz. Para ambas espécies, a maior porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação foram obtidos sob temperatura alternada. No segundo experimento avaliou-se o efeito da profundidade de semeadura na emergência das plântulas. Foram estudadas sete profundidades de semeadura (0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0 e 10,0 cm) o período de avaliação foi de 42 dias após a semeadura. A emergência das plântulas, de ambas as espécies, foi máxima quando colocados na superfície do solo. A partir de 0,5 cm de profundidade houve um decréscimo significativo da emergência das plântulas, sendo que a taxa de emergência foi nula na profundidade de 10,0 cm para as duas espécies. No terceiro experimento foram estudados os efeitos de diferentes quantidades de palha (a metade, ao recomendado e ao dobro da recomendação de uso) dispostas na superfície no solo, das plantas de cobertura: *Cajanus cajan* (Feijão Guandu), *Crotalaria juncea* (Crotalária), *Dolichos Lablab* (Lablab), *Pennisetum glaucum* (Milheto) e *Sorghum bicolor* (Sorgo), sobre a emergência das espécies. O quarto experimento avaliou o potencial alelopático dos extratos aquosos das partes aéreas das espécies utilizadas como adubos verdes em diferentes concentrações (20%, 40%, 60% e 100%) sobre a germinação das sementes. Além disso, foi realizado testes com PEG-6000 com o objetivo de determinar a influência do potencial osmótico dos extratos. O uso das plantas de coberturas pode ser uma alternativa no manejo integrado das plantas daninhas vassourinha de botão. Não houve diferença significativa entre

as diferentes quantidades de palhada utilizadas, no entanto o uso da metade da recomendação foi o menos eficaz. O milho e crotalaria apresentam desempenho superior as demais plantas de cobertura. Com relação ao experimento com extratos, com o aumento nas concentrações houve redução da porcentagem e velocidade de germinação para *S. densiflora* e *S. verticillata*, sendo que o potencial osmótico dos extratos aquosos da parte aérea, das plantas de cobertura variou entre -0,37 MPa e -1,24 MPa. Considerando que no experimento com PEG-6000 não ocorreu germinação das sementes das plantas daninhas em potencial osmótico abaixo de -0,8 MPa e que a porcentagem de germinação nos tratamentos a -0,2MPa e -0,4 MPa foram superiores as taxas obtidas no experimento com extratos aquosos das plantas de cobertura, pode-se inferir que, possivelmente, neste intervalo, houve efeito alelopático das plantas de cobertura.

Palavras-chave: Germinação, Emergência, Profundidade de Semeadura, Plantas de Cobertura do Solo, Vassourinha-de-botão.

ABSTRACT

The occurrence of the false buttonweed weed (*Spermacoce densiflora* DC. and *Spermacoce verticillata* L.) in agricultural areas, especially the known MATOPIBA region (Maranhão, Tocantins, Piauí and Bahia), has become a problem, since the area is considered one of the largest grain producers in Brazil. Field observations reported the lack of chemical control of these species. As a result, the present work aimed to understand how the biology of the species *Spermacoce densiflora* and *Spermacoce verticillata*, with variables related to germination and emergence, may contribute to the development of management strategies for these weeds. In this context, four experiments were developed. In the first, the influence of light and temperature on seed germination was studied, in a completely randomized design. Six temperatures (15, 20, 25, 30, 35 ° C and 20-30 ° C) and two light conditions (presence and absence of light) and a 12-hour photoperiod were studied. It was found that the species *S. densiflora* is photoblastic positive, as there was no germination in constant darkness. Regarding germination, *S. verticillata* found that the species is photoblastic neutral, however the germination of the species is favored by the presence of light. For both species, the highest percentage of germination and germination speed index were obtained under alternating temperature. In the second experiment, the effect of sowing depth on seedling emergence was evaluated. Seven sowing depths (0.0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 and 10.0 cm) were studied. The evaluation period was 42 days after sowing. The emergence of seedlings, of both species, was maximum when placed on the soil surface. From 0.5 cm deep, there was a significant decrease in seedling emergence, and the emergence rate was zero at a depth of 10.0 cm for both species. In the third experiment, the effects of different amounts of straw (half, as recommended and twice as recommended for use) on the surface of the cover plants were studied: *Cajanus cajan* (Guandu beans), *Crotalaria juncea* (Crotalaria), *Dolichos lablab* (Lablab), *Pennisetum glaucum* (Millet) and *Sorghum bicolor* (Sorghum), on the emergence of species. The fourth experiment evaluated the allelopathic potential of aqueous extracts from aerial parts of species used as green manure in different concentrations (20%, 40%, 60% and 100%) on seed germination. In addition, tests were performed with PEG-6000 in order to determine the influence of the osmotic potential of the extracts. The use of cover plants can be an alternative in the integrated management of false buttonweed weeds. There was no significant difference between the different amounts of straw used, however the use of half of the recommendation was the least effective. Millet and crotalaria outperform other cover crops. Regarding the experiment with extracts, with the increase in concentrations there was a reduction in the

percentage and speed of germination for *S. densiflora* and *S. verticillata*, and the osmotic potential of the aqueous extracts of the aerial part, of the cover plants varied between -0, 37 MPa and -1.24 MPa. Considering that in the experiment with PEG-6000 there was no germination of weed seeds with an osmotic potential below -0.8 MPa and that the percentage of germination in treatments at -0.2MPa and -0.4 MPa were higher than the rates obtained in the experiment with aqueous extracts of cover plants, it can be inferred that, possibly, in this interval, there was an allelopathic effect of cover plants.

Keywords: Germination, Emergence, Seeding Depth, Ground Cover Plants, False Buttonweed.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- A: Semente de <i>Spermacoce densiflora</i> ; (a) vista dorsal e (b) vista ventral (com sulco longitudinal); B: Semente de <i>Spermacoce verticillata</i> ; (a) vista dorsal (b)vista ventral (sulco transversal amplo coberto por estrofiolo) e (c) fruto. Fonte: Autoria própria.	21
Figura 2 - Germinação de sementes de (A) <i>Spermacoce densiflora</i> e (B) <i>Spermacoce verticillata</i> , originando folhas cotiledonares e hipocótilo a partir da protusão da radícula. Fonte: Autoria própria.	22
Figura 3 - Germinação acumulada (%) de <i>Spermacoce densiflora</i> no período de 30 dias após instalação (DAI) submetidas a diferentes condições de temperatura e regime de luz. Araras, SP, 2018.....	42
Figura 4 – Emergência acumulada das plântulas (%) de <i>Spermacoce densiflora</i> nas diferentes profundidades de semeadura, em função dos dias após a semeadura (DAS). Araras, SP - 2018.	46
Figura 5– Emergência acumulada das plântulas (%) de <i>Spermacoce verticillata</i> nas diferentes profundidades de semeadura, em função dos dias após a semeadura (DAS). Araras – 2018..	47
Figura 6 - Emergência de plântulas de <i>Spermacoce densiflora</i> a partir de sementes posicionadas em diferentes profundidades de semeadura. Araras – 2018.....	48
Figura 7- Emergência de plântulas de <i>Spermacoce verticillata</i> a partir de sementes posicionadas em diferentes profundidades de semeadura. Araras – 2018.....	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Características químicas e físicas da amostra de solo utilizada no experimento, Araras, SP – 2018.....	39
Tabela 2- Germinação (%) de sementes de <i>Spermacoce densiflora</i> aos 30 DAI sob diferentes condições de temperatura e regimes de luz. Araras, SP – 2018.....	40
Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de <i>Spermacoce densiflora</i> , submetidas a diferentes condições de temperatura e regime de luz, aos 30 DAI. Araras -SP ,2018.....	43
Tabela 4 - Germinação (%) de sementes de <i>Spermacoce verticillata</i> aos 30 DAI sob diferentes condições de temperatura e regimes de luz. Araras, SP – 2018.....	44
Tabela 5 – Índice de velocidade de germinação de <i>Spermacoce verticillata</i> , em diferentes condições de temperatura e regime de luz, aos 30 DAI, Araras -SP – 2018.	45
Tabela 6 - Índice de Velocidade de Emergência de <i>Spermacoce densiflora</i> e <i>Spermacoce verticillata</i> a partir de sementes posicionadas em diferentes profundidades de semeadura. Araras – 2018.....	50
Tabela 7– Valores médios de porcentagem de emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de <i>Spermacoce densiflora</i> e <i>Spermacoce verticillata</i> submetidas à diferentes Quantidades de palhada e provenientes de diferentes plantas de cobertura. Araras, SP -2019.....	67
Tabela 8 - Valores médios de porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Spermacoce densiflora</i> e <i>Spermacoce verticillata</i> submetidas à diferentes concentrações de extratos aquosos proveniente de diferentes plantas de cobertura. Araras-SP, 2019.....	69
Tabela 9 – Características físico-químicas dos extratos aquosos das partes aéreas das plantas de cobertura medidos, nas concentrações de 20%, 40%, 60% e 100% e seus respectivos pH.....	71
Tabela 10 - Efeito de soluções de PEG 6000 de osmolaridade similar aos extratos, sobre a germinação (%) de sementes de <i>Spermacoce densiflora</i> e <i>Spermacoce verticillata</i> . Araras-SP, 2019.....	72

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
REFERÊNCIAS.....	13
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
REFERÊNCIAS.....	24
CAPÍTULO 1 – Germinação e emergência das plantas daninhas <i>Spermacoce densiflora</i> DC. e <i>Spermacoce verticillata</i> L sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura.....	31
RESUMO.....	31
INTRODUÇÃO	33
OBJETIVOS	36
MATERIAL E MÉTODOS	36
RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS.....	52
CAPÍTULO 2 - Uso de palhada e potencial alelopáticos de plantas de cobertura na supressão das plantas daninhas <i>Spermacoce densiflora</i> DC. e <i>Spermacoce verticillata</i> L.....	59
RESUMO.....	59
INTRODUÇÃO	61
OBJETIVO.....	63
MATERIAL E MÉTODOS	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS.....	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78

INTRODUÇÃO

O sistema de produção agrícola demanda atenção e cuidado, abrangendo desde o preparo do solo até o manejo após a colheita. Dentro deste contexto, a biologia e o manejo de plantas daninhas são uns dos aspectos mais importantes, uma vez que o amplo conhecimento sobre essas plantas é um fator determinante para auxiliar no seu controle efetivo (MONQUEIRO., 2014; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

Estudos acerca da biologia das plantas daninhas são relevantes por fornecerem a base para o desenvolvimento de técnicas adequadas ao seu manejo (ORZARI et al., 2013). Dentre as práticas empregadas no manejo de plantas daninhas, o uso intensivo de um mesmo herbicida ou de herbicidas com mesmo mecanismo de ação vem selecionando no campo espécies tolerantes e biótipos resistentes de plantas daninhas (CHRISTOFFOLETI et al. 1994).

De acordo com Heap, I (2019), atualmente, no Brasil existem 51 casos de biótipos resistentes a diferentes mecanismos de ação, sendo que, 16 desses apresentam resistência múltipla, como é o caso da planta daninha *Conyza sumatrensis*, que apresenta resistência múltipla a herbicidas em cinco sítios de ação.

Neste contexto, o uso de um único método de controle não representa uma saída adequada à atividade agrícola. A seleção e integração de métodos de controle de plantas daninhas, favoráveis do ponto de vista agrônômico, econômico e ecológico é definido como manejo integrado de plantas daninhas (VOLL et al., 2005).

Um dos fatores limitantes ao manejo adequado de plantas daninhas é a falta de conhecimento da biologia das espécies que se deseja controlar, dentre eles, a biologia da germinação. A germinação das plantas daninhas está associada a características que proporcionam obstáculo ao controle eficiente destas plantas, sendo denominadas de características de agressividade. (BRIGHENTI, VOLL e GAZZIERO, 2003).

O processo de germinação pode ser compreendido como uma sequência de eventos fisiológicos celulares e moleculares, que tem seu início com a embebição da semente e se encerra com a protusão da raiz primária (NONOGAKI, 2006). No entanto, estes eventos tendem a ocorrer em condições ambientais favoráveis que, associadas a características intrínsecas das sementes, contribuem para retomada do desenvolvimento do embrião (MONQUERO e CHRISTOFFOLETI, 2005).

A germinação pode ser regulada por diversos fatores ambientais, como salinidade do solo, pH, disponibilidade de água, de oxigênio, temperatura e luz (WELLER;

FLORENTINE; CHAUHAN, 2019). A temperatura pode agir direta ou indiretamente no processo de germinação, influenciando na absorção de água, na velocidade de diversas reações químicas e na porcentagem e velocidade da germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MAHMOOD et al., 2016).

Além disso, a luz pode promover ou inibir o processo de germinação. As sementes cuja presença de luz promove a germinação são denominadas fotoblásticas positivas e, as que são inibidas são chamadas de fotoblásticas negativas. Há ainda, espécies que não são afetadas pela luz, conhecidas como fotoblásticas neutras (SILVA et al., 2002).

O tipo de manejo e as características do solo, no qual uma semente se desenvolve, também, influenciam o processo de germinação e a emergência da plântula. Dentre as formas empregadas para o preparo do solo no Brasil, o Sistema de Plantio Direto (SPD) surgiu como uma alternativa para minimizar o processo de erosão do solo ocasionado pelo uso de mecanização intensivas, altos índices pluviométricos e ao desmatamento (FEBRAPDP, 2019).

A presença de cobertura vegetal sobre o solo, denominada palha ou palhada pode contribuir para reduzir ou suprimir o desenvolvimento de plantas daninhas em sistemas agrícolas e conseqüentemente minimizar o uso de herbicidas (VINCENT-CABOUD et al., 2019). Essa redução pode ser alcançada por que a biomassa vegetal tende a proporcionar efeitos diretos e indiretos sobre as plantas daninhas, como: barreira física, redução da disponibilidade de luz e ação alelopática, dificultando assim a germinação e a emergência sobre o solo (MARTINS; GONÇALVES E SILVA JUNIOR; SILVA NETO et al., 2019).

Outro fator a ser considerado no solo, no decorrer do processo de estabelecimento de uma planta daninha é, a disposição das sementes em diferentes profundidades do solo, visto que o posicionamento da semente tende a afetar a dinâmica da emergência dessas plantas (ZHANG et al., 2019).

Neste contexto, as espécies *Spermacoce densiflora* DC. e *Spermacoce verticillata* L. têm se tornado um entrave à atividade agrícola. Estas espécies, conhecidas popularmente como vassourinha de botão, pertencem à família Rubiaceae e distribuem-se amplamente pelo Continente Americano (CABRAL et al., 2011). No Brasil, ambas as espécies ocorrem em todos estados (BFG, 2015).

As espécies *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata* L. apresentam algumas similaridades, tais como a presença de folhas pseudoverticiladas com padrões de nervuras semelhantes, mas distinguem-se quanto as características de seus glomérulos e

flores. Em *S. densiflora* os glomérulos apresentam forma hemisférica, variando de 2 a 5 glomérulos por ramos, e suas flores exibem lobos do cálice linear-triangulares. Já em *S. verticillata* os glomérulos são globosos sendo observados de 1 até 3 por ramos, e suas flores apresentam lobos do cálice linear-espatulados (NEPOMUCENO et al., 2018).

Observações de campo têm relatado a ineficiência do controle químico sobre a vassourinha de botão na região conhecida como MATOPIBA (acrônimo formado pelas iniciais dos estados Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), considerada a grande fronteira agrícola nacional da atualidade, responsável por grande parte da produção de grãos e fibras no país (EMBRAPA,2019; FADIN e MONQUEIRO, 2019; MARQUES, 2010; MARTINS,2009; SANTOS, 2016).

Neste contexto, o presente trabalho buscou compreender como o conhecimento sobre a biologia da vassourinha de botão (*Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*), pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejos desta planta daninha.

REFERÊNCIAS

BFG - The Brazil Flora Group. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

BRIGHENTI, A. M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. *Planta Daninha*, v. 21, n. 2, p. 229-237, 2003.

CABRAL, E.L., MIGUEL, L.M., SALAS, R.M. Dos especies nuevas de *Borreria* G. Mey. (Rubiaceae), sinopsis y clave de las especies para Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** 25: 255-276p, 2011.

CARVALHO, N. D., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000.

CARVALHO, W. P., TEIXEIRA, L. G. V., NETO, D. O. A., MOREIRA, J. M. S., DA CUNHA, C. E. Alelopatia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 2, 2016.

CHRISTOFFOLETI, P. J., VICTORIA FILHO, R., SILVA, C. D. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>. Acesso em: 17 de agosto 2019

FADIN, D. A., MONQUERO, P. A. Leaf characterization of *Spermacoce verticillata* at three stages of development. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 5, p. 792, 2019.

FEBRAPDP- Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. Disponível em: <https://febrapdp.org.br/historico>. Acesso em: 17 de agosto de 2019.

HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponível www.weedscience.com. Acesso em: 17 de agosto de 2019.

MAHMOOD, A. H., FLORENTINE, S. K., CHAUHAN, B. S., MCLAREN, D. A., PALMER, G. C., WRIGHT, W. Influence of various environmental factors on seed germination and seedling emergence of a noxious environmental weed: green galenia (*Galenia pubescens*). **Weed Science**, v. 64, n. 3, p. 486-494, 2016.

MARQUES, L. J. P., SILVA, M. R. M., ARAÚJO, M. S., LOPES, G. S., CORRÊA, M. J. P., FREITAS, A. C. R., MUNIZ, F. H. Floristic composition of weeds in the cowpea (*Vigna unguiculata*) culture under the chopped secondary forest system. **Planta Daninha**, v. 28, n. SPE, p. 939-951, 2010.

MARTINS, B. A. B., CABRAL, E. L., SOUZA, V. C., CHRISTOFFOLETI, P. J. A new variety of the weed *Borreria densiflora* DC. (Rubiaceae). **Weed biology and management**, v. 9, n. 4, p. 286-291, 2009.

MONQUERO, P. A. Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas. São Carlos: RIMA, p. 400, 2014.

MONQUERO, P. A., CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 203-209, 2005.

NEPOMUCENO, F. Á. A., SOUZA, E. B. D., NEPOMUCENO, I. V., MIGUEL, L. M., CABRAL, E. L., LOIOLA, M. I. B. O gênero *Borreria* (Spermacoceae, Rubiaceae) no estado do Ceará, Brasil. **Rodriguésia**, v. 69, n. 2, p. 715-731, 2018.

NONOGAKI, H. Seed germination the biochemical and molecular mechanisms. **Breeding Science**, v. 56, n. 2, p. 93-105, 2006.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, p. 59-64, 2011.

