

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Rodrigo Roso

***Echium plantagineum* L. (BORAGINACEAE): SUPERAÇÃO DA
DORMÊNCIA, RESPOSTAS À TEMPERATURAS, LUZ E
PROFUNDIDADES DE SEMEADURA**

Santa Maria, RS
2017

Rodrigo Roso

***Echium plantagineum* L. (BORAGINACEAE): SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA,
RESPOSTAS À TEMPERATURAS, LUZ E PROFUNDIDADES DE SEMEADURA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Ubirajara Russi Nunes

Santa Maria, RS
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ROSO, RODRIGO

Echium plantagineum L. (BORAGINACEAE): SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA, RESPOSTAS À TEMPERATURAS, LUZ E PROFUNDIDADES DE SEMEADURA / RODRIGO ROSO.- 2017.

57 p.; 30 cm

Orientador: UBIRAJARA RUSSI NUNES

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2017

1. Ácido giberélico 2. Emergência de plântulas 3. Flor roxa 4. Nitrato de potássio 5. Fotoblastismo I. RUSSI NUNES, UBIRAJARA II. Título.

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Rodrigo Roso. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: rodrigoroso@yahoo.com.br

Rodrigo Roso

***Echium plantagineum* L. (BORAGINACEAE): SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA,
RESPOSTAS À TEMPERATURAS, LUZ E PROFUNDIDADES DE SEMEADURA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Aprovado em 24 de fevereiro de 2017:



Ubirajara Russi Nunes, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Sérgio Luiz de Oliveira Machado, Dr. (UFSM)



Géry Eduardo Meneghella, Dr. (UFPEL)

DEDICATÓRIA

*A toda minha família pelo apoio e ajuda. Dedico também à minha avó **Antonina Furlan Roso** que infelizmente não está mais entre nós para presenciar esse momento, onde me espelhei para ter força de lutar pela concretização dos meus sonhos. E a **Caren Alessandra Müller** pelo companheirismo e pelo seu amor.*

AGRADECIMENTOS

Em especial a Deus, pois sem ele nada seria possível.

Aos meus pais José Luiz Furlan Roso e Ivone Maria da Rosa Roso, meu irmão Leonardo Roso e toda minha família pelo incentivo, apoio e ajuda durante esse período de caminhada e formação.

A minha namorada Caren Alessandra Müller e a sua família pelo companheirismo, amor, amizade, apoio e ajuda prestada durante a condução dos experimentos, e principalmente pela sua compreensão.

Ao meu orientador Ubirajara Russi Nunes por me acolher em seu grupo de pesquisa e acreditar no meu potencial, auxiliando e contribuindo para minha formação.

À professora Juçara Terezinha Paranhos pela amizade e auxílio no planejamento, elaboração e correção dos trabalhos.

Aos meus colegas de pós-graduação Joner Dalcin, Tiéle Stuker Fernandes, Mariane Comiran, Eduardo José Ludwig, Janine Farias Menegaes, Lovane Fagundes e Priscila Barbieri Zini pelo tempo de convivência, troca de experiência e trabalho.

Aos estagiários do Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes Cassiano Vasconcelos Santos, Geovana Facco Barbieri, Rafaella Gai dos Santos, Pablo Reno Sangoi e Lucas Sperotto pela amizade e ajuda na condução dos experimentos.

Ao professor Rogério Luiz Backes pela amizade e pelas horas de conversa.

À Universidade Federal de Santa Maria pela infraestrutura que permitiu minha formação durante esses anos de estudo.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus amigos Lucas Lopes Coelho, Ivair Valmorbida, Felipe Vedovatto, Luciano Cassol, Jéssica Stecca e Fagner Dias pelo apoio e companheirismo.

A todos aqueles que não foram lembrados, mas direta ou indiretamente contribuíram para a realização do trabalho e tornaram minha vida em Santa Maria mais feliz e agradável, meu sincero sentimento de gratidão.