- ORZARI, I. et al. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Planta daninha**, v. 31, n. 1, p. 53-61, 2013.
- SANTOS, W. F., SO, P., SILVA, A. G., FERNANDES, M. F., ALL, B. Weed Phytosociological and Floristic Survey in Agricultural Areas of Southwestern Goiás Region. **Planta Daninha**, v. 34, n. 1, p. 65, 2016
- SILVA NETO, H. F., DE PAULI, F. A., JÚNIOR, L. C. T., MARQUES, M. O. Quantificação da palhada de cana-de-açúcar e potencial controle de plantas daninhas. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 10, n. 1, 2019.
- SILVA NETO, H. F., DE PAULI, F. A., JÚNIOR, L. C. T., MARQUES, M. O. Quantificação da palhada de cana-de-açúcar e potencial controle de plantas daninhas. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 10, n. 1, 2019.
- SILVA, L. M. D. M., RODRIGUES, T. D. J. D., AGUIAR, I. B. D. The effect of light and temperature on the germination of *Myracrodruon urundeuva* Allemão. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 691-697, 2002.
- VINCENT-CABOUD, L., CASAGRANDE, M., DAVID, C., RYAN, M. R., SILVA, E. M., PEIGNE, J. Using mulch from cover crops to facilitate organic no-till soybean and maize production. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 39, n. 5, p. 45, 2019.
- VOLL, E., GAZZIERO, D. L. P., BRIGHENTI, A. M., ADEGAS, F. S., GAUDÊNCIO, C. A., VOLL, C. E. A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo. Londrina: Embrapa Soja, (Documentos, 260). 2005.
- WELLER, S.L.; FLORENTINE, S.K.; CHAUHAN, B.S. Influence of selected environmental factors on seed germination and seedling emergence of *Dinebra panicea* var. *brachiata* (Steud.). **Crop protection**, v. 117, p. 121-127, 2019.
- ZHANG, Z., GAO, P. L., DAI, W. M., SONG, X. L., HU, F., QIANG, S. Effect of tillage and burial depth and density of seed on viability and seedling emergence of weedy rice. **Journal of Integrative Agriculture**, v.18, p. 2-11, 2019.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A atual preocupação com a sustentabilidade, equidade e competitividade da agricultura evidencia a necessidade de sistemas agrícolas economicamente viáveis, socialmente aceitáveis e ambientalmente equilibrados, de atualização e capacitação do agricultor e de cultivos comerciais cada vez mais produtivos e eficientes nos diversos elos da cadeia de produção agrícola (FAO/INCRA, 1995; VICENTE, 2004).

Neste contexto, o sistema de produção agrícola demanda atenção e cuidado, abrangendo desde o preparo do solo até o manejo após a colheita, sendo a biologia e manejo de plantas daninhas uns dos aspectos mais importantes, uma vez que, para um controle efetivo destas espécies é preciso um amplo conhecimento da biologia dessas plantas (GOMES JR e CHRISTOFFOLETTI, 2008; MONQUEIRO, 2014; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

De acordo com Orzari et al. (2013), estudos acerca da biologia das plantas daninhas são relevantes, pois fornecem a base para o desenvolvimento de técnicas adequadas ao seu manejo. As plantas daninhas são plantas consideradas pioneiras, isto é, englobam as espécies que ocupam locais onde, por qualquer motivo, perderam sua cobertura natural e o solo tornou-se total ou parcialmente exposto (PITELLI, 1987).

São inúmeros os termos atribuídos na literatura a estas plantas, sendo classificadas como “plantas invasoras”, “ervas daninhas”, “plantas silvestres”, “plantas ruderais”, “mato” ou “inço”, “plantas espontâneas”, todos estes conceitos baseiam-se na sua indesejabilidade em relação às atividades humanas (LORENZI, 1991).

O conceito de planta daninha, entretanto, é algo relativo. Este tipo de vegetação pode apresentar características de interesse agrônomo, como a proteção do solo contra erosão, uma vez que, estas espécies tendem a surgir em solos que por algum motivo tiveram sua cobertura natural removida tornando-se total ou parcialmente exposto (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

Para Oliveira Junior et al. (2011), outro aspecto favorável ocorre quando as plantas daninhas são controladas e após seu manejo, a cobertura proporciona a redução do aquecimento da superfície pela incidência solar, contribuindo para a retenção de umidade no solo, e, ainda, redução da incidência da germinação de novas plantas daninhas, tanto pelo efeito físico quanto pela ação alelopática.

Além disso, várias espécies possuem características apícolas, e outras com propriedades medicinais e alimentícias (BRANDÃO et al., 1985; STEEP e MOERMAN,

2001; KINUPP e LORENZI, 2014). Entretanto, apesar de existirem conhecimentos acerca das inúmeras utilidades destas plantas, outras interferem dessa forma negativa nos sistemas agrícolas.

A presença de plantas daninhas em sistemas agrícolas pode causar danos em diversos aspectos da produção, como redução da produtividade e do valor da terra, perda da qualidade do produto agrícola, disseminação de pragas e doenças, aumento de custos, maior dificuldade no manejo agrícola e toxicidade em animais (AGOSTINETTO et al., 2008; CARVALHO et al., 2014; DEUBER, 1992; KOZLOWSK, 2002).

Além disso, o impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicida no Brasil, considerando apenas o sistema de produção de soja, é estimado em R\$ 4.918.820.000,00 ao ano, sendo que ao acrescentar as perdas da cultura, em função da competição, com a população resistente, o custo total pode atingir R\$ 9 bilhões anualmente (ADEGAS et al., 2017).

As plantas daninhas são agressivas e diversas são as características que expressam essa agressividade, tornando-se um entrave ao seu controle eficaz. Dentre as características mais relevantes incluem: a capacidade de competição por recursos, a elevada capacidade de produção de propágulos, a capacidade de germinar e emergir a partir de grandes profundidades no perfil do solo, a viabilidade dos propágulos em condições desfavoráveis, mecanismos alternativos de reprodução, facilidade de dispersar os propágulos, crescimento e desenvolvimento inicial eficazes e a desuniformidade do processo germinativo (BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011).

A germinação das sementes pode ser compreendida como uma sequência de eventos fisiológicos celulares e moleculares, que tem seu início com a embebição da semente e se encerra com a protusão da raiz primária (NONOGAKI, 2006). Estes eventos tendem a ocorrer em condições ambientais favoráveis, que associadas a características intrínsecas das sementes contribuem para retomada do desenvolvimento do embrião (MONQUERO e CHRISTOFFOLETI, 2005).

Dentre os fatores ambientais a luz e a temperatura apresentam papel fundamental na germinação (TAIZ e ZEIGER, 2017), sendo que, os efeitos da luz e da temperatura nas sementes são distintas entre diferentes espécies e populações (BEWLEY e BLACK, 2012; MONDO et al., 2010; SOUZA FILHO et al., 2001; VIVIAN et al., 2008).

Informações limitadas sobre a biologia de plantas daninhas dificultam seu controle em sistemas agrícolas (ASADUZZAMAN; KOETZ; RAHMAN, 2019). Por

essa razão, muitos trabalhos têm destacado aspectos da biologia de diversas plantas daninhas. Noor-Ziarat et al. (2019) avaliaram aspectos da germinação de sementes e emergência de plântulas de *Cucumis melo* var. *agrestis* Naudin, considerando a determinação das temperaturas cardiais da espécie, o efeito de diferentes profundidades de sementeira na emergência das plântulas e a ação do controle químico.

Iqbal et al. (2019), trabalhando com a planta daninha *Sesbania cannabina* (Retz.) Pers., avaliaram a influência de vários fatores ambientais, como luz, temperatura, sal, estresse osmótico e de pH e profundidade da sementeira na germinação de sementes e emergência de plântulas de dois biótipos australianos dessa espécie.

Önen et al. (2018) ao relatarem não haver informações acerca da biologia da planta daninha *Sicyos angulatus* L., espécie altamente invasiva, estudaram a influência de diferentes fotoperíodos, temperaturas, níveis variáveis de pH, salinidade, potencial osmótico e a emergência de plântulas em diferentes profundidades de sementeira.

Segundo esses autores, o estudo da biologia das plantas daninhas é fundamental para seu controle, uma vez que as informações obtidas contribuirão para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais efetivo.

As plantas daninhas encontram-se em vantagem em relação às cultivadas, considerando suas características de agressividade, sendo que, a interferência negativa imposta pela presença de plantas daninhas se dá pela competição e alelopatia, quando a mesma ocorre de forma direta (PITELLI, 1987). Estas plantas competem por recursos do meio com as plantas cultivadas, sobretudo por água, luz e nutrientes, podendo liberar substâncias alelopáticas, que interferem no desenvolvimento da planta (DALAZEN et al., 2016). É importante destacar que essa interferência deve ser compreendida como um processo recíproco, ou seja, a cultura de interesse também pode apresentar potencial de restringir o desenvolvimento das espécies daninhas (KUYA et al., 2000).

Dentre as práticas empregadas na agricultura, os herbicidas utilizados no controle das plantas daninhas têm contribuído para uma evolução mais acelerada destas plantas, tornando-as, em alguns casos, em plantas resistentes a estes produtos (CHRISTOFFOLETI et al., 1994). O uso inadequado de herbicidas pode acarretar danos ambientais, representado pela potencialidade de contaminação de lençóis freáticos e solos, além de oferecerem riscos à saúde humana, pela intoxicação com estes produtos (OLIVEIRA-SILVA et al., 2001; VEIGA et al., 2006).

Neste contexto, a atualização de um único método de controle não representa uma saída adequada à atividade agrícola. A seleção e integração de métodos de controle de

plantas daninhas, favoráveis do ponto de vista agrônomo, econômico e ecológico é definido como manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) (VOLL et al., 2005). O manejo integrado preza o uso combinado de diferentes práticas e meios, tendo por finalidade aproveitar os recursos disponíveis, obter maior eficácia, reduzir os custos, elevar a segurança para homens e animais e suprimir a contaminação ou alteração do meio.

Dentre as práticas que podem ser empregadas no MIPD tem-se o Sistema de Plantio Direto (SPD), caracterizado por técnicas de plantio sem a movimentação do solo, promovendo a manutenção e recuperação do seu potencial produtivo. A camada de palha no solo, proveniente da dessecação de plantas de cobertura é fundamental para o sucesso do SPD (ALVARENGA et al., 2001).

O uso de plantas de cobertura é uma opção ao controle químico, uma vez que estas plantas tendem a proporcionar a supressão das espécies de plantas daninhas. Este processo pode ocorrer em dois estádios distintos das plantas de cobertura; durante o desenvolvimento vegetativo ou após a sua dessecação. A competição por luz, água, oxigênio e nutrientes, e a alelopatia, promovida pela coexistência das plantas de cobertura e das espécies daninhas, podem ser responsáveis pelos efeitos supressivos (BORGES et al., 2014; SILVA et al., 2009; VIDAL e TREZZI, 2004).

A presença de palhada na superfície do solo exerce efeitos químicos, quando há liberação de metabólicos secundários, ou efeitos físicos, promovendo variações térmicas e hídricas do solo, além de intervir na incidência de luz pela palhada, o que tende afeta processos importantes durante o estabelecimento da plântula devido a dormência das sementes (FAVERO et al., 2001; MARTINS et al., 1999).

As plantas de cobertura propiciam proteção ao solo, visto que criam um ambiente altamente favorável às condições químicas, físicas e biológicas, tornando disponíveis nutrientes às plantas, contribuindo com o aumento da produtividade (BRAZ et al., 2016; DONEDA et al., 2012; FERNANDES LIMA et al., 2014; HERKLER et al., 1998; MESCHEDE, 2007; PACHECO et al., 2011; PERIN et al., 2004).

Um dos grandes limitantes no manejo adequado de plantas daninhas é a falta de conhecimento das espécies que se deseja controlar. Apesar de *Spermacoce densiflora* DC., e *Spermacoce verticillata* L. apresentarem ampla distribuição no território brasileiro (BFG, 2018), essas plantas daninhas estão tornando-se recorrentes em áreas cultivadas, na região conhecida como MATOPIBA (Mato Grosso, Tocantins, Piauí e Bahia).

Essa região apresenta clima tropical, oscilando de quente úmido a quente e seco, sendo dividida em seis unidades climáticas (MIRANDA, 2019; SILVA e MENEGHELLO, 2016). Além disso, a região é grande produtora de grãos como soja, milho, sorgo e algodão, sendo a soja a principal, uma vez que corresponde à cultura de maior valor agregado para o agronegócio da região (BORGHI et al., 2014).

As espécies *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata* pertencem a família Rubiaceae, a quarta maior família em número de espécies dentre as fanerógamas (DELPRETE, 1999). No mundo são registrados 620 gêneros e 13.526 espécies (GOVAERTS, 2011). No Brasil, a família apresenta 122 gêneros e 1.375 espécies. Essa família aparece entre as principais, com representatividade em todos os biomas, sendo a terceira família mais abundante em termos de espécies da Amazônia e a quinta da Caatinga.

Esta expressividade está associada a amplas formas de vida apresentadas pelas plantas dessa família, que variam de pequenas ervas até árvores de grande porte (ZAPPI et al., 2015). Tratando-se de plantas daninhas, a Rubiaceae está entre as principais famílias presentes no Brasil (MONQUEIRO, 2014).

O gênero *Spermacoce* (Rubiaceae: Tribo Spermacoceae) tem composição estimada entre 250 a 300 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (GROENINCKX et al., 2009).

Os gêneros *Spermacoce* L. e *Borreria* GFW Mey são os maiores da Tribo Spermacoceae, contando com 18 gêneros circunscritos, sendo 12 representados no Brasil. Com base na morfologia de seus frutos estes são considerados distintos por muitos autores, a maioria, entretanto, optam por combinar os dois táxons sob o nome genérico de *Spermacoce* (DELPRETE, 2005). Isto ocorre porque há uma dificuldade em reconhecer certos gêneros tendo quase que exclusivamente as características dos frutos sendo consideradas como base. Delprete et al. (2005) apresentaram os principais conflitos entre os autores e, juntamente com outros consideram *Borreria* como sinônimo de *Spermacoce*.

De Vré (2000), após uma visão geral do pólen da Tribo Spermacoceae concluiu que não há evidências palinológicas para manter os gêneros *Borreria* e *Spermacoce* separados. O autor mostrou que o pólen de ambos os gêneros é altamente variável. Terrell e Wunderlin (2002) estudaram a morfologia das sementes e concluíram que *Borreria* e *Spermacoce* não são suficientemente distintos para garantir a separação taxonômica.

Além disso, Desseim (2005) e Desseim et al. (2006) apresentaram trabalhos em filogenia molecular em que espécies com frutos tradicionalmente atribuídos à *Borreria* e *Spermacoce* são intercalados dentro do mesmo clado. Para constar, no presente projeto estes gêneros serão considerados como sinônimos.

As sementes da planta daninha vassourinha-de-botão (*Spermacoce densiflora* DC. e *Spermacoce verticillata* L.) são pequenas (1,0 a 4,0 mm) (FIGURA 1). São classificadas como sementes ortodoxas, ou seja, tolerantes à dessecação. A dessecação consiste em acentuada desidratação durante a fase final da maturação das sementes, alcançando entre 5 e 10% de teor de água em relação a massa de matéria fresca (KERBAUY, 2004). Essa dessecação não causa danos ao metabolismo das sementes ortodoxas, mas, posteriormente, perdem a tolerância à dessecação, nas fases iniciais da germinação (KERMODE, 1997; GUIMARÃES et al., 2011).

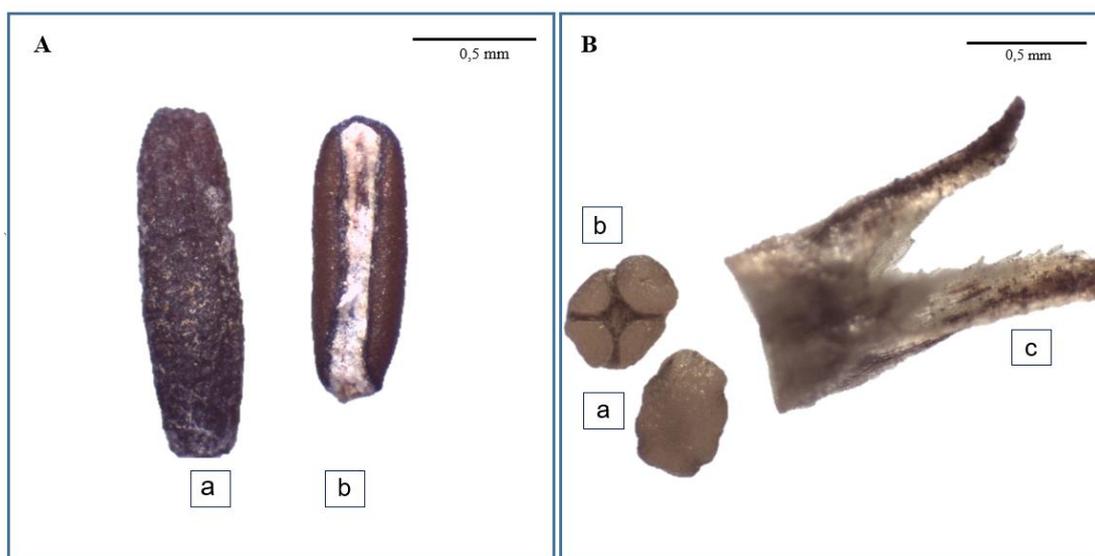


Figura 1- A: Semente de *Spermacoce densiflora*; (a) vista dorsal e (b) vista ventral (com sulco longitudinal); B: Semente de *Spermacoce verticillata*; (a) vista dorsal (b) vista ventral (sulco transversal amplo coberto por estrofiolo) e (c) fruto. Fonte: Autoria própria.

As sementes de *S. densiflora* apresentam as seguintes características: 2–4 mm de comprimento, obovada em seção longitudinal e elíptica em seção transversal, sulco transversal ausente, sulco longitudinal amplo. Já as sementes de *S. verticillata* têm de 1–1,5 mm de comprimento, oblongas a elipsoides, exotesta foveolada, sulco transversal ausente, sulco longitudinal amplo coberto por estrofiolo (NEPOMUCENO et al., 2018).

As plântulas de ambas espécies se desenvolvem a partir do rompimento do tegumento e protusão da raiz primária, esse fenômeno ocorre para as espécies de sementes em geral (FIGURA 2).

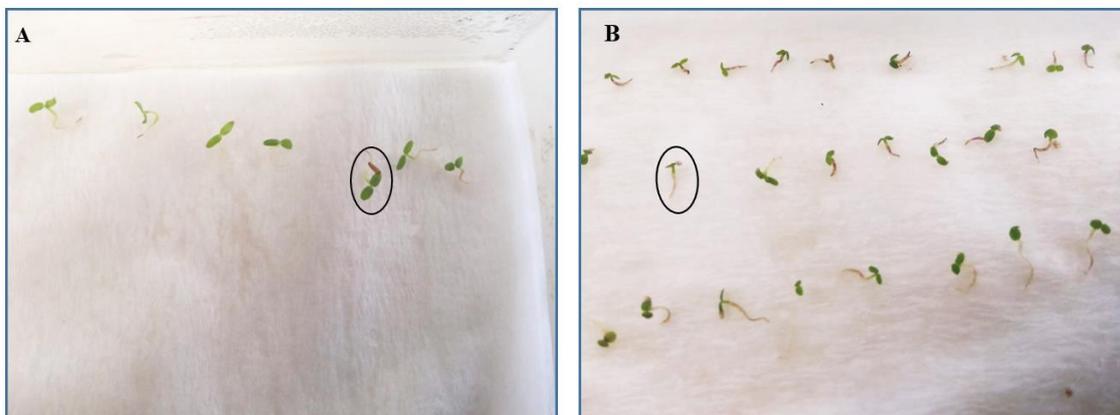


Figura 2 - Germinação de sementes de (A) *Spermacoce densiflora* e (B) *Spermacoce verticillata*, originando folhas cotiledonares e hipocótilo a partir da protusão da radícula. Fonte: Autoria própria.

De acordo com Nepomuceno et al. (2018), após o desenvolvimento das plântulas de *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*, as plantas assumem estrutura de subarbustivas, de habitat terrestre. A *S. densiflora* pode apresentar-se com altura variando entre 10-100 cm, flores com lobos do cálice estreito-triangulares, cápsulas de até 4 mm de comprimento, pilosas no terço superior, com glomérulos hemisféricos, variando entre 2 e 5 por ramos. A espécie *S. verticillata* pode apresentar altura oscilando entre 30-100 cm, com flores com lobos do cálice linear-espátulados, cápsulas de até 2,5 mm comprimento e glabras. Exibe de 1 a 3 glomérulos por ramos. Ambas as espécies apresentam folhas pseudoverticiladas.

Observações de campo têm relatado a ineficiência de controle químico sobre estas plantas daninhas (MASCARENHAS, 2000; MACEDO, 2003; MARTINS, 2009; MARQUES, 2010; SANTOS, 2016, FADIN e MONQUEIRO, 2019), justificando estudos de biologia e métodos de controle alternativos.

Todas estas informações corroboram com a importância de se conhecer a biologia das espécies que compõe o gênero *Spermacoce*. A partir deste conhecimento pode vir a ser propostos manejos adequados para o controle das plantas daninhas pertencentes a este gênero.

Objetivos gerais

Compreender como a biologia das espécies *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*, com variáveis relacionadas à germinação e emergência, podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejo destas plantas daninhas.

Objetivos específicos

Compreender a influência da luz e da temperatura na germinação das espécies *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*.

Compreender o efeito da profundidade de semeadura na emergência das espécies *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*.

Compreender os efeitos de diferentes quantidades palha, dispostas na superfície no solo, dos adubos verdes *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab*, *Pennisetum glaucum* e *Sorghum bicolor*, sobre a emergência das espécies *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*.

Avaliar o potencial alelopático dos extratos aquosos das partes aéreas das espécies *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab*, *Pennisetum glaucum* e *Sorghum bicolor* e sobre a germinação das sementes de *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*.

REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F. S., GAZZIERO, D. L. P., VARGAS, L., KARAM, D., DA SILVA, A. F., AGOSTINETTO, D. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 11 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 132).
- AGOSTINETTO, D., RIGOLI, R. P., SCHAEGLER, C. E., TIRONI, S. P., SANTOS, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta daninha**, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- ALVARENGA, R. C., CABEZAS, W. A. L., CRUZ, J. C., SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.
- ASADUZZAMAN, M., KOETZ, E., RAHMAN, A. Factors affecting seed germination and emergence of button grass (*Dactyloctenium radulans*) (R. Br.) P. Beauv. **Weed Biology and Management**, 2019.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. New York: London Plenu Press, 445 p, 2012.
- BFG - The Brazil Flora Group - Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v.66, p.1085-1113, 2015.
- BORGES, W. L. B., FREITAS, R. S., MATEUS, G. P., SÁ, M. E., ALVES, M. C. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta daninha**, p. 755-763, 2014.
- BORGHI, E., BORTOLON, L., AVANZI, J. C., BORTOLON, E. S. O., UMMUS, M. E., GONTIJO NETO, M. M., DA COSTA, R. V. Desafios das novas fronteiras agrícolas de produção de milho e sorgo no Brasil: desafios da região do MATOPIBA. **Embrapa Pesca e Aquicultura-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014.
- BRANDÃO, M., LACA-BUENDIA, J.P., GAVILANES, M.L., ZURLO, M.A., CUNHA, L.H. S. CARDOSO, C. Novos enfoques para plantas consideradas daninhas. Informe Agropecuário 11:3-12, 1985.
- BRAZ, G. B., OLIVEIRA JR, R. S., CROW, W. T., CHASE, C. A. Susceptibility of different accessions of *Crotalaria juncea* to *Belonolaimus longicaudatus*. **Nematropica**, v. 46, n. 1, p. 31-37, 2016.
- BRIGHENTI, A. M., DE OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011.

CARVALHO, A. Q. D., CARVALHO, N. M., VIEIRA, G. P., SANTOS, A. C. D., FRANCO, G. L., POTT, A., LEMOS, R. A. Intoxicação espontânea por *Senna obtusifolia* em bovinos no Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 147-152, 2014.

CHRISTOFFOLETI, P. J., VICTORIA FILHO, R., SILVA, C. D. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.

DALAZEN, G., CURIOLETTI, L. E., CAGLIARI, D., STACKE, R. F., GUEDES, J. V. C. Hairy Fleabane as a Source of Major Insect Pests of Soybean. **Planta Daninha**, v. 34, n. 3, p. 403-409, 2016.

DE VRÉ, P. Pollenmorphologische studie van de Spermaceae (Rubiaceae - Rubiaceae). Undergraduate Thesis. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium. 135p, 2000.

DELPRETE, P. G., SMITH, L. B. Rubiáceas. Tocoyena (com observações ecológicas por Klein, R.; Reis, A. Iza, O.). **Flora ilustrada catarinense. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí**, p. 345-843, 2005.

DELPRETE, P.G. The status of monographic and floristic studies of Neotropical Rubiaceae, with emphasis on the Flora of The Guianas. **Flora of The Guianas Newsletter**, v.12, p.11-13, 1999.

DESSEIN, S. Pollen of African Spermaceae species (Rubiaceae) Morphology and evolutionary aspects. **Grana**, v. 41, n. 2, p. 69-89, 2003

DESSEIN, S., ANDERSSON, L., GEUTEN, K., SMETS, E., ROBBRECHT, E. Gomphocalyx and Phylodryx (Rubiaceae): sister taxa excluded from *Spermaceae* featuring a remarkable case of convergent evolution. **Taxon**, v. 54, n. 1, p. 91-107, 2005.

DESSEIN, S.; HARWOOD, R.; GROENINCKX, I. ROBBRECHT, E. Diversity among Australian Spermaceae species. Third International Rubiaceae Conference - Programme Abstracts. Scripta Botanica Belgica v.40, n.30.2006.

DEUBER, R. Ciência das plantas daninhas 1: Fundamentos. Legis Luma Ltda, Jaboticabal. **438p**, 1992.

DONEDA, A., AITA, C., GIACOMINI, S. J., CARVALHO MIOLA, E. C., GIACOMINI, D. A., SCHIRMANN, J., GONZATTO, R. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 6, 2012.

FADIN, D. A., MONQUERO, P. A. Leaf characterization of *Spermaceae verticillata* at three stages of development. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 5, p. 792, 2019.

FAO/INCRA. **Diretrizes de Política Agrária e Desenvolvimento Sustentável**. Resumo do Relatório Final do Projeto UTF/BRA/036. Carlos Guanziroli (coord.). Segunda versão. março/1995.

FAVERO, C., JUCKSCH, I., ALVARENGA, R. C., DA COSTA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001.

FERNANDES LIMA, S., Timossi, P. C., PAULO ALMEIDA, D., RAMOS DA SILVA. Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de cobertura. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, 2014.

GOMES Jr, F. G., e CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.

GOVAERTS, R.; FRODIN, D.G.; RUHSAM, M.; BRIDSON, D.M. DAVIS, A.P. World checklist bibliography of Rubiaceae. The Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew, 2011.

GROENINCKS, I.; DE BLOCK, P.; RAKOTNASOLO, F.; SMETS, E. DESSEIN, S. Rediscovery of Malagasy *Lathraeocarpa* allows determination of its taxonomic position within Rubiaceae. *Taxon* 58: 209-226p, 2009.

GUIMARÃES, C. C., FARIA, J. M. R., OLIVEIRA, J. M., SILVA, E. A. A. D. Avaliação da perda da tolerância à dessecação e da quantidade de DNA nuclear em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert durante e após a germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, p. 207-215, 2011.

HECKLER, I.C.; HERNANI, i.c., PITO L, C. Palha. In: SALTON, I.C.; HERNANI, i.c.. FONTES, C.Z. (Org.). Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p.37- 49.

IQBAL, N., MANALIL, S., CHAUHAN, B. S., ADKINS, S. W. Germination Biology of *Sesbania* (*Sesbania cannabina*): An Emerging Weed in the Australian Cotton Agro-environment. **Weed Science**, v. 67, n. 1, p. 68-76, 2019.

KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

KERMODE, A.R. Approaches to elucidate the basis of desiccation-tolerance in seeds. **Seed Science Research**, v.7, p.75-95, 1997.

KINUPP, V. F; LORENZI, H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2014.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

KUVA, M. A., PITELLI, R. A., CHRISTOFFOLETI, P. J., ALVES, P. L. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: I-Tiririca. **Planta Daninha**, p. 241-251, 2000.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Nova Odessa: Editora Plantarum 440p, 1991.

MACEDO, J. F., BRANDÃO, M., LARA, J. F. R. Plantas daninhas na pós-colheita de milho nas várzeas do rio São Francisco, em Minas Gerais. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 239-248, 2003.

MARQUES, L. J. P., SILVA, M. R. M., ARAÚJO, M. S., LOPES, G. S., CORRÊA, M. J. P., FREITAS, A. C. R., MUNIZ, F. H. Floristic composition of weeds in the cowpea (*Vigna unguiculata*) culture under the chopped secondary forest system. **Planta Daninha**, v. 28, n. SPE, p. 939-951, 2010.

MARTINS, B. A. B., CABRAL, E. L., SOUZA, V. C., CHRISTOFFOLETI, P. J. A new variety of the weed *Borreria densiflora* DC. (Rubiaceae). **Weed biology and management**, v. 9, n. 4, p. 286-291, 2009.

MARTINS, D., VELINI, E. D., MARTINS, C. C., SOUZA, L. S. D. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, p. 151-161, 1999.

MASCARENHAS, R. E., JUNIOR, M., DUTRA, S., SOUZA FILHO, A. D. S., TEIXEIRA NETO, J. F. Plantas daninhas de uma pastagem cultivada de baixa produtividade no nordeste paraense. **Embrapa Amazônia Oriental- Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2000.

MESCHEDE, D. K. Evaluation of weed suppression using different crop covers under Brazilian cerrado soil conditions. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 465-471, 2007.

MIRANDA, Evaristo Eduardo. Matopiba: caracterização, agendas e agência. Disponível em file:///C:/Users/adm/Downloads/150317_MATOPIBA_WEBSITE.pdf. Acesso em: 20/08/2019.

MONDO, V. H. V., CARVALHO, S. J. P. D., DIAS, A. C. R., MARCOS FILHO, J. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010.

MONQUERO, P. A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: RIMA, p. 400, 2014.

MONQUERO, P. A., CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 203-209, 2005.

NEPOMUCENO, F. Á. A., SOUZA, E. B. D., NEPOMUCENO, I. V., MIGUEL, L. M., CABRAL, E. L., LOIOLA, M. I. B. O gênero *Borreria* (Spermacoceae, Rubiaceae) no estado do Ceará, Brasil. **Rodriguésia**, v. 69, n. 2, p. 715-731, 2018.

NONOGAKI, H. Seed Germination — The Biochemical and Molecular Mechanisms. v. 105, p. 93–105, 2006.

NOOR-ZIARAT, R., REZVANI, M., BAGHERANI, N., GRICHAR, W. J. Studies on Seed biology, Distribution, and Chemical Control of Smellmelon (*Cucumis melo* var. *agrestis* Naudin): An Invasive Weed. **Weed Technology**, v. 33, n. 1, p. 202-209, 2019.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, p. 59-64, 2011.

OLIVEIRA-SILVA, J. J., ALVES, S. R., MEYER, A., PEREZ, F., SARCINELLI, P. D. N., DA MATTOS, R. D. C. O., MOREIRA, J. C. Influência de fatores socioeconômicos na contaminação por agrotóxicos, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 35, n. 2, p. 130-135, 2001.

ÖNEN, H., FAROOQ, S., TAD, S., ÖZASLAN, C., GUNAL, H., CHAUHAN, B. S. The influence of environmental factors on germination of burcucumber (*Sicyos angulatus*) seeds: Implications for range expansion and management. **Weed Science**, v. 66, n. 4, p. 494-501, 2018.

ORZARI, I. et al. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Planta daninha**, v. 31, n. 1, p. 53-61, 2013.

PACHECO, L. P., LEANDRO, W. M., DE ALMEIDA MACHADO, P. L. O., DE ASSIS, R. L., COBUCCI, T., MADARI, B. E., PETTER, F. A. Produção De Fitomassa e Acúmulo e Liberação de Nutrientes por Plantas de Cobertura na Safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

PERIN, A., SANTOS, R. H. S., URQUIAGA, S., GUERRA, J. G. M., CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

- PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. Série técnica IPEF, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.
- SANTOS, W. F., SO, P., SILVA, A. G., FERNANDES, M. F., ALL, B. Weed Phytosociological and Floristic Survey in Agricultural Areas of Southwestern Goiás Region. **Planta Daninha**, v. 34, n. 1, p. 65, 2016.
- SILVA, A. C., HIRATA, E. K., MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 22-28, 2009.
- SILVA, R. D., MENEGHELLO, G. E. O cultivo da soja na região Matopiba: grandeza, desafios e oportunidades para a produção de grãos e sementes. **Revista SEEDnews**, v. 20, n. 4, 2016.
- SOUZA FILHO, A. P. S., ALVES, S. M., FIGUEIREDO, F. J. C., DUTRA, S. Germinação de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas: *Mimosa pudica* e *Ipomoea asarifolia*. **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.
- STAPP, J.R.; MOERMAN, D.E. The importance of weeds in ethnopharmacology. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 75, n 1, p. 19-23, 2001.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre. Artmed Editora, 2017.
- TERRELL, EDWARD E.; WUNDERLIN, RICHARD P. Seed and fruit characters in selected Spermaceae and comparison with Hedyotideae (Rubiaceae). **SIDA, Contributions to Botany**, p. 549-557, 2002.
- VEIGA, M. M., SILVA, D. M., VEIGA, L. B. E., FARIA, M. V. D. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, p. 2391-2399, 2006
- VICENTE, J. R. Economic efficiency of agricultural production in Brazil. **Revista de Economia Rural**, v. 42, n. 2, p. 201-222, 2004.
- VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I – plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 217-223, 2004.
- VIVIAN, R., GOMES JR, F. G., CHAMMA, H. M. C. P., SILVA, A. A., FAGAN, E. B., RUIZ, S. T. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Alternanthera tenella*, *Conyza bonariensis* e *Digitaria ciliaris*. **Planta daninha**, v. 26, n. 3, p. 507-513, 2008.

VOLL, E., GAZZIERO, D. L. P., BRIGHENTI, A. M., ADEGAS, F. S., GAUDÊNCIO, C. A., VOLL, C. E. A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo. Londrina: Embrapa Soja, (Documentos, 260). 2005.

ZAPPI, D. C., FILARDI, F. L. R., LEITMAN, P., SOUZA, V. C., WALTER, B. M., PIRANI, J. R., ... FORZZA, R. C. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

CAPÍTULO 1 – Germinação e emergência das plantas daninhas *Spermacoce densiflora* DC. e *Spermacoce verticillata* L sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de sementeira.

RESUMO

A presença de plantas daninhas é algo indesejado em sistemas agrícolas, visto que estão associadas a prejuízos diretos e indiretos sobre as culturas. Um dos grandes limitantes no manejo de plantas daninhas é a falta de conhecimento acerca da biologia das espécies que se deseja controlar. Neste contexto, as espécies *Spermacoce densiflora* DC. e *Spermacoce verticillata* L., ambas conhecidas popularmente como vassourinha de botão, estão apresentando aumento nas suas infestações em áreas cultivadas e o conhecimento da biologia da germinação e emergência destas se torna importante. Assim, no presente estudo foram realizados dois experimentos a fim de compreender a influência da luz e temperatura na germinação além dos efeitos da profundidade de sementeira das sementes das plantas daninhas vassourinha de botão. No primeiro experimento, o objetivou-se compreender a influência da luz e temperatura na germinação das sementes. O experimento foi conduzido em duas condições de luz (presença e ausência) e seis temperaturas (15, 20, 25, 30, 35°C e de 20-30°C) em câmaras de germinação com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. Foram analisadas a porcentagem e a velocidade de germinação até o 30º dia após a sementeira. As sementes de *S. densiflora* são fotoblásticas positiva e as sementes da espécie *S. verticillata* são fotoblásticas neutra. Além disso, observou-se que alternância de temperatura (20-30°C) é a condição que promove a maior eficiência no processo de germinação, com valores mais elevados do índice de velocidade de germinação das sementes de vassourinha de botão. O segundo experimento teve por objetivo avaliar o efeito da profundidade de sementeira das sementes das plantas daninhas *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata* sobre a porcentagem de emergência das plântulas e do índice de velocidade de emergência das plântulas. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em sete profundidades (0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 10,0 cm) de um solo de textura argilosa. Esse delineamento foi realizado individualmente para cada espécie estudada. A emergência das plântulas foi avaliada diariamente até os 42 dias após a sementeira (DAS), sendo realizada a contagem das plântulas emergidas. A emergência das plântulas, de *S. densiflora* e *S. verticillata*, é máxima quando as sementes foram

colocadas sobre a superfície do solo. Em profundidades superiores, a partir de 0,5 cm, ocorre um decréscimo significativo da emergência das plântulas, sendo que a taxa de emergência é nula na profundidade de 10,0 cm para ambas as espécies.

Palavras-chave: Biologia, Germinação, Emergência e Vassourinha de botão.