RESUMO

***Echium plantagineum* L. (BORAGINACEAE): SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA, RESPOSTAS À TEMPERATURAS, LUZ E PROFUNDIDADES DE SEMEADURA**

AUTOR: Rodrigo Roso
ORIENTADOR: Ubirajara Russi Nunes

Echium plantagineum é considerada uma planta ruderal invasiva anual, eventualmente bienal, originária da região do Mediterrâneo e Europa Ocidental, de fácil adaptação, com até 1,5 m de estatura, reproduzida por sementes, e com potencial para se converter em planta daninha. Além de possuir fácil capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais. Diante do exposto, o trabalho tem como objetivos avaliar métodos de superação da dormência, regimes de luz, variações de temperaturas e profundidades de semeadura na qualidade fisiológica de sementes de *E. plantagineum*. Foram conduzidos três experimentos, sendo dois em laboratório, em que no Experimento I avaliou-se tratamentos de superação de dormência de sementes com tempos de exposição a alta temperatura (42 °C) e umidade [TU] (100%) (24, 48, 72 e 96 h), tempos de imersão em nitrato de potássio [NP] (0,2%) (6, 12, 18 e 24 h), imersão em concentrações de ácido giberélico [AG] (250, 500, 750, 1000 e 1500 mg L⁻¹), e NP+AG (12 h) + (125, 250, 375, 500 e 625 mg L⁻¹). No Experimento II as sementes foram submetidas a diferentes temperaturas constantes (5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C) em presença ou ausência de luz. O Experimento III foi conduzido em casa de vegetação, no qual as sementes foram alocadas a diferentes profundidades no solo (0,0, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, e 5,0 cm) sob presença ou ausência de cobertura vegetal com palha de azevém (*Lolium multiflorum* L.). Em geral, os tratamentos pré-germinativos utilizando NP e AG aplicados de forma sequencial são favoráveis para a superação da dormência, permitindo máxima expressão do vigor e germinação das sementes, possibilitando gerar plântulas com estruturas primárias normais. As sementes de *E. plantagineum* podem ser classificadas como fotoblásticas neutras, possuindo a temperatura de 20 °C como ótima para germinação, variável de 10 a 30 °C. Quando as sementes foram submetidas a profundidades no solo, ocorreu diminuição acentuada da emergência com o aumento da profundidade, sendo que as sementes localizadas na superfície apresentaram maior emergência, ocorrendo influência positiva da cobertura do solo com palha.

Palavras-chave: Ácido giberélico. Emergência de plântulas. Flor roxa. Nitrato de potássio. Fotoblastismo.

ABSTRACT

***Echium plantagineum* L. (BORAGINACEAE): OVERCOMING DORMANCY, RESPONSE TO TEMPERATURES, LIGHT AND SOWING DEPTHS**

AUTHOR: Rodrigo Roso
ADVISOR: Ubirajara Russi Nunes

Echium plantagineum is considered an annual invasive ruderal plant, possibly biennial, originating in the Mediterranean region and Western Europe, of easy adaptation, with up to 1,5 m of height, reproduced by seeds, and with potential to become weed. Besides being easy to adapt to different environmental conditions. Besides being easy to adapt to different environmental conditions. In view of the above, the objective of the work is to evaluate methods of overcoming dormancy, light regimes, temperature variations and seeding depths in the physiological quality of *E. plantagineum* seeds. Three experiments were conducted, two in the laboratory, in which Experiment I evaluated seed dormancy overcoming treatments with high temperature exposure times (42 °C) and humidity [TU] (100%) (24, 48, 72 and 96 h), immersion times in potassium nitrate (PN) (0,2%) (6, 12, 18 and 24 h), immersion in concentrations of gibberellic acid [GA] (250, 500, 750, 1000 and 1500 mg L⁻¹), and PN + GA (12 h) + (125, 250, 375, 500 and 625 mg L⁻¹). In Experiment II the seeds were submitted to different constant temperatures (5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 °C) in the presence or absence of light. Experiment III was conducted in a greenhouse, in which the seeds were allocated to different soil depths (0,0, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, and 5,0 cm) in the presence or absence of plant cover with ryegrass straw (*Lolium multiflorum* L.). In general, the pre-germination treatments using PN and GA applied sequentially are favorable for overcoming dormancy, allowing maximum expression of vigor and germination of the seeds, making it possible to generate seedlings with normal primary structures. Seeds of *E. plantagineum* can be classified as neutral photoblasts, having a temperature of 20 °C as optimum for germination, variable from 10 to 30 °C. When the seeds were submitted to depths in the soil, there was a significant decrease of the emergence with the increase of the depth, being the seeds located at the surface showed greater emergence, occurring positive influence of the soil cover with straw.

Keywords: Gibberellic acid. Emergence of seedlings. Purple flower. Potassium nitrate. Photoblastism.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Primeira contagem de germinação (A) e percentagem de germinação aos 14 dias após a sementeira (B) dos diáporos (fruto concrecido com a semente) de *E. plantagineum*, submetidas a diferentes temperaturas e regimes de luz.....43
- Figura 2 - Sementes de *E. plantagineum* dormentes viáveis submetidas a diferentes temperaturas e regimes de luz.....43
- Figura 3 - Comprimento da parte aérea (A), comprimento de raiz (B), comprimento total (C) e massa seca (D) de plântulas de *E. plantagineum* obtidos em sementes submetidas a diferentes temperaturas e regimes de luz.....44
- Figura 4 - Emergência de plântulas aos 7, 14 e 21 dias após a sementeira (DAS), obtidas através de diáporos (fruto concrecido com a semente) de *E. plantagineum* alocados a diferentes profundidades de sementeira (A) e cobertura vegetal (B).....44

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Tratamentos pré-germinativos utilizados para superação da dormência de sementes de *E. Plantagineum*.....41
- Tabela 2 - Médias de germinação (G, %), primeira contagem de germinação (PC, %), índice de velocidade de germinação (IVG) e sementes dormentes viáveis (DV, %), de *E. plantagineum* após a exposição dos diásporos (frutos concrecidos com a semente) a tratamentos pré-germinativos para a superação da dormência de sementes.....41
- Tabela 3 - Médias de comprimento de parte aérea (PA, cm), comprimento de raiz (RA, cm), comprimento total (CT, cm) e massa seca (MS, mg pl⁻¹), de plântulas obtidas a partir da germinação de sementes de *E. plantagineum* após tratamentos pré-germinativos para a superação da dormência.....42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 <i>Echium plantagineum</i>	14
2.2 FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO DE SEMENTES	16
2.2.1 Temperatura	17
2.2.2 Luz	18
2.2.3 Profundidade de deposição no solo	20
2.2.4 Dormência	22
3. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Echium plantagineum</i> L. SUBMETIDAS À SUPERANÇA DA DORMÊNCIA E VARIAÇÕES DE TEMPERATURA, LUZ E PROFUNDIDADE DE SEMEADURA	25
Introdução	27
Material e métodos	29
Resultados e discussão	32
Conclusões	37
Referências	38
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
APÊNDICE	53
ANEXO	55

1. INTRODUÇÃO

Echium plantagineum L. (Boraginaceae) conhecida popularmente como flor roxa ou soagem, é uma espécie anual, eventualmente bienal, originária da região do Mediterrâneo e Europa Ocidental (da Inglaterra ao sul da Península Ibérica), leste da Criméia, norte da África, e sudeste da Ásia. Apresenta fácil adaptação, com até 1,5 metros de estatura, reproduzida por sementes, e com potencial para se converter em planta daninha. Ocorre em lavouras agrícolas, campo nativo com pastagem natural ou cultivada, áreas em pousio, terrenos baldios, margens de caminhos e estradas, e se adaptam facilmente aos diversos climas e solos. No Rio Grande do Sul (RS), é encontrada em lavouras como cereais de inverno e em pastagens de aveia e azevém. Essa espécie tem potencial para provocar danos nas culturas agrícolas através habilidade de competição por luz, espaço e nutrientes além de prejuízos financeiros pelo alto custo para o controle. Além disso, foi constatado biótipos resistentes a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) no RS. Também foi constatada resistência a herbicidas inibidores de ALS na Austrália, em que *E. plantagineum* é considerada uma planta daninha agressiva e de difícil controle, por infestar diversas culturas e causar grandes prejuízos econômicos.

A ocorrência de biótipos resistentes a herbicidas indica a necessidade de técnicas de manejo integrada de plantas daninhas