INTRODUÇÃO

Por germinação entende-se o conjunto de processos relacionados à fase inicial do desenvolvimento de uma estrutura reprodutiva, seja sementes, esporos, gemas ou outras estruturas. A capacidade e a velocidade de germinação destas estruturas são influenciadas por diversos fatores intrínsecos como a morfologia, viabilidade e dormência, além de fatores ambientais como luz, temperatura, potencial da água e o oxigênio (KERBAUY,2004).

Segundo Dousseau (2008), a temperatura é um dos fatores ambientais essenciais para que ocorra a germinação e a superação da dormência de sementes. A temperatura poder agir direta ou indiretamente no processo de germinação, influenciando na absorção de água, em diversas reações químicas, e na porcentagem e velocidade da germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MAHMOOD et al., 2016). Além disso, cada espécie, que apresenta semente não dormente, possui temperaturas extremas toleradas, consideradas como mínimas e máximas, em que temperaturas abaixo e acima dessas a germinação não ocorre, e temperatura em que ocorre a maior eficiência no processo de germinação, considerada como temperatura ótima (SILVA et al., 2002; EBERLE e al., 2014).

A exposição de uma semente a temperaturas extremas toleradas pode causar danos morfo-anatômicos, fisiológicos e bioquímicos e comprometer o crescimento e o desenvolvimento da plântula (WAHID et al., 2007). Os efeitos das temperaturas cardeais são influenciados pelo período em que a planta foi submetida a essas temperaturas (MARCOS FILHO, 2015).

Diversos estudos relatam a influência da temperatura no processo de germinação de plantas daninhas (BARROS et al., 2017; ÇETINBAŞ-GENÇ et al.,2019;; LÓPEZ et al., 2019; MONTALT et al., 2019; ORZARI et al.,2013; RANG et al., 2011). Essas abordagens constituem uma ferramenta útil para orientar as práticas de manejo adequado.

Considerando que a germinação é um evento decisivo no desenvolvimento de uma planta, compreender os fatores que a otimizam e limitam é fundamental para o manejo adequado, seja de uma cultura de interesse ou o de uma planta daninha (AVELAR , 2018; FERNANDO et al., 2017; FORCELLA et al., 2000).

A disponibilidade de luz exerce um papel fundamental na superação da dormência de algumas sementes. Todas sementes têm fitocromos, presentes no eixo embrionário, sendo que a sensibilidade a luz ocorre de acordo com a forma que o fitocromo se encontra,

na sua forma ativa é convertido pela exposição da forma inativa a radiações na faixa de 660nm. A dormência pode ser compreendida como um estado de latência no qual não a germinação devido a fatores internos ou causas provenientes da própria semente. A dormência pode ser dividida em primária e secundária. A dormência primária ocorre durante a maturação da semente, sendo programada geneticamente, enquanto a dormência secundária acontece esporadicamente, após a maturação ou dispersão, como resposta a determinadas condições ambientais (MARCOS FILHO, 2015).

As sementes cuja presença de luz promove a germinação são denominadas fotoblásticas positivas e, as que são inibidas pela luz são chamadas de fotoblásticas negativas, enquanto as que não são afetadas pela luz são conhecidas como fotoblásticas neutras (SILVA et al., 2002).

Diversos são os autores que investigam o comportamento de espécies daninhas em diferentes condições de luminosidade e fotoperíodo (BANDEIRA et al., 2019; LUZ et al., 2014; ORZARI et al., 2013; PAZUCH et al., 2015; SILVA et al., 2018).

A emergência de plântulas de plantas daninhas é dependente de três eventos biológicos: a germinação das sementes, o alongamento das raízes e o alongamento da parte aérea, sendo que, cada um desses eventos pode ocorrer em condições ambientais distintas. A germinação no solo é promovida pelo fator hidrotérmico, já o alongamento das raízes e da parte aérea são impulsionados, principalmente, pela temperatura.

Além disso, a profundidade de semeadura e a disponibilidade de oxigênio, também influenciam no processo de emergência das plântulas. Assim como, características físicas do solo, como estrutura, disponibilidade de ar e capacidade de reter água. Esses atributos do solo afetam o desenvolvimento radicular e da parte aérea das plantas (SANTANA et al., 2010).

Em um cenário no qual uma semente em germinação está abaixo do solo, essa dispõe de pouca ou nenhuma luz e deve dispor de energia para emergir do solo. Até superar esses entraves, a plântula dispõe das reservas de energia armazenada na semente para mantê-la até se tornar autotrófica (BRIGGS, 2016).

Em trabalho conduzido por Campos et al. (2011), foi avaliada a emergência de plântulas *Merremia cissoides*, *Mucuna aterrima* e *Neonotonia wightii* em cinco profundidades no solo (0,0; 20,0; 40,0; 60,0 e 80,0 mm). Para as espécies *M. cissoides* e *N. wightii* observou-se que o aumento da profundidade de semeadura promovia um decréscimo da emergência das plântulas, sendo que, as máximas emergências foram

observadas entre 0,0 e 20,0 mm para ambas espécies e, sob maiores profundidades, a emergência era reduzida até não ser mais observada a 80,00 mm. No entanto, esses autores não observaram influência da profundidade de semeadura para *M. aterrima*, apresentando taxas de emergências constantes (70%) em todos os tratamentos.

Cochavi et al. (2018) analisando sementes de *Euphorbia geniculata* semeadas em seis profundidades (0,0; 1,0; 3,0; 5,0; 7,0 e 9,0 cm), observaram que o aumento da profundidade diminuiu as taxas de emergências da planta daninha. No tratamento a 0,0 cm ocorreu a maior taxa de emergência (43,3%), em seguida a maior taxa foi observada a 1,0 cm de profundidade (26,6%), subseqüentemente nas profundidades de 3,0; 5,0 e 7,0 cm observaram taxas de emergência de 17,5%, 10,0% e 10,0%, respectivamente. Nenhuma emergência de plântula ocorreu na profundidade de 9,0 cm.

Zhang et al. (2019), observaram que as sementes de *Oryza sativa f. spontanea* colocadas a três níveis diferentes de profundidade (0 – 5, 5 – 10 e 10 – 15 cm) tiveram emergência reduzida com o aumento da profundidade. Os autores analisaram que a maior taxa de emergência foi observada no primeiro nível (0 – 5 cm) e a menor na profundidade de 10 – 15 cm. Já Green et al. (2019) ao avaliarem a emergência de sementes de *Poa annua* semeadas nas profundidades de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 3,0 polegadas observaram que a emergência das plântulas foi maior nas profundidades de 0,5 a 1,5 polegadas (aproximadamente entre 1,3 e 3,8 cm).

Demais estudos foram realizados analisando a emergência de plântulas de espécies consideradas daninhas, em função da profundidade, por exemplo, para *Tridax procumbens*, *Vernonia ferrugínea*, *Choromolaena odorata* e *Neslia puniculata* L. (GUIMARÃES; SOUZA; PINHO, 2002; ALBERGUINE e YAMASHITA, 2010; PING et al., 2011; ROYO-ESNAL et al, 2019).

Considerando que a perda da produtividade de uma cultura de interesse tende a ser maior quando sua emergência coincide com a emergência da planta daninha (SINGH; BHULLAR; CHAUHAN, 2017), compreender o fluxo de emergência dessas espécies é essencial para o seu controle. Segundo Blanco (2014), o fluxo de emergência das plantas daninhas envolve a dinâmica da emergência e do aumento da Quantidade de uma espécie em função do tempo, considerando os fatores ambientais e o tipo de manejo do solo.

Considerando que as plantas daninhas conhecidas popularmente por vassourinha de botão (*Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*) vem se expandindo em áreas agrícolas e que o uso de apenas uma forma de manejo não é recomendado para o controle,

o conhecimento sobre a biologia dessas espécies pode contribuir para a implementação de sistemas de manejo integrado viáveis sob o ponto de vista econômico e ambiental.

Além disso, considerando que as espécies *S. densiflora* e *S. verticillata*, apresentam como unidade de dispersão as sementes, produzidas em grande quantidade, e sua importância como planta daninha vem aumentando em sistemas agrícolas na região conhecida como MATOPIBA, importante polo brasileiro produtor de grãos e fibras. Neste sentido, compreender como o posicionamento das sementes em diferentes profundidades pode influenciar no fluxo de emergência de plântulas e na dinâmica dos bancos de sementes é fundamental para a adoção de estratégias eficazes no controle dessas plantas daninhas.

OBJETIVOS

Compreender a influência da luz e da temperatura na germinação das sementes das espécies *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*.

Avaliar o efeito da profundidade de semeadura das sementes das plantas daninhas *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata* sobre a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

Bioensaio em laboratório

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecotoxicologia e Química Ambiental (LEQA) do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos em Araras-SP, no decorrer do ano de 2018.

As sementes de *Spermacoce densiflora* DC. e de *Spermacoce verticillata* L. foram coletadas na região de Luis Eduardo Magalhães, BA, e identificadas com o auxílio de chaves dicotômicas pela pesquisadora Maria do Carmo Pavani, na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, UNESP, campus de Jaboticabal. As sementes de *S. verticillata*. foram colhidas de frutos maduros, sendo necessário realizar o beneficiamento manualmente para obter as sementes.

As sementes de ambas as espécies foram colocadas para germinar sob duas condições de luz, presença de luz (com fotoperíodo de 12) e ausência de luz (ausência constante de luz) e seis níveis de temperatura sendo cinco constantes (15° C, 20° C, 25° C, 30° C, 35° C) e uma alternada (entre 20°C e 30°C), considerando a temperatura mais elevada com a presença de luz para o tratamento em presença de luz.

As seis temperaturas foram escolhidas considerando as temperaturas (mínimas, média e máximas) da região de MATOPIBA, sendo que, os valores da temperatura mínima variaram entre 14,4°C e 23,3°C. As temperaturas médias variaram entre 22,0° C e 27,8° C e as temperaturas máximas entre 27,0° C e 34,0° C (MATOPIBA GEOWEB, 2016).

Para cada espécie foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando para cada espécie 48 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída por caixas de acrílico transparente do tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,0 cm).

Para as avaliações no escuro, as caixas de acrílico transparente foram cobertas com fita isolante, impossibilitando assim a incidência de luz. A semeadura das sementes nestas caixas foi realizada antes da adição de água e na presença de luz verde (AMARAL-BAROLI e TAKAKI ,2001). Cada caixa foi envolvida por saco de plástico transparente de 1,0 mm de espessura, a fim de evitar o ressecamento rápido do papel mata-borrão.

As caixas, após a semeadura, foram acondicionadas em câmara de germinação do tipo BOD, feitas para incubar testes de longa duração de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), ajustada na temperatura e no fotoperíodo de acordo com cada tratamento. As avaliações foram feitas diariamente, calculando-se a porcentagem de germinação (G%), e o critério de germinação utilizado foi a produção de plântulas normais, com a folha cotiledonar totalmente expandida a partir do tegumento da semente. Houve reumedecimento do substrato sempre que necessário.

O experimento teve duração de 30 dias. Com os dados de germinação diária, determinou-se o índice de velocidade germinação (IVG) de acordo com a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

Onde: IVG = índice de velocidade de germinação; N = números de plântulas verificadas no dia da contagem; D = números de dias após a semeadura.

Realizou-se uma análise exploratória para verificar se as premissas da análise de variância estavam sendo atendidas, como a normalidade, homogeneidade e *outliers* dos dados. Ao atender as premissas os dados foram submetidos a análise de variância e posteriormente foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo as interações desdobradas e analisadas.

Bioensaio em casa de vegetação

O experimento foi realizado no período de agosto a outubro de 2018, no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus Araras, em casa de vegetação do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental (22°17'56.9'' S e 47°22'53.80'' W). O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cwa, mesotérmico, com verões quentes e úmidos, com precipitação e temperatura médias de 1400 mm e 22°C, respectivamente.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em sete profundidades de semeadura (0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 10,0 cm). Esse delineamento foi realizado individualmente para as espécies daninhas *S. densiflora* e *S. verticillata*, com quatro repetições.

As unidades experimentais foram compostas por vasos de plástico com capacidade volumétrica de 5 L, preenchidos com amostras de solo peneirado e proveniente de sua camada arável, de um Latossolo Vermelho Escuro com textura argilosa. As amostras do solo foram submetidas a análise química e física, no Laboratório de Fertilidade do solo do CCA/UFSCar (Tabela 1).

Tabela 1- Características químicas e físicas da amostra de solo utilizada no experimento, Araras, SP – 2018.

Latossolo Vermelho												
P	M.O	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	Argila	Areia	Silte
mg/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂				mmol/dm ³			%		gK ⁻¹	
19	32	5,4	2,7	60	10	31	72,7	103,7	70	660	150	190

P: Fósforo; M.O: Matéria Orgânica; pH: potencial Hidrogeniônico (acidez ativa) ; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; H: Hidrogênio; Al: Alumínio; H+AL: acidez potencial; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de Trocas de Cátions; V: Valores ideais de saturação por bases.

O fundo dos vasos foi vedado com papel-filtro para evitar a perda do solo, e a heterogeneidade das unidades. Com auxílio de uma régua milimetrada, foram distribuídas as sementes nas diferentes profundidades, perfazendo 30 sementes por vaso de *S. densiflora* e *S. verticillata* em cada profundidade.

Os vasos foram mantidos em casa-de-vegetação, com irrigação controlada, com intuito de se manter a umidade do solo e assegurar o processo de emergência das plântulas.

A superfície do solo foi homogeneizada e pressionada, para padronizar as profundidades e melhorar o contato da semente com o solo. Na profundidade de 0,0 cm, as sementes foram dispostas de forma homogênea sobre o solo.

A emergência plantas daninhas foi avaliada diariamente até os 42 dias após a semeadura (DAS), sendo realizada a contagem das plântulas emergidas. O parâmetro morfológico considerado foi emergência de plântulas com folha cotiledonar totalmente expandida. Os dados totais de emergência das plântulas na última avaliação foram transformados em porcentagem de emergência, levando em consideração o número total de sementes nos vasos. Foi calculado, também, o índice de velocidade de emergência (IVE), com o uso da fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \dots + \frac{Nn}{Dn}$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência; N = números de plântulas verificadas no dia da contagem; D = números de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

Os dados de emergência e IVE foram submetidos à análise de variância e, quando houve efeito significativo os dados foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo as interações desdobradas e analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Germinação e índice de velocidade de germinação de sementes de *Spermacoce densiflora*

Houve diferenças significativas entre a germinação das sementes submetidas às diferentes temperaturas na presença e ausência de luz, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2).

Na condição de ausência de luz, não houve germinação, caracterizando as sementes dessa planta daninha como fotoblásticas positivas absolutas, ou seja, somente ocorre a germinação das sementes na presença de luz. No entanto, estudos realizados por Martins et al. (2010) foi constatado que as sementes de *Borreria densiflora* var. *latifolia* apresentaram caráter fotoblástico positivo preferencial, pois observou-se a germinação das sementes na ausência de luz, sendo a porcentagem de germinação significativamente menor, em todos os tratamentos na presença de luz.

Tabela 2- Germinação (%) de sementes de *Spermacoce densiflora* aos 30 DAI sob diferentes condições de temperatura e regimes de luz. Araras, SP – 2018.

Regime de Luz	Temperatura					
	15° C	20° C	25° C	30° C	35° C	20-30° C
Claro	8Ca	18Aa	9Ca	5CBa	0,5Ca	54,5Aa
Escuro	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b

CV = 23.62 %

Médias seguidas por letras iguais, minúscula nas colunas ou maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao caráter fotoblástico positivo das sementes de *S. densiflora*, comportamento semelhante foi obtido, por Yamashita e Guimarães (2011) para Buva (*Conyza canadensis* e *C. bonariensis*), por Corrêa et al. (2011) com Picão-Preto (*Bidens pilosa*) e por Sharpe e Boyd (2019) com a espécie *Mollugo verticillata*. Segundo Aud e

Ferraz (2011), em espécies que apresentam sementes muito pequenas, é comum esse comportamento fisiológico em que a presença de luz é essencial para promover a germinação.

Embora a presença de luz tenha estimulado a germinação das sementes de *S. densiflora*, os resultados obtidos não superaram 54,5% no tratamento de maior taxa de germinação. As sementes não germinadas podem ser não viáveis, ou então, sementes que ainda permanecem dormentes por outras razões. A promoção da germinação em sementes que apresentam dormência, pode depender de outros fatores, além da luz, como temperatura e ação de fitormônios (JAGANATHAN et al., 2019; LIU et al., 2019; XIA et al., 2019).

Ao longo do experimento, na condição de presença de luz, nas temperaturas de 15° C, 20° C, 25° C, 30° C e 20-30° C foram observados picos de germinação das sementes. Sendo que, o primeiro pico de germinação foi observado entre o 7° e 10° DAI. Para as temperaturas de 25°C, 30°C e 20-30°C esse evento ocorreu no 7° DAI, e nas temperaturas a 15°C e 20°C os picos foram aos 10 DAI. No entanto, para a temperatura de 35°C observou-se apenas um pico de germinação aos 15 DAI.

No tratamento com temperatura alternada, observaram-se seis picos de germinação, aos 7, 14, 17, 21, 24 e 28 DAI, com porcentagem de germinação de 8%, 11,5%, 7,0%, 5,0%, 11,0%, 6,5% e 6,5%, respectivamente.

No decorrer do experimento não foi observada uniformidade na germinação das sementes (Figura 3). A desuniformidade do processo germinativo em plantas daninhas é uma estratégia que possibilita a perduração destas plantas no ambiente (CABRAL et al., 2013; SILVA et al., 2012).

Dentre os fatores associados à desuniformidade da germinação estão a distribuição das sementes no perfil do solo, a adaptação ecofisiológica ao meio, e aos mecanismos de dormência das sementes (BRIGHENTI e DE OLIVEIRA, 2011; CARVALHO, 2013).

Segundo Blanco (2014), se após as sementes atingirem o estado de maturidade forem submetidas a condições ambientais desfavoráveis, como ausência de luz, ou temperaturas extremas, essas sementes podem adquirir um estado de dormência secundária. Nesta situação, a amplitude de condições ambientais nas quais as sementes podem germinar é reduzida, ao ponto que, independentemente de qualquer fator ambiental, inclusive os ideais, as sementes não conseguem mais germinar. No presente trabalho, a dormência observada nas sementes de *S. densiflora* possivelmente é resultado dos fatores luz e temperatura.

A dormência no caso das plantas daninhas, é uma estratégia essencial para sobrevivência ao longo tempo e em diferentes espaços. Diversos são os mecanismos de dormência observados nessas espécies, como a impermeabilidade do tegumento à água e gases, o desenvolvimento lento do embrião, as relações entre inibidores e promotores da germinação, além de fatores ambientais como oxigênio, temperatura e luz (PAZUCH et al., 2015).

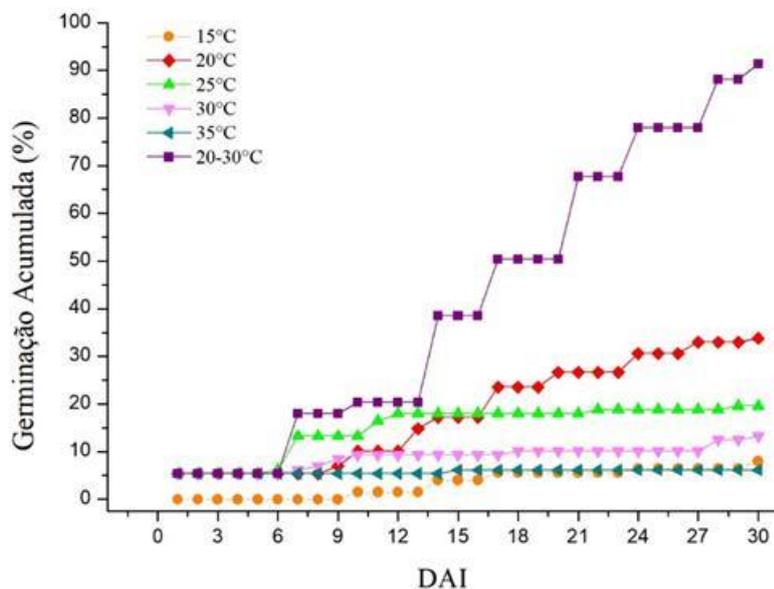


Figura 3 - Germinação acumulada (%) de *Spermacoce densiflora* no período de 30 dias após instalação (DAI) submetidas a diferentes condições de temperatura e regime de luz. Araras, SP, 2018.

Em concordância com os resultados obtidos para *S. densiflora*, Huart et al. (2018) observaram que a germinação da planta daninha *Cynara cardunculus* foi máxima quando as sementes eram submetidas a temperaturas alternadas. Ainda, Xiong et al. (2018) ao realizarem tratamentos com temperaturas constantes e alternadas (5 a 15°C e de 30 a 40°C), observaram que a germinação da planta daninha *Abutilon theophrasti*, também, foi máxima em temperatura alternada.

Analisando-se o IVG aos 30 DAI (Tabela 2) observou-se que os maiores valores foram obtidos nos tratamentos com temperatura alternada indicando que a variação da temperatura contribui para o aumento da velocidade de germinação das sementes. Assim como observado para a germinação o tratamento a 35° C foi apresentou menor taxa de germinação, em relação aos demais tratamentos.

Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de *Spermacoce densiflora*, submetidas a diferentes condições de temperatura e regime de luz, aos 30 DAI. Araras - SP, 2018.

Regime de Luz	Temperatura					
	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	20-30°C
Claro	0,25	0,58	0,44	0,2	0,02	1,82
Escuro	0	0	0	0	0	0

Resultados semelhantes foram obtidos por Souza Filho et al. (2001), ao analisar a planta daninha Malícia (*Mimosa pudica*), sendo que o maior valor de IVG foi obtido em tratamento com alternância de temperatura variando de 25-35°C.

Germinação e índice de velocidade de germinação de sementes de *Spermacoce verticillata*.

No experimento com a planta daninha *S. verticillata*, os dados dos tratamentos submetidos à análise de variância, apresentaram normalidade e homocedasticidade os tratamentos a temperatura de 15° C, 20° C, 25° C, 30° C e 20-30° C. No entanto, para o tratamento a 35° C não foi verificada normalidade dos dados (Tabela 3).

A análise de variância da interação de luz dentro da temperatura revelou que o padrão de germinação das sementes de *S. verticillata*, diferiu entre os tratamentos avaliados nos níveis 15, 25 e 30°C e aos 20 e de 20-30°C não houve diferença entre as diferentes condições de luz. A tabela 3 apresenta as médias obtidas da interação de luz dentro dos níveis de temperatura.

Tabela 4 - Germinação (%) de sementes de *Spermacoce verticillata* aos 30 DAI sob diferentes condições de temperatura e regimes de luz. Araras, SP – 2018.

Regime de Luz	Temperatura					
	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	20-30°C
Claro	49,5 Bb	33 Ca	29,5 Da	35,5 Ca	4Ea	66,5 Aa
Escuro	64 Ba	31 Ca	9 Db	7,5 Db	1Ea	69,5 Aa

CV= 20,78%

Médias seguidas por letras iguais, minúscula nas colunas ou maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Observou-se que as sementes apresentam caráter fotoblástico neutro, ou seja, o processo de germinação ocorre tanto na condição de ausência quanto na presença de luz.

Analisando-se a porcentagem de germinação entre os tratamentos, observou-se que a temperatura alternada no escuro apresentou maior taxa germinação (69,5%). Em concordância com os resultados obtidos para essa espécie de planta daninha, Iqball et al. (2019) observaram para a *Sebania cannabina*, que a germinação máxima ocorreu no tratamento com alternância de temperatura (20-30°C) e apresentaram comportamento fotoblástico neutro, no entanto, a germinação foi otimizada (6%) sob a condição luminosa.

A elevada amplitude dos valores de germinação encontrados no tratamento com flutuação de temperatura pode estar associada à adaptação da espécie a condições térmicas do meio ou a um mecanismo de dormência que pode ter sido superado com a condição de alternância de temperatura. De acordo com Pitelli e Durigan (2001), as plantas daninhas tendem apresentar como pré-requisito para iniciar o processo germinativo a ocorrência de amplitude de variação térmica.

De acordo com os dados obtidos no presente estudo, observou-se que a germinação das sementes de *S. verticillata* no tratamento a 35° C foi expressivamente baixa, perfazendo 3%, na presença de luz, e 2%, na ausência de luz. Na região de ocorrência dessa espécie, as temperaturas máximas variam entre 27°C e 34°C (MATOPIBA GEOWEB, 2019).

Além disso, Bebawi et al. (2018) estudaram 38 temperaturas constantes (13-48°C) e 10 de alternâncias de temperaturas (7-11°C a 42-52°C), sob fotoperíodo de 12 horas, sobre a germinação da planta daninha *Stevia ovata* e verificaram que a exposição a temperaturas elevadas (> 27°C), acima da temperatura ótima, promovem perda da viabilidade das sementes.

Analisando-se o IVG (Tabela 4) 30 DAI, observou-se que a velocidade de germinação da planta daninha não variou em função das diferentes condições de luminosidade e temperatura. A tabela 4 apresenta a média das velocidades dos tratamentos.

Tabela 5 – Índice de velocidade de germinação de *Spermacoce verticillata*, em diferentes condições de temperatura e regime de luz, aos 30 DAI, Araras -SP – 2018.

Regime de Luz	Temperatura					
	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	20-30°C
Claro	1,577	1,049	1,676	1,137	0,085	3,725
Escuro	0,254	1,216	0,724	0,283	0,008	3,871

Para as médias de velocidade de germinação, apresentadas na tabela 5, verificou-se que, sob a condição de presença de luz, os maiores valores foram apresentados para as temperaturas 20-30°C, 25°C e 15°C, respectivamente. Na ausência de luz as maiores médias foram observadas para os tratamentos de 20-30°C e 20°C.

Os maiores IVG foram observados nos tratamentos com temperatura alternada (Tabela 4). Possivelmente, a oscilação da temperatura tem maior influência na velocidade de germinação do que o regime de luz ao quais as sementes foram submetidas.

Ao avaliar o efeito da profundidade de semeadura das sementes de *S. densiflora* e *S. verticillata* observou-se que não houve diferença significativa entre as porcentagens de emergência e o índice de velocidade de emergência das sementes posicionadas em diferentes profundidades no solo.

A emergência das sementes de *S. densiflora* e *S. verticillata* colocadas sobre a superfície do solo (0,0 cm) tiveram início no oitavo e sétimo dia após a semeadura (DAS);

a partir da profundidade de 0,5 cm, observou-se que a emergência das plântulas teve início após aos 15 DAS, para ambas espécies (Figuras 4 e 5). Na profundidade de 10,0 cm de semeadura não houve emergência de plântulas.

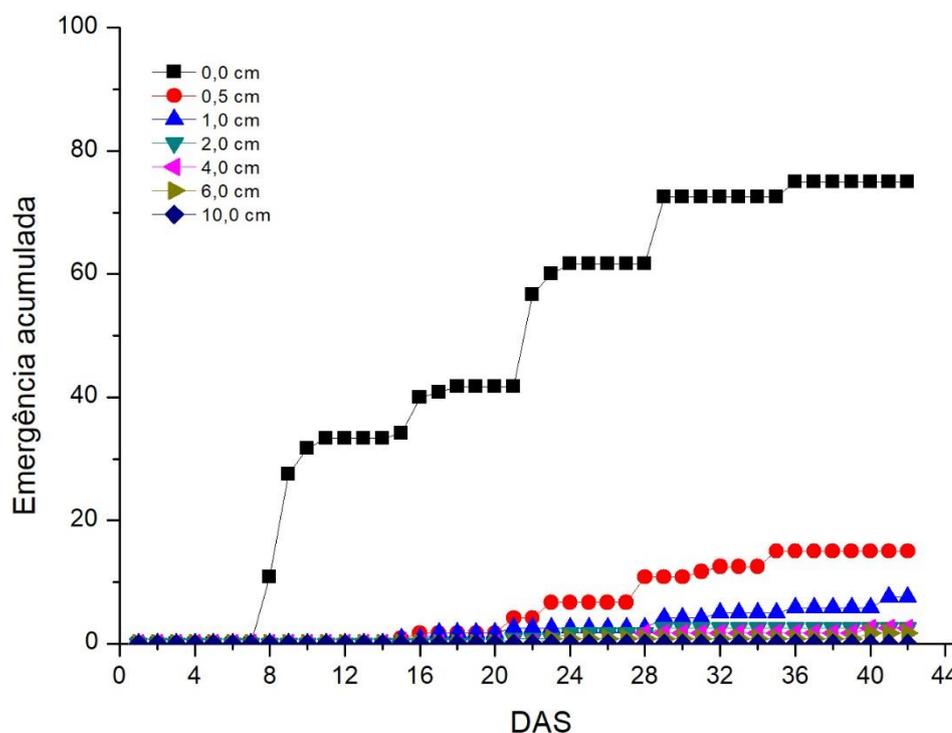


Figura 4 – Emergência acumulada das plântulas (%) de *Spermacoce densiflora* nas diferentes profundidades de semeadura, em função dos dias após a semeadura (DAS). Araras, SP - 2018.

As sementes de *S. densiflora*, quando colocadas na superfície do solo, sem incorporação apresentaram maior porcentagem de emergência (75,0%). Na profundidade de 0,5 a 1,0 cm a emergência oscilou de 15,0% a 7,5%. A partir de 2,0 cm houve queda acentuada da emergência, a qual foi de 1,7% na profundidade de 6,0 cm. Não ocorreu emergência quando as sementes foram colocadas a 10,0 cm de profundidade (Figura 6).

As sementes de *S. verticillata* apresentaram maior porcentagem de emergência quando posicionada sobre a superfície do solo, sem incorporação (87,5%). Na profundidade de 0,5 cm a emergência foi de 10,8%, ou seja, esse posicionamento das sementes reduziu 76,7% da emergência máxima observada. A queda acentuada na emergência ocorreu desde 0,5 cm profundidade, sendo que a 1,0 cm a emergência foi de 1,7% e nas profundidades de 2,0 a 6,0 cm a emergência foi de 0,8%. Não houve emergência de plântulas a 10,0 cm de profundidade (Figura 7).

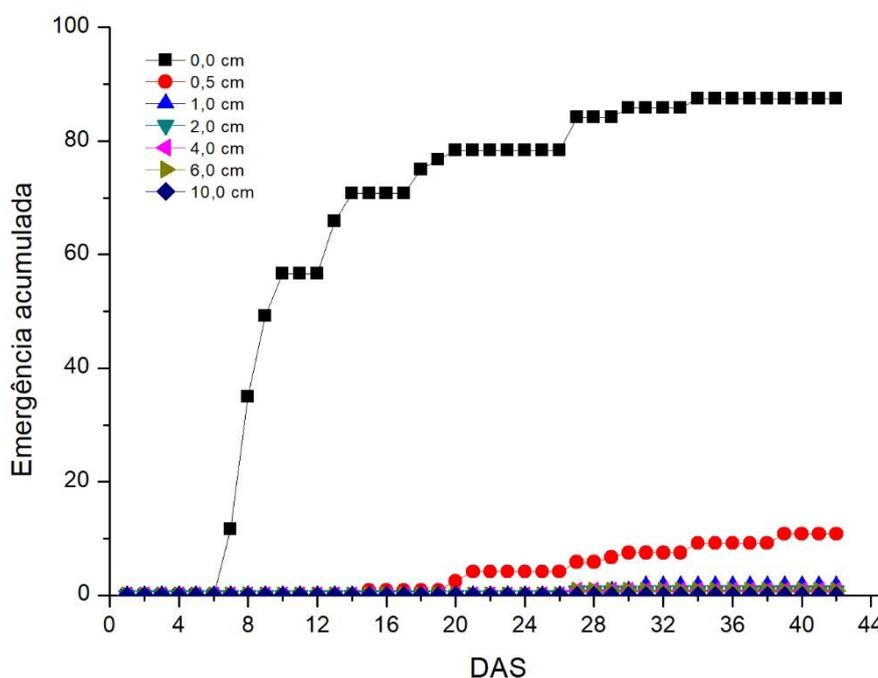


Figura 5 – Emergência acumulada das plântulas (%) de *Spermacoce verticillata* nas diferentes profundidades de semeadura, em função dos dias após a semeadura (DAS). Araras – 2018.

A maior emergência de plântulas em semeaduras próximas a superfície do solo é coerente com o caráter fotoblástico positivo das sementes de *S. densiflora*. Ademais, a redução da emergência com o aumento da profundidade de semeadura das sementes no solo pode estar associada ao pequeno tamanho das sementes e consequentemente à quantidade reduzida de reservas das sementes de *S. densiflora* e *S. verticillata* para síntese de energia. Possivelmente as plântulas apresentam dificuldade de superar a camada do solo e a emergência não ocorre.

Os resultados obtidos neste trabalho se assemelham aos apresentados por Nosratti et al. (2018), os quais observaram que a emergência de *Sophora alopecuroides*, planta daninha fotoblástica neutra, foi máxima (99%) sobre a superfície do solo, e a emergência das plântulas diminuiu com o aumento da profundidade, sendo que a partir dos 8,0 cm nenhuma plântula emergiu.

Nosratti, Almaleki e Chauhan (2019), estudando o efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de *Picnomon acarna*, planta daninha fotoblástica positiva absoluta, com sementes posicionadas a 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 e 10,0 cm no solo, observaram, também, que a maior porcentagem de emergência ocorreu sobre a superfície do solo (94,7%). A partir da profundidade de 1,0 cm houve um

decréscimo da emergência e nenhuma plântula emergiu em profundidades superiores a 4,0 cm.

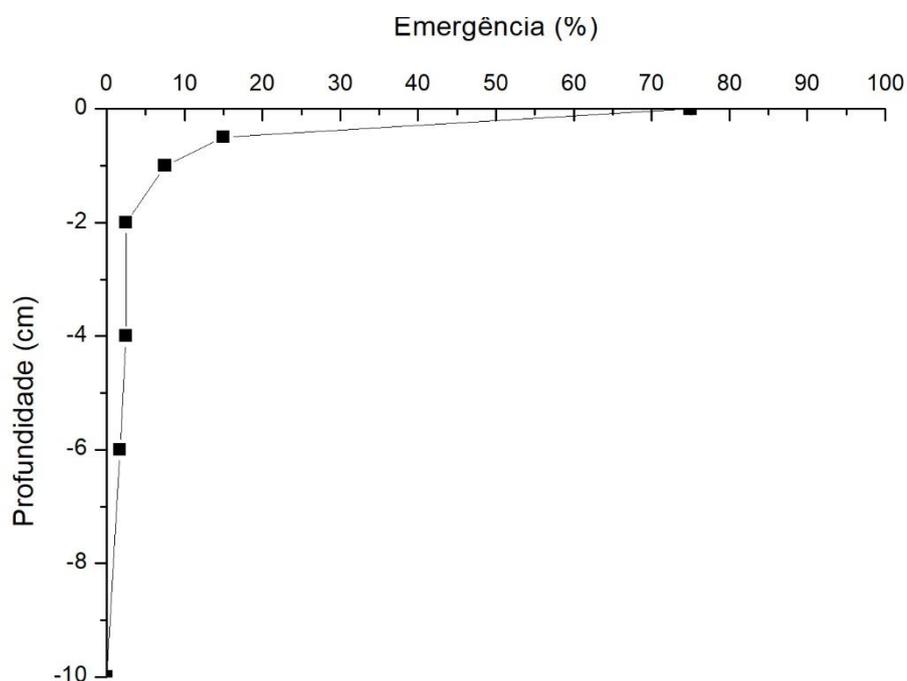


Figura 6 - Emergência de plântulas de *Spermacoce densiflora* a partir de sementes posicionadas em diferentes profundidades de semeadura. Araras – 2018.

Amini, Mobli e Ghanepour (2015) também constataram redução na emergência de plântulas com o aumento da profundidade de semeadura de *Lepidium vesicarium*, planta daninha fotoblástica neutra, posicionada a 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 6,0 cm do solo, sendo que a maior taxa de emergência ocorreu na condição de semeadura sobre a superfície do solo (90%). Nas profundidades de 0,5 a 3,0 cm a porcentagem de emergência variou de 44% a 9%, e a partir de 4,0 cm nenhuma plântula emergiu.

De modo geral, sementes com baixas quantidades de reservas não conseguem emergir, com o aumento da profundidade de semeadura, uma vez que essa ação demanda gasto de energia (SCHUTTE et al., 2014). No entanto, a emergência não depende apenas das reservas. Com o aumento da profundidade de semeadura há alterações de fatores fundamentais para a superação da dormência de sementes de algumas espécies e, emergência de plântulas, como a disponibilidade de oxigênio, umidade, temperatura, além de características físicas do solo (SANTANA et al., 2010).

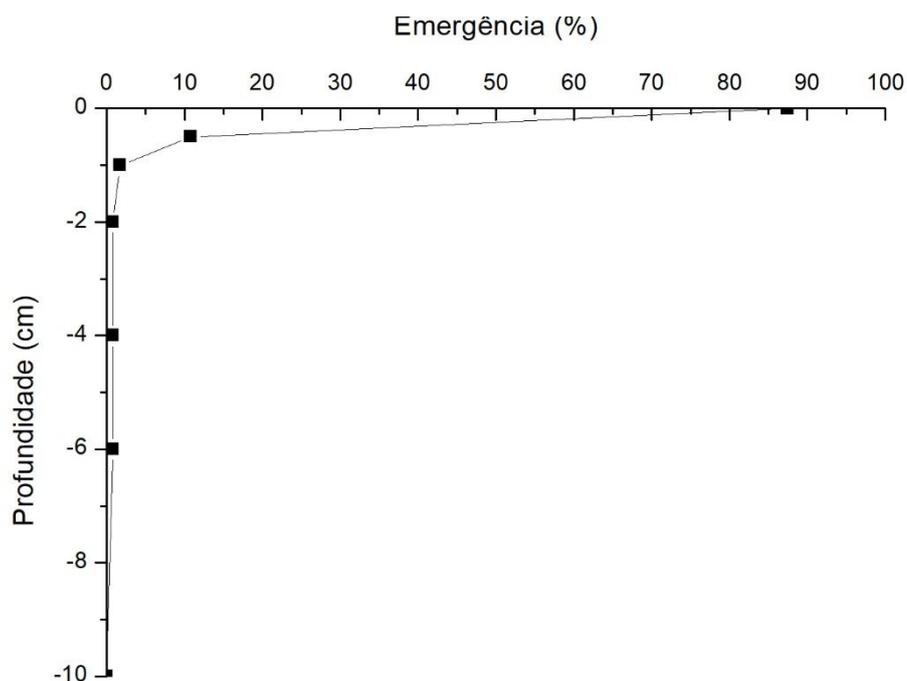


Figura 7- Emergência de plântulas de *Spermacoe verticillata* a partir de sementes posicionadas em diferentes profundidades de semeadura. Araras – 2018.

Na tabela 6 encontram-se os dados referentes ao IVE das plântulas de *S. densiflora*. Verificou-se que as sementes posicionadas sobre a superfície do solo apresentaram o maior valor de IVE (6,75), enquanto as sementes colocadas entre 0,5 e 6,0 cm exibiram índice de velocidade de emergência numericamente menores, oscilando entre 0,73 a 0,06. Por não serem observadas emergência das plântulas posicionadas a 10,0 cm o índice nesse tratamento foi zero.

Também na tabela 6, para *S. verticillata* o IVE das plântulas no decorrer do experimento, apresentou também maior valor a partir de sementes posicionadas sobre a superfície do solo (10,35). A partir das profundidades de 0,5 a 6,0 cm, os índices foram decrescendo, oscilando entre os valores de 0,51 a 0,04. Não foram observadas emergência de plântulas a 10,0 cm de profundidade, logo o índice foi zero.

Tabela 6 - Índice de Velocidade de Emergência de *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata* a partir de sementes posicionadas em diferentes profundidades de semeadura. Araras – 2018.

	0,0 cm	0,5 cm	1,0 cm	2,0 cm	4,0 cm	6,0 cm	10,0 cm
<i>Spermacoce densiflora</i>	6,75	0,73	0,50	0,12	0,09	0,06	0,00
<i>Spermacoce verticillata</i>	10,43	0,51	0,06	0,03	0,03	0,03	0,00

Possivelmente as sementes posicionadas na superfície do solo apresentaram maior índice de velocidade de emergência porque nesta condição há maior disponibilidade de luz e não há necessidade de promover gasto energético para superar a pressão do solo sobre a plântula.

Segundo Shi et al. (2016), a pressão mecânica, a ser superada pela plântula, direcionam o crescimento morfológicamente e fisiologicamente ao promoverem modificações necessárias para que ocorra a emergência da plântula no solo.

Provavelmente, o aumento da profundidade de semeadura proporcionou menores índices de IVE, porque também nessas condições há maior concentração de gás carbônico, o qual prejudica o processo de emergência (GUEDES et al., 2010).

Além disso, os maiores índice de velocidade de emergência observados sobre a superfície do solo e os menores índices com o aumento da profundidade de semeadura pode estar relacionado com as diferenças de temperatura que é mais perceptível em menores profundidades (CARDOSO et al., 2008).

Os dados obtidos são coerentes com os resultados apresentados no primeiro experimento do trabalho, em que foi avaliada a porcentagem de germinação das sementes de *S. densiflora* e *S. verticillata*. Ao observarmos que a maior emergência de plântulas ocorreu na superfície do solo, posição com maior incidência de luz, e que as maiores porcentagem de germinação foram obtidas nos tratamentos com as sementes na presença de luz podemos inferir que a luz é um fator fundamental para que ocorra a germinação das sementes e a emergência de plântulas de *S. densiflora* e *S. verticillata*. Além disso, assim como no primeiro experimento as sementes quando expostas a temperatura alternada, tendo que a superfície é a posição do perfil do solo em que há maior variação de temperatura, observou-se maior emergência das plântulas.

CONCLUSÕES

As sementes de *Spermacoce densiflora* são fotoblásticas positiva e as sementes da espécie *Spermacoce verticillata* são fotoblásticas neutra, uma vez que apresenta a capacidade de germinar na presença e ausência de luz.

Além disso, a alternância de temperatura de 20-30°C é a condição que promove a máxima eficiência no processo de germinação das sementes de *S. densiflora*, e *S. verticillata*, considerando as temperaturas utilizadas no experimento.

As plântulas das espécies *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*, apresentam emergência favorecida quando posicionadas sobre a superfície do solo. O aumento da profundidade de semeadura ao longo do perfil do solo reduz a emergência dessas plantas daninhas, sendo nula a 10,0 cm de profundidade.

REFERÊNCIAS

- ALBERGUINI, A.L., YAMASGITA, O. Sowing Depth and Presence of Straw affect Emergence of *Vernonia ferruginea* Seedling. **Planta Daninha**, v. 28, p. 1005–1013, 2010.
- AMARAL-BAROLI, A; TAKAKI, M. Phytochrome controls achene germination in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) by very low fluence response. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 44, n. 2, p. 121-124, 2001.
- AMINI, V., ZAEFARIAN, F., REZVANI, M. Interspecific variations in seed germination and seedling emergence of three *Setaria* species. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, n. 3, p. 539-545, 2015.
- AUD, F. F., FERRAZ, I. D. Seed size influence on germination responses to light and temperature of seven pioneer tree species from the Central Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 3, p. 759-766, 2012.
- AVELAR, R.I. S. Production and quality of chickpea seeds in different sowing and harvest periods. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 2, 2018.
- BANDEIRA, S. B., DE OLIVEIRA, A. S., DA SILVA RAMOS, N., DOTTO, M. C., ERASMO, E. A. L. Influência de fatores abióticos na resposta de sementes de *Mimosa Pudica* a germinação. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 2, 2019.
- BARROS, R. T. D., MARTINS, C. C., SILVA, G. Z. D., MARTINS, D. Procedência das sementes e temperatura na germinação de picão-preto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 7, p. 448-453, 2017.
- BEBAWI, F. F., CAMPBELL, S. D., MAYER, R. J., SETTER, M. J., SETTER, S. D. Effects of temperature and burial on seed germination and persistence of the restricted invasive *Stevia ovata* in northern Queensland. **Australian Journal of Botany**, v. 66, n. 5, p. 388-397, 2018.
- BLANCO, F. M. G. Classificação e mecanismos de sobrevivência das plantas daninhas. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. Rima, São Carlos, Brasil, p. 33-60, 2014.

BLANCO, F. M. G. Classificação e mecanismos de sobrevivência das plantas daninhas. **Aspectos da biología e manejo das plantas daninhas. Rima, Sao Carlos, Brasil**, p. 33-60, 2014.

BRIGGS, W. R. Plant Biology : Seedling Emergence through Soil. **Current Biology**, v. 26, n. 2, p. R68–R70, 2016.

BRIGHENTI, A. M., DE OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011.

CAMPOS, L. H. F., MELLO, M. S. C., CARVALHO, S. J. P., NICOLAI, M., CHRISTOFFOLETI, P. J. Sowing Depths and Amounts of Sugarcane Straw. **Planta Daninha**, p. 975–980, 2011.

CARDOSO, E. D. A., ALVES, E. U., BRUNO, R. D. L. A., ALVES, A. U., ALVES, A. U., SILVA, K. B. Emergência de plântulas de *Erythrina velutina* em diferentes posições e profundidades de semeadura. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2618-2621, 2008.

CARVALHO, N. D., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2012.

ÇETINBAŞ-GENÇ, A., CAI, G., VARDAR, F., ÜNAL, M. Differential effects of low and high temperature stress on pollen germination and tube length of hazelnut (*Corylus avellana* L.) genotypes. **Scientia Horticulturae**, v. 255, p. 61-69, 2019.

COHAVI, A., GOLDWASSER, Y., HORESH, A., IGBARIYA, K., LATI, R. N. Impact of environmental factors on seed germination and emergence of wild poinsettia (*Euphorbia geniculata* Ortega). **Crop Protection**, v. 114, p. 68–75, 2018.

CORRÊA, M. L. P., GALVÃO, J. C. C., FONTANETTI, A., FERREIRA, L. R., MIRANDA, G. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 354-363, 2011.

DOUSSEAU, S., ALVARENGA, A. D., ARANTES, L. D. O., OLIVEIRA, D. D., NERY, F. C. Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.):

influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 438-443, 2008.

EBERLE, C. A., FORCELLA, F., GESCH, R., PETERSON, D., EKLUND, J. Seed germination of calendula in response to temperature. **Industrial crops and products**, v. 52, p. 199-204, 2014.

FERNANDO, N., HUMPHRIES, T., FLORENTINE, S. K., CHAUHAN, B. S. Factors Affecting Seed Germination of Feather Fingergrass (*Chloris virgata*). p. 605–612, 2017.

FORCELLA, F., ARNOLD, R. L. B., SANCHEZ, R., GHERSA, C. M. Modeling seedling emergence . **Field Crops Research** v. 67, p. 123–139, 2000.

GREEN, T. O., KRAVCHENKO, A., ROGERS, J. N., VARGAS, J. M. Annual Bluegrass: Emergence of Viable Seed in Various Putting Green Sites and Soil Removal Depths. **HortTechnology**, v. 29, n. August, p. 438–442, 2019.

GUEDES, R. S., ALVES, E. U., GONÇALVES, E. P., VIANA, J. S., DE MOURA, M. F., DA COSTA, E. G. Emergência e vigor de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) AC Smith em função da posição e da profundidade de semeadura. **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 843-850, 2010.

GUIMARÃES, S. C., SOUZA, I.F, PINHO, E. V. R. Emergência de *Tridax procumbens* em função da profundidade de semeadura, do conteúdo de argila no substrato e da incidência. **Planta Daninha**, v. 20, p. 413–419, 2002.

HUARTE, H. R., BORLANDELLI, F., VARISCO, D., BATLLA, D. Understanding dormancy breakage and germination ecology of *Cynara cardunculus* (Asteraceae). **Weed research**, v. 58, n. 6, p. 450-462, 2018.

IQBAL, N., MANALIL, S., CHAUHAN, B. S., ADKINS, S. W. Germination Biology of *Sesbania (Sesbania cannabina)*: An Emerging Weed in the Australian Cotton Agro-environment. **Weed Science**, v. 67, n. 1, p. 68-76, 2019.

JAGANATHAN, G. K., LI, J., BIDDICK, M., HAN, K., SONG, D., YANG, Y., LIU, B. Mechanisms underpinning the onset of seed coat impermeability and dormancy-break in *Astragalus adsurgens*. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 9695, 2019.

MONTALT, R., CUENCA, J., VIVES, M. C., NAVARRO, L., OLLITRAULT, P., ALEZA, P. Influence of temperature on the progamic phase in Citrus. **Environmental and Experimental Botany**, v. 166, p. 103-806, 2019.

NOSRATTI, I; ALMALEKI, S; CHAUHAN, B.S. Seed Germination Ecology of Soldier Thistle (*Picnomon acarna*): An Invasive Weed of Rainfed Crops in Iran. **Weed Science**, v. 67, n. 2, p. 261-266, 2019.

NOSRATTI, I., AMIRI, S., BAGHERI, A., CHAUHAN, B. S. Environmental factors affecting seed germination and seedling emergence of foxtail sophora (*Sophora alopecuroides*). **Weed Science**, v. 66, n. 1, p. 71-77, 2018.

ORZARI, I., MONQUERO, P. A., REIS, F. C., SABBAG, R. S., HIRATA, A. C. S., SORZARI, I. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Planta daninha**, v. 31, n. 1, p. 53-61, 2013.

PAZUCH, D., TREZZI, M. M., DIESEL, F., BARANCELLI, M. V. J., BATISTEL, S. C., PASINI, R. Superação de dormência em sementes de três espécies de Ipomoea. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 192-199, 2015.

PING, L., YAMEI, B., TONGYU, X., TIANZHU, L. Effects of Environmental Factors on Germination and Emergence of Siam Weed (*Chromolaena odorata*). **Procedia Environmental Sciences**, v. 10, p. 1741–1746, 2011.

PITELLI, R. A., DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. **ROSSELLO, RD Siembra directa en el cono sur. Montevideo: PROCISUR**, p. 203-210, 2001.

RANG, ZW et al. Efeito da alta temperatura e do estresse hídrico na germinação de pólen e na fertilidade de espiguetas em arroz. **Botânica Ambiental e Experimental**, v. 70, n. 1, p. 58-65, 2011.

ROYO-ESNAL, A., GESCH, R. W., NECAJEVA, J., FORCELLA, F., EDO-TENA, E., RECASENS, J., TORRA, J. Industrial Crops Products Germination and emergence of *Neslia paniculata* (L .) Desv. **Industrial Crops Products**, v. 129, p. 455–462, 2019.

SANTANA, D. G., ANASTÁCIO, M. R., LIMA, J. A., MATTOS, M. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de pau-santo: uma análise crítica do uso de correlação 1. **Revista Brasileira de Semente**, v. 32, p. 134–140, 2010.

SCHUTTE, B. J., TOMASEK, B. J., DAVIS, A. S., ANDERSSON, L., BENOIT, D. L., CIRUJEDA, A., MURDOCH, A. J. An investigation to enhance understanding of the stimulation of weed seedling emergence by soil disturbance. **Weed Research**, v. 54, n. 1, p. 1-12, 2014.

SHARPE, S. M.; BOYD, N. S. Germination ecology for Florida populations of carpetweed (*Mollugo verticillata*), Carolina geranium (*Geranium carolinianum*), eclipta (*Eclipta prostrata*), and goosegrass (*Eleusine indica*). **Weed Science**, v. 67, n. 4, p. 433-440, 2019.

SHI, H., LIU, R., XUE, C., SHEN, X., WEI, N., DENG, X. W., ZHONG, S. Seedlings transduce the depth and mechanical pressure of covering soil using COP1 and ethylene to regulate EBF1/EBF2 for soil emergence. **Current Biology**, v. 26, n. 2, p. 139-149, 2016.

SILVA, L. M. D. M., RODRIGUES, T. D. J. D., AGUIAR, I. B. D. The effect of light and temperature on the germination of *Myracrodruon urundeuva* Allemão. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 691-697, 2002.

SILVA, M. S. A., YAMASHITA, O. M., CONCENCO, G., SOUZA, M. D. A., RODRIGUES, C. Métodos de superação de dormência em sementes de *Macroptilium lathyroides* e influência da luz e da temperatura na germinação. **Ambiência**, v. 14, n. 3, p. 579-593, 2018.

SINGH, M., BHULLAR, M. S., CHAUHAN, B. S. Relative time of weed and crop emergence is crucial for managing weed seed production : A study under an aerobic rice system. **Crop Protection**, v. 99, p. 33–38, 2017.

SOUZA FILHO, A. P. S., ALVES, S. M., FIGUEIREDO, F. J. C., DUTRA, S. Germinação de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas: *Mimosa pudica* e *Ipomoea asarifolia*. **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.

WAHID, A., GELANI, S., ASHRAF, M., FOOLAD, M. R. Heat tolerance in plants: an overview. **Environmental and experimental botany**, v. 61, n. 3, p. 199-223, 2007.

WELLER, S. L.; FLORENTINE, S. K.; CHAUHAN, B. S. Influence of selected environmental factors on seed germination and seedling emergence of *Dinebra panicea* var. *brachiata* (Steud). **Crop Protection**, v. 117, p. 121–127, 2019.

XIA, Q., PONNAIAH, M., THANIKATHANSUBRAMANIAN, K., CORBINEAU, F., BAILLY, C., NAMBARA, E., EL-MAAROUF-BOUTEAU, H. Re-localization of hormone effectors is associated with dormancy alleviation by temperature and after-ripening in sunflower seeds. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 4861, 2019.

XIONG, R. C., MA, Y., WU, H. W., JIANG, W. L., MA, X. Y. Effects of environmental factors on seed germination and emergence of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). **Planta Daninha**, v. 36, 2018.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germinação de sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em diferentes condições de temperatura e luminosidade. **Planta daninha**, v. 29, n. 2, p. 333-342, 2011.

ZHANG, Z., GAO, P. L., DAI, W. M., SONG, X. L., HU, F., QIANG, S. Effect of tillage and burial depth and density of seed on viability and seedling emergence of weedy rice. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 18, n. 8, p. 1914–1923, 2019.

CAPÍTULO 2 - Uso de palhada e potencial alelopáticos de plantas de cobertura na supressão das plantas daninhas *Spermacoce densiflora* DC. e *Spermacoce verticillata* L.

RESUMO

O uso de palhada de plantas de cobertura pode ser uma estratégia a ser empregada no controle de plantas daninhas. A capacidade de supressão por culturas de cobertura pode ser atribuída a efeitos físicos, mecânicos e alelopáticos. Considerando que as plantas daninhas conhecidas popularmente por vassourinha de botão (*Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*) vem se expandindo em áreas agrícolas e que o uso de apenas uma forma de manejo não é recomendado para o controle de plantas daninhas, no presente estudo foram realizados dois experimentos a fim de analisar o efeito do uso de palhada de plantas de cobertura e o efeito de extratos aquosos dessas espécies na germinação das sementes das plantas daninhas vassourinha de botão. No primeiro experimento, o objetivo foi avaliar os efeitos de diferentes quantidades de palha sobre a emergência e velocidade de emergência das plântulas, utilizando três quantidades de massa verde, correspondente a média produzida no campo, metade e dobro, sendo que para crotalaria (*Crotalaria juncea*) e milho (*Pennisetum glaucum*) foi de 40 t.ha⁻¹, 20 t.ha⁻¹ e 80 t.ha⁻¹, para o sorgo (*Sorghum bicolor*) e lablab (*Dolichos lablab*) foi de 15 t.ha⁻¹, 7,5 t.ha⁻¹ e 30 t.ha⁻¹ e para o guandu (*Cajanus cajan*) foi de 20 t.ha⁻¹, 10 t.ha⁻¹ e 40 t.ha⁻¹. O delineamento foi do tipo inteiramente casualizado no esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco espécies de cobertura e três Quantidades de palhada, em quatro repetições. A avaliação ocorreu até o 30º dia após a instalação do experimento. O segundo experimento teve por objetivo avaliar o potencial alelopático dos extratos aquosos da parte aérea das plantas de cobertura sobre a germinação e velocidade de germinação das sementes das plantas daninhas, utilizando diferentes concentrações (20%, 40%, 60% e 100%). O delineamento foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Além disso, foi realizado testes com PEG- 6000 com o objetivo de determinar a influência do potencial osmótico dos extratos. O uso das plantas de coberturas pode ser uma alternativa no manejo integrado das plantas daninhas *S. densiflora* e *S. verticillata*. Não houve diferença significativa entre as diferentes quantidades de palhada utilizadas, no entanto o uso da metade da recomendação foi o menos eficaz. O milho e a crotalaria apresentam desempenho superior as demais plantas de cobertura. Com relação ao experimento com extratos, com o aumento nas concentrações, houve redução da porcentagem e velocidade de germinação

para *S. densiflora* e *S. verticillata*, sendo que o potencial osmótico dos extratos aquosos da parte aérea das plantas de cobertura variou entre -0,37MPa e -1,24 MPa. Considerando que no experimento com PEG-6000 não ocorreu germinação das sementes das plantas daninhas em potencial osmótico abaixo de -0,8 MPa e que a porcentagem de germinação nos tratamentos a -0,2 MPa e -0,4 MPa foram superiores as taxas obtidas no experimento com extratos aquosos das plantas de cobertura, pode-se inferir que, possivelmente, neste intervalo, houve efeito alelopático das plantas de cobertura.

Palavras-chave: Vassourinha de Botão, Controle Cultural, Sistema de Plantio Direto

INTRODUÇÃO

As plantas de cobertura correspondem a um dos pressupostos exigidos no Sistema de Plantio Direto (SPD), sendo um dos fatores mais importantes no sucesso desse sistema conservacionista (CAIRES E MILLA, 2016). O uso de plantas de cobertura do solo oferece diversos benefícios aos sistemas de produção agrícola. Dentre as contribuições que o emprego dessas plantas proporciona estão a proteção ao solo, o aumento da fertilidade do solo e o aumento da atividade biológica no solo (CHAHAL e EERD, 2019; WOLSCHICK et al., 2016). Além disso, a utilização de plantas de cobertura tende a contribuir para a supressão de plantas daninhas no solo (VINCENT-CABOUD et al., 2019).

A supressão de plantas daninhas pode ocorrer como resultado da ação da palhada, formada por resíduos das plantas de coberturas. Sua presença no solo pode promover efeitos físicos e químicos no banco de semente de plantas daninhas presentes no solo (GUERRA et al., 2015). Akbari et al. (2019), ao utilizarem como plantas de cobertura *Vicia villosa* L., *Secale cereale* L., *Avena sativa* L. e *Raphanus sativus* no cultivo de *Brassica napus* L., verificaram que essas espécies proporcionam redução das plantas daninhas presentes no sistema, sendo que os melhores resultados foram obtidos para as espécies *S. cereale* L. e *V. villosa* L. Além disso, foi observado que essas espécies contribuem para aumentar a produtividade de *B. napus*.

Dentre os efeitos físicos atribuídos à palhada estão a redução da incidência de luz, dificultando a germinação de sementes e a emergência das plântulas, a redução da amplitude térmica na camada superficial do solo, a redução das chances de desenvolvimento de sementes devido as pequenas quantidades de reserva (PITELLI e DURIGAN, 2001).

Braz et al. (2006) ao avaliarem a influência da palhada de sete plantas de cobertura, braquiário (*Brachiaria brizantha*), braquiário em consórcio com o milho (*Zea mays*), guandu-anão (*Cajanus cajan*), milheto (*Pennisetum glaucum*), mombaça (*Panicum maximum*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e estilosantes (*Stylosanthes guianensis*) sob a emergência das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em área de cultivo de milho e feijão, observaram que o braquiário e mombaça apresentaram maior potencial para suprimir a *E. heterophylla* no cultivo de milho e feijão. Os resultados foram atribuídos à redução na incidência de luz, promovida pela presença da palhada sobre as sementes dispostas no solo.

Queiroz et al. (2010), investigou os efeitos da palhada de cinco plantas de coberturas, feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), guandu (*Cajanus cajan*), mucuna-preta (*Mucuna aterrinum*), mucuna-anã (*Mucuna deeringiana*) e crotalária (*Crotalaria juncea*) sobre as plantas daninhas encontradas no cultivo de milho verde, em SPD, e observaram que as palhadas da mucuna-preta e da crotalária promoveram maior supressão das plantas daninhas. No entanto, a maior produtividade de milho verde foi obtida com o uso de palhada de mucuna- preta e crotalária. Segundo esses autores, a presença de palhada propicia à cultura do milho um incremento no seu desenvolvimento inicial, uma vez que há uma redução da interferência causada pelas plantas daninhas, no decorrer deste estágio reprodutivo.

Os efeitos químicos são provenientes da decomposição do material vegetal e liberação de compostos alelopáticos que inibem o surgimento das plantas daninhas (ZUCARELI et al., 2019). De acordo com Rice (1984), a alelopatia pode ser compreendida como qualquer efeito direto ou indireto, prejudicial ou benéfico, proveniente de plantas ou microrganismos por meio de liberação de compostos químicos no ambiente.

Cutti et al. (2016) avaliaram o potencial supressor da palhada de aveia-preta (*Avena strigosa*), azévem (*Lolium multiflorum*), ervilhaca (*Vicia sativa*) e nabo (*Raphanus sativus*) sobre as principais espécies de plantas daninhas presentes na área experimental (corriola - *Ipomoea grandifolia*, leiteiro - *Euphorbia heterophylla*, milhã - *Digitaria sanguinalis*, e tiririca - *Cyperus rotundus*), onde havia cultivo de milho (*Zea mays*) e constataram que a ervilhaca e o azévem apresentaram melhor desempenho na supressão das plantas daninhas. De acordo com os autores, essas espécies podem ter proporcionado maior supressão das plantas daninhas devido ao efeito alelopático.

A escolha da planta de cobertura a ser utilizada na produção da palhada é um fator importante a ser definido. Entre os aspectos a serem considerados estão a produtividade de fitomassa, a fácil obtenção de sementes, a rusticidade, a alta competitividade por recursos (nutrientes, luz e água) e o tempo decomposição da palhada (ALVARENGA et al., 2001).

OBJETIVO

Estes experimentos tiveram por objetivos (i) avaliar os efeitos de diferentes quantidades de palha das plantas de cobertura: crotalaria (*Crotalaria juncea*), milheto (*Pennisetum glaucum*), sorgo (*Sorghum bicolor*), lablab (*Dolichos lablab*) e guandu (*Cajanus cajan*), sobre a emergência das espécies *S. densiflora* e *S. verticillata*; (ii) avaliar o potencial alelopático dos extratos aquosos das espécies utilizadas como planta de cobertura em diferentes concentrações (20%, 40%, 60% e 100%) sobre a germinação das sementes de *S. densiflora* e *S. verticillata*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização dos experimentos ocorreu a prévia semeadura das sementes das seguintes plantas de cobertura: guandu (*Cajanus cajan*), crotalaria (*Crotalaria juncea*), Lablab (*Dolichos lablab*), milheto (*Pennisetum glaucum*) e sorgo (*Sorghum bicolor*), a semeadura foi realizada em novembro, em parcelas de 2 x 5 m, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, SP. Os materiais vegetais foram coletados em janeiro de 2019, quando as plantas ainda encontravam-se em estágio vegetativo.

Bioensaio em casa de vegetação

As unidades experimentais foram compostas por vasos de plásticos com capacidade de 5L com 11 cm de diâmetro, onde foram dispostas 30 sementes das plantas daninhas *S. densiflora* e *S. verticillata*, sobre a superfície do solo. Além disso, para ambas as espécies foram instaladas unidades para o controle (testemunha) onde nenhum tipo de cobertura foi colocada sobre as sementes/ou terra.

As plantas de cobertura foram picadas, utilizando uma tesoura de poda e posteriormente aplicadas de forma homogênea em três diferentes quantidades de massa verde, correspondendo ao total, a metade e ao dobro da recomendação agrônômica, predeterminada para cada espécie: crotalaria (*Crotalaria juncea*): 40 t.ha⁻¹, 20 t.ha⁻¹ e 80 t.ha⁻¹; milheto (*Pennisetum glaucum*): 40 t.ha⁻¹, 20 t.ha⁻¹ e 80 t.ha⁻¹; sorgo (*Sorghum bicolor*): 15 t.ha⁻¹, 7,5 t.ha⁻¹ e 30 t.ha⁻¹. ; lablab (*Dolichos lablab*): 15 t.ha⁻¹, 7,5 t.ha⁻¹ e 30 t.ha⁻¹ e guandu (*Cajanus cajan*): 20 t.ha⁻¹, 10 t.ha⁻¹ e 40 t.ha⁻¹.

A partir dos dados obtidos foi calculada a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência (IVE), com o uso da fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \dots + \frac{Nn}{Dn}$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência; N = números de plântulas verificadas no dia da contagem; D = números de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

Bioensaio em laboratório

Este experimento foi realizado para avaliar o potencial alelopático das plantas de cobertura. Foi conduzido no Laboratório de Ecotoxicologia e Química Ambiental do Departamento de Recurso Naturais e Proteção Ambiental da Universidade Federal de São Carlos- Campus Araras/SP.

Os materiais vegetais frescos, constituídos por folhas e caules das plantas de cobertura, foram primeiramente picados e em seguida secos em estufa a 65° C por 48 horas, posteriormente foram pesados e triturados com o auxílio de um moinho analítico básico. Os materiais vegetais, após estes processos, foram imersos em água destilada, por 48 horas. Em seguida, o extrato foi filtrado em filtro de pano e posteriormente utilizou-se uma bomba elétrica a vácuo acoplada a um funil de Buckner com papel qualitativo. O filtrado obtido foi acondicionado em frasco Kitazato (GATTI; PEREZ e LIMA, 2004).

Os extratos foram preparados na concentração de 12 p/v com base no teor de matéria seca, sendo este considerado o extrato bruto (100% de concentração) (TEIXEIRA et al., 2004). A partir deste, foram feitas diluições com água destilada para 60, 40 e 20%. Os efeitos do extrato bruto e das três diluições foram comparados com o da água destilada, considerada como testemunha (0%).

As unidades experimentais foram constituídas por placas de Petri de 9 cm diâmetro e duas folhas de papel de filtro, do tipo mata borrão. Em cada placa foram dispostas 50 sementes, com espaçamento entre as sementes de aproximadamente 1,5 vezes o seu tamanho, cada tratamento foi composto por quatro repetições. As placas de

Petri foram umedecidas com os extratos ou água destilada, na razão de 2,5 vezes o peso do papel de filtro seco, que foi reumedecido com água destilada quando necessário.

O experimento foi instalado em B.O.D com fotoperíodo e alternância de temperatura (20 - 30 °C) a cada 12 horas, correspondente a melhor temperatura para a germinação das espécies *S. densiflora* e *S. verticillata*, conforme relatado no capítulo I do presente estudo. Foi avaliada a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG), sendo consideradas germinadas as plântulas normais. Foram feitas contagens aos 7, 14, 21 e 28 dias após a sementeira, para o cálculo do IVG, sendo utilizada a equação proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

Onde: IVG = índice de velocidade de germinação; N = números de plântulas verificadas no dia da contagem; D = números de dias após a sementeira em que foi realizada a contagem.

A fim de se obter características físico-químicas de cada extrato utilizado no experimento foi medido o pH dos extratos nas concentrações de 100, 60, 40 e 20%. A medição da concentração molar também foi determinada com o uso de um psicrômetro; essas medições foram realizadas à temperatura de 25°C e expressas em MPa.

Para determinar a influência do potencial osmótico dos extratos, foi realizado um experimento de germinação em soluções de polietilenoglicol (PEG-6000) com os seguintes valores de potencial osmóticos: -0,2; -0,4; -0,8; -1,2 e -1,6 MPa, seguindo as recomendações de Villela, Doni Filho e Serqueira (1991). O experimento foi realizado utilizando-se o mesmo método descrita para o bioensaio com os extratos aquosos das plantas de cobertura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 7 são apresentadas as médias totais da porcentagem de emergência e o IVE das plântulas de *S. densiflora* e *S. verticillata*, após o tratamento com a palhada das diferentes plantas de cobertura. Não houve interação entre as plantas de cobertura do solo e as Quantidades de palhada utilizadas. No entanto, todos tratamentos apresentaram diferença significativa em relação ao tratamento controle (sem palhada).

Além disso, ao consideramos a *S. densiflora* somente houve interação para a Quantidade da palhada utilizando-se a metade da recomendação em relação às demais aplicações no tratamento em que se utilizou o sorgo, sendo que este apresentou menor supressão das plântulas em relação aos demais (Tabela 7). Para *S. verticillata*, observou-se que para crotalária e o sorgo o tratamento com o menor nível de palhada diferiu das outras aplicações, apresentando menor supressão das plântulas. Já nos tratamentos com as plantas de cobertura lablab e guandu o menor nível de palhada diferiu apenas das aplicações onde se utilizou o dobro do nível de palhada recomendado, sendo que o controle nesse tratamento foi melhor que os demais.

Observou-se que as plantas de cobertura crotalária e milheto foram as que apresentaram maior supressão sobre as plantas daninhas, com destaque para o milheto com controle superior a 90% em todos os níveis de palhada utilizados para *S. densiflora* e *S. verticillata* em comparação com o tratamento controle.

Estes resultados concordam com os observados por Hirata et al. (2014) para o milheto e crotalária, ao avaliarem o plantio direto de alface americana no verão sobre plantas de cobertura dessecadas ou roçadas em cultivos sucessivos. Os autores verificaram que o milheto apresentou melhor desempenho, com elevado controle, quase o total, na supressão de plantas daninhas e atribuíram esse resultado a alta produtividade de biomassa da planta do milheto. No entanto, relataram que o excesso de palhada dessas plantas de cobertura dificulta o estabelecimento da alface em plantio direto.

Tabela 7– Valores médios de porcentagem de emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata* submetidas à diferentes Quantidades de palhada e provenientes de diferentes plantas de cobertura. Araras, SP -2019

Quantidade da palhada*	<i>Spermacoce densiflora</i>									
	Crotalária		Milheto		Sorgo		Lablab		Guandu	
	E (%)	IVE	E (%)	IVE	E (%)	IVE	E (%)	IVE	E (%)	IVE
0	87,5 a	9,5 a	87,5 a	9,5 a	87,5 a	9,5 a	87,5 a	9,5 a	87,5 a	9,5 a
0,5	4,2 b	0,2 b	9,2 b	0,5 b	42,5 b	4,1 b	22,5 b	2,8 b	14,2 b	0,7 b
1	2,5 b	0,2 b	0,8 b	0,1 b	9,2 c	0,5 c	16,7 b	1,0 b	5,8 b	0,5 b
2	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,8 c	0,0 c	6,7 b	1,2 b	3,3 b	0,1 b
C.V. (%)	26,1	48,5	27,6	48,0	20,2	35,4	42,3	50,8	32,0	44,6
Quantidade da palhada*	<i>Spermacoce verticillata</i>									
	Crotalária		Milheto		Sorgo		Lablab		Guandu	
	E (%)	IVE	E (%)	IVE	E (%)	IVE	E (%)	IVE	E (%)	IVE
0	86,7 a	10,0 a	86,7 a	10,0 a	86,7 a	10,0 a	86,7 a	10,0 a	86,7 a	10,0 a
0,5	16,7 b	1,6 b	7,5 b	0,8 b	31,7 b	3,4 b	24,2 b	2,7 b	51,7 b	4,3 b
1	0,0 c	0,0 c	0,8 b	0,1 c	6,7 c	0,5 c	13,3 bc	0,9 bc	25,7 b	2,8 bc
2	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 c	10,0 c	0,4 c	0,0 c	0,0 c	8,3 c	0,4 c
C.V. (%)	19,5	21,2	14,1	10,8	24,4	27,0	27,1	32,3	19,9	21,17

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * Quantidades referentes a testemunha (0), a metade da recomendação (0,5), a recomendação (1) e ao dobro da recomendação para cada planta de cobertura.

Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira et al. (2014) no controle das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa*. Neste trabalho o milheto apresentou melhor desempenho na supressão das plantas daninhas que o sorgo.

Analisou-se os níveis de palhada em relação a velocidade de emergência, todos os tratamentos com plantas de cobertura apresentaram diferença significativa em relação a testemunha.

Observou-se que o IVE foi reduzido em função do aumento da Quantidade da palhada (Tabela 7). O efeito da palhada das plantas de cobertura crotalária e milheto, apresentaram melhor desempenho atrasando a emergência das plântulas de forma mais eficaz do que os demais tratamentos em relação ao tratamento controle.

Trezzi et al. (2006) ao avaliarem os efeitos de diferentes níveis de palhada de sorgo, milho e aveia no controle da planta daninha *Euphorbia heterophylla*, também

observaram que a presença de palhada na superfície do solo pode reduzir a velocidade de emergência dessa daninha.

A aplicação de palhada na superfície do solo promove uma barreira física a ser superada pelas plântulas, que tende a consumir suas reservas energéticas antes de atingirem a superfície e iniciar a fotossíntese (CORREIA; DURIGAN; KLINK, 2006). Além disso, a presença de cobertura vegetal sobre o solo pode ter interferido no processo de emergência das plantas daninhas, por impedir que fótons atinjam as sementes, impedindo assim seu desenvolvimento (SAGE e KUBIEN, 2003).

A liberação de substâncias químicas da palhada quando disposta sobre o solo tendem a ser lentamente disponibilizada sobre o solo, em contraste ao que ocorre quando essa é incorporada ao solo. Sendo que, a intensidade do efeito do aleloquímico depende de sua concentração (PEREIRA et al., 2011).

Neste contexto, na Tabela 8 são apresentadas médias totais referentes a porcentagem de germinação das plantas daninhas quando expostas a extratos aquosos em diferentes concentrações das plantas de cobertura crotalária, milho, sorgo, lablab e guandu.

Tabela 8 - Valores médios de porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata* submetidas à diferentes concentrações de extratos aquosos proveniente de diferentes plantas de cobertura. Araras-SP, 2

<i>Spermacoce densiflora</i>										
Concentração dos extratos (g/L)	Crotalária		Milheto		Sorgo		Lablab		Guandu	
	G (%)	IVG	G (%)	IVG	G (%)	IVG	G (%)	IVG	G (%)	IVG
0	46,5 a	12,6 a	46,5 a	12,6 a	46,5 a	12,6 a	46,5 a	12,6 a	46,5 a	12,6 a
20	9,0 b	1,7 b	22,5 b	3,4 b	15,5 b	2,4 b	13,5 b	2,4 b	5,0 b	0,7 b
40	11,0 b	1,3 b	13,0 bc	1,7 bc	13,5 b	1,8 b	10,0 b	1,8 b	0,0 b	0,0 b
60	13,5 b	1,4 b	5,0 c	0,7 bc	6,5 bc	0,7 b	2,0 b	0,1 b	0,0 b	0,0 b
100	13,5 b	1,7 b	0,5 c	0,1 c	0,0 c	0,0 b	0,5 b	0,1 b	0,0 b	0,0 b
C.V. (%)	36,9	38,6	44,2	41,4	36,6	41,1	44,0	43,7	41,3	47,5
<i>Spermacoce verticillata</i>										
Concentração dos extratos (g/L)	Crotalária		Milheto		Sorgo		Lablab		Guandu	
	G (%)	IVG	G (%)	IVG	G (%)	IVG	G (%)	IVG	G (%)	IVG
0	93,0 a	7,0 a	93,0 a	7,0 a	93,0 a	7,0 a	93,0 a	7,0 a	93,0 a	7,0 a
20	2,0 b	0,6 b	1,5 b	0,2 b	6,0 b	0,8 b	2,5 b	0,4 b	4,0 b	0,5 b
40	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 bc	1,0 b	0,1 b	0,5 b	0,1 b	0,5 b	0,1 b
60	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 bc	0,0 b					
100	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
C.V. (%)	41,5	38,6	41,5	41,4	38,0	41,1	40,5	43,7	39,7	47,5

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para *S. densiflora*, observou-se que os tratamentos com crotalária, lablab e feijão guandu não diferiram quando submetidos a diferentes concentrações dos extratos das plantas de cobertura, mas diferiram do tratamento controle. Os tratamentos com milheto e sorgo, também diferiram do tratamento controle, ademais apresentaram diferenças em relação as distintas concentrações aplicadas; o milheto promoveu maior porcentagem de germinação na concentrações de 20% de extrato em relação aos valores obtidos nas concentrações de 100% e 60%; o sorgo proporcionou menor porcentagem de germinação no tratamento com 100% de concentração do extrato em relação as concentrações de 20 e 40%.

No caso da *S. verticillata* observou-se que os tratamentos não apresentaram diferença significativa nas diferentes concentrações dos extratos aplicados

; assim como para *S. densiflora* houve menores porcentagens de germinação entre os tratamentos em comparação com o tratamento controle.

De acordo com os resultados obtidos, no presente trabalho, observou-se que o aumento gradativo da concentração dos extratos foi acompanhado por menores porcentagens de germinação para *S. densiflora* e *S. verticillata* (Tabela 8). Sendo que, a partir da concentração de extratos aquosos de 20% das plantas de cobertura houve decréscimo da porcentagem de germinação, e o mesmo ocorreu ao analisarmos o IVG, para as ambas as plantas daninhas.

Houve diferença significativa na interação dos tratamentos com a testemunha para *S. densiflora* e *S. verticillata*. Observou-se que apenas no experimento com a *S. densiflora* no tratamento com a planta de cobertura milho com extrato aquoso a 20% de concentração diferiu significativamente, proporcionou maiores porcentagens de germinação das sementes, em relação ao uso do extrato aquoso a 60 e 100% concentração.

Hoffmann et al. (2010) obteve resultados semelhantes ao avaliar o IVG das sementes de *Lactuca sativa* e *Bidens pilosa* em diferentes concentrações dos extratos aquosos de *Nerium Oleander*. Os autores observaram que o aumento da concentração dos extratos promovia menores valores do IVG.

Observou-se que a *S. verticillata* apresentou maior redução na germinação e no IVG com o aumento da concentração dos extratos.

O tratamento que apresentou melhor supressão da germinação, em relação ao tratamento controle, das sementes de *S. densiflora* foi o guandu seguido de lablab e o desempenho mais eficaz para *S. verticillata* foi o milho seguido da crotalária.

No entanto, observa-se que o aumento da concentração do extrato aquoso com a planta de cobertura crotalária levou ao aumento da porcentagem de germinação. Resultados semelhantes foram observados por Araújo, Espírito Santo e Santana (2010). Os autores observaram que o extrato de crotalária promoveu aumento no número de sementes germinadas das plantas daninhas *Euphorbia heterophilla* e *Bidens pilosa*.

Vargas, Passos e Karam (2018) avaliaram extratos aquosos das partes aéreas de 13 plantas de coberturas, incluindo crotalária, milho, sorgo e guandu sobre a germinação das sementes de *S. verticillata*, os autores observaram que o a crotalária estavam entre as plantas de cobertura com maior efeito supressivo na germinação dessa planta daninha.

Em relação às características físico-químicas obtidas para os extratos das plantas de cobertura, observou-se que os valores de pH variaram entre 5,02 e 6,53 (Tabela 8),

verificando-se, portanto, baixa acidez. Resultados semelhantes foram obtidos por Aquila (2000), que observou variação de pH entre 5,1 e 6,4 para extratos de *Ilex paraguariensis*.

Os valores de potencial osmótico observados para os extratos das plantas de cobertura apresentaram variação entre -0,23 e -1,24 MPa (Tabela 9). No tratamento controle houve a germinação de 55% das sementes de *S. densiflora* e 61% das sementes de *S. verticillata*.

No experimento com solução de PEG-6000 não houve diferenças significativas entre tratamentos.

Tabela 9 – Características físico-químicas dos extratos aquosos das partes aéreas das plantas de cobertura medidos, nas concentrações de 20%, 40%, 60% e 100% e seus respectivos pH.

Característica físico-químicas dos extratos					
	Crotalária	Milheto	Sorgo	Lablab	Guandu
Extratos	pH				
20%	5,23	6,3	6,53	5,92	6,17
40%	5,04	6,28	6,22	5,85	6,03
60%	5,07	6,39	6,3	5,83	5,99
100%	5,02	6,23	6,1	5,67	5,77
Extratos	Potencial osmótico (MPa)				
20%	-0,33	-0,29	-0,23	-0,25	-0,24
40%	-0,18	-0,69	-0,31	-1,14	-0,93
60%	-0,44	-0,35	-0,38	-0,41	-0,45
100%	-0,37	-1,21	-0,84	-1,21	-1,24

As médias da porcentagem de germinação se encontram na Tabela 10. Analisando-se a germinação da *S. densiflora* em solução de PEG-6000, verificou-se a germinação de 22,5% das sementes no potencial de -0,2MPa, 15% das sementes no potencial de -0,4 MPa e 0,5% das sementes no potencial de -0,8 MPa. Não houve germinação de *S. densiflora* nos potenciais osmóticos de -1,2 e -1,6 MPa.

Tabela 10 - Efeito de soluções de PEG 6000 de osmolaridade similar aos extratos, sobre a germinação (%) de sementes de *Spermacoce densiflora* e *Spermacoce verticillata*. Araras-SP, 2019.

Plantas daninhas	Tratamentos					
	Controle	- 0,2 MPa	- 0,4 MPa	- 0,8 MPa	- 1,2 MPa	- 1,6 MPa
<i>S. densiflora</i>	55	22,5	15	0,5	0	0
<i>S. verticillata</i>	61	27,5	30,5	0	0	0

Quando colocadas em solução de PEG-6000, a germinação de sementes de *S. verticillata* germinaram 27,5% no potencial osmótico de -0,2 MPa e 30,5% em solução de -0,4 MPa. Não foi observada germinação a -0,8; -1,2 e -1,6 MPa.

Neste contexto, observou-se que a porcentagem de germinação das sementes de ambas espécies daninha foi numericamente maior no experimento com PEG- 6000, entre os potenciais de -0,2 a -0,4 MPa, ao compará-las com a porcentagem de germinação obtidas em diferentes extratos aquosos das partes aéreas, das plantas de cobertura com potencial osmótico similares (Tabela 8), pode-se inferir que a redução na porcentagem e velocidade de germinação tenha ocorrido, principalmente, pela presença de metabólicos secundários com atividade alelopática.

Resultados semelhantes foram observados por Gatti; Perez e Lima (2004), ao analisarem os efeitos de extratos aquosos de folhas de *Aristolochia esperanzae*, nas concentrações de 25, 50, 75 e 100%, sobre a germinação de *Lactuca sativa* L e *Raphanus sativus* L. aos compará-los com soluções de PEG-6000 de -0,3 e -0,4MPa. De acordo com os autores houve germinação de *L. sativa* e *R.sativus* apenas nas soluções com potencial osmótico abaixo de -0,4 MPa.

Considerando que, em soluções com potenciais osmóticos abaixo de -0,8 MPa, praticamente não houve germinação das sementes de plantas daninhas, pode-se inferir que a redução da porcentagem de germinação e menores valores de IVG das plantas daninhas (Tabela 8) pode ter ocorrido devido ao efeito do potencial hídrico das soluções e não em função da atividade alelopática dos extratos aquosos das partes aéreas, das plantas de cobertura.

Resultados semelhantes foram obtidos por Fonseca et al. (2012) ao avaliarem o comportamento germinativo de sementes de *Adenanthera Pavonina* submetidas a soluções de PEG-6000. Os autores observaram ausência de germinação em potenciais osmóticos abaixo de -0,4MPa. Possivelmente, com a redução do potencial osmótico das

soluções de PEG-6000 pode ter comprometido a disponibilidade de oxigênio para as sementes, devido ao aumento da viscosidade das soluções, impossibilitando a ocorrência da germinação (YOON et al., 1997).

CONCLUSÃO

O uso das plantas de coberturas pode ser uma alternativa no manejo integrado das plantas daninhas *S. densiflora* e *S. verticillata*.

Não há diferença significativa entre as diferentes quantidades de palhada utilizadas, no entanto o uso da metade da recomendação indicada para cada espécie de cobertura é a menos eficaz. O milho e a crotalária apresentam desempenho superior na supressão da germinação das sementes das plantas daninhas em comparação ao tratamento controle.

Com o aumento da concentração dos extratos, há redução da porcentagem e velocidade de germinação para *S. densiflora* e *S. verticillata*, apresentando possível efeito alelopático em concentrações com potencial osmótico variando entre -0,2 e 0,4 MPa.

REFERÊNCIAS

- AKBARI, P., HERBERT, S. J., HASHEMI, M., BARKER, A. V., ZANDVAKILI, O. R. Role of Cover Crops and Planting Dates for Improved Weed Suppression and Nitrogen Recovery in No till Systems. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, p. 1-10, 2019.
- ALVARENGA, R. C., CABEZAS, W. A. L., CRUZ, J. C., SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.
- AQUILA, M.E.A. 2000. Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Iheringia** 53 (Sér. Bot): 51-66
- ARAÚJO, É. D. O., SANTANA, C. N., SANTO, E. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de milho e feijão. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 108-116, 2011.
- AZEVEDO, D. M. P.; SPEHAR, C. R. Decomposição da palhada de culturas para plantio no período de safrinha em solos de tabuleiros costeiros. **Embrapa Meio-Norte- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2002.
- BRAZ, A. J. B. P., PROCÓPIO, S. O., CARGNELUTTI FILHO, A., SILVEIRA, P. M., KLIEMANN, H. J., COBUCCI, T., BRAZ, G. B. P. Emergência de plantas daninhas em lavouras de feijão e de trigo após o cultivo de espécies de cobertura de solo. **Planta daninha**, p. 621-628, 2006.
- CAIRES, E. F; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 87-95, 2016.
- CHAHAL, I; VAN EERD, L. L. Quantifying soil quality in a horticultural-cover cropping system. **Geoderma**, v. 352, p. 38-48, 2019.
- CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; KLINK, U.P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.245-253, 2006.

CUTTI, L., LAMEGO, F. P., AGUIAR, A. C. M. D., KASPARY, T. E., RIGON, C. A. G. Winter cover crops on weed infestation and maize yield. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 885-891, 2016.

FONSECA, S. C. L., PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de olho-de-dragão (*Adenantha pavonina* L.): ação de poliaminas na atenuação do estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n. 2, p. 14- 20, 2012.

GATTI, A. B., PEREZ, S. C. J. G. D., LIMA, M. I. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, 2004.

GUERRA, N., DE OLIVEIRA NETO, A. M., FLORA, R., GUERRA, A., MEERT, L., BOTTEGA, E. L. Efeito de palhadas e métodos de irrigações na supressão de plantas daninhas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 3, p. 240-246, 2015.

HIRATA, A. C. S., HIRATA, E. K., GUIMARÃES, E. C., RÓS, A. B., MONQUERO, P. A. Plantio direto de alface americana sobre plantas de cobertura dessecadas ou roçadas. **Bragantia**, v. 73, n. 2, p. 178-183, 2014.

HOFFMANN, C. E. F., DAS NEVES, L. A. S., BASTOS, C. F., DA LUZ WALLAU, G. Atividade alelopática de *Nerium Oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca Sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 6, n. 1, p. 11-21, 2010.

LIMA, S. F., TIMOSSI, P. C., ALMEIDA, D. P., DA SILVA, U. R. Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de cobertura. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 37-47, 2014.

MAGUIRE, J.D. Speed of Germination—Aid In Selection And Evaluation for Seedling Emergence And Vigor 1. **Crop science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

OLIVEIRA JR, R. S., RIOS, F. A., CONSTANTIN, J., ISHII-IWAMOTO, E. L., GEMELLI, A., MARTINI, P. E. Grass straw mulching to suppress emergence and early growth of weeds. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 11-17, 2014.

PEREIRA, M. R. R., TEIXEIRA, R. N., SOUZA, G. S. F., SILVA, J. I. C., MARTINS, D. Inibição do desenvolvimento inicial de plantas de girassol, milho e triticale por palhada de capim-colchão. **Planta daninha**, v. 29, n. 2, p. 305-310, 2011.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. **ROSSELLO, RD Siembra directa en el cono sur. Montevideo: PROCISUR**, p. 203-210, 2001.

QUEIROZ, L. R., GALVÃO, J. C. C., CRUZ, J. C., DE OLIVEIRA, M. F., TARDIN, F. D. Supressão de plantas daninhas na produção de milho-verde orgânico em sistema de plantio direto. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2010.

RICE, E.L. Allelopathy. 2ª Edição., New York, Academic Press, 1984.

SAGE, R. F.; KUBIEN, D. S. Quo vadis C4? An ecophysiological perspective on global change and the future of C4 plants. **Photosynthesis Research**, New York, v. 77, n. 2, p. 209-225, 2003.

TEIXEIRA, C. M., CARVALHO, G. J., ARAÚJO, J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 691-695, 2004.

TEIXEIRA, C. M., DE CARVALHO, G. J., SILVA, C. A., DE ANDRADE, M. J. B., PEREIRA, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milheto solteiro e consorciado com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 497-505, 2010.

TREZZI, M. M., VIDAL, R. A., MATTEI, D., SILVA, H. L., CARNIELETO, C. E., GUSTMANN, M. S., MACHADO, A. Efeitos de resíduos na parte aérea de sorgo, milho e aveia na emergência e no desenvolvimento de plântulas de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes a inibidores da ALS. **Planta daninha**, v. 24, n. 3, p. 443-450, 2006.

VARGAS, L. A.; PASSOS, A. M. A.; KARAM, D. Allelopathic potential of Cover Crops in Control of Shrubby False Buttonweed (*Spermacoce verticillata*). **Planta Daninha**, v. 36, 2018.

VILLELA, F. A., DONI FILHO, L., SEQUEIRA, E. L. Tabela de Potencial Osmótico em Função da Concentração de Polietileno Glicol 6.000 e da Temperatura. **Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1991.

VINCENT-CABOUD, L., VEREECKE, L., SILVA, E., PEIGNÉ, J. Cover Crop Effectiveness Varies in Cover Crop-Based Rotational Tillage Organic Soybean Systems Depending on Species and Environment. **Agronomy**, v. 9, n. 6, p. 319, 2019.

WOLSCHICK, N. H., BARBOSA, F. T., BERTOL, I., DOS SANTOS, K. F., DE SOUZA WERNER, R., BAGIO, B. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 2, p. 134-143, 2016.

YOON, Y.; LANG, H. J.; COBB, B.G. Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures. **HortScience**, v.32, n.2, p.248-250, 1997.

ZUCARELI, V., COELHO, E. M. P., FERNANDES, W. V., PERES, E. M., STRACIERI, J. Potential of *Sorghum bicolor* at Different Phenological Stages. **Planta Daninha**, v. 37, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as estratégias de manejo das espécies pesquisadas podemos sugerir que: o agricultor busque identificar qual espécie esta presente sem sua área, uma vez como apresentado a *S. densiflora* e *S. verticillata* apresentam comportamento fotoblástico positivo e fotoblástico neutro, respectivamente. Neste sentido, o uso de planta de cobertura é viável para *S. densiflora* ao considerarmos que a barreira física proporcionada pela palhada impedirá a incidência de luz.

Para áreas que apresentem qualquer das espécies recomenda-se cuidados com a formação de bancos de sementes próximo a superfície do solo. Em relação ao uso de palhada, das plantas utilizadas no trabalho, o agricultor não deve utilizar Quantidade da palhada abaixo do recomendado, uma vez que a redução implicará em menor barreira física. Ressaltamos que não podemos inferir se o extrato das plantas de cobertura pode afetar as principais culturas de interesse agrícola.

Para que o manejo das plantas daninhas seja efetivo é necessário um amplo conhecimento da biologia das espécies e dos fatores ambientais que afetam o seu desenvolvimento. As espécies pesquisadas apresentam maiores taxas de germinação quando submetidas a alternância de temperatura. Nas análises de projeções climáticas há referências ao comprometimento da produção agrícola decorrente do impacto do aumento da temperatura, mas poucos dados apresentam cenários que consideram como essas mudanças podem afetar a dinâmica da população e banco de sementes de plantas daninhas. Considerando que a alternância de temperatura potencializa a germinação das sementes de vassourinha de botão, estudos que possam predizer seu comportamento em cenários com diferentes temperaturas podem contribuir para o controle desta planta daninha.

O uso das plantas de cobertura já consagrados na literatura são ótimos objetos de estudos. No entanto, a viabilidade de tais plantas poderia ser baseada na capacidade da planta de cobertura de adaptar-se a diferentes climas. Dessa forma, torna-se promissor, estudos visando selecionar espécies com maior viabilidade econômica e ambiental para compor um sistema agrícola de acordo com suas especificidades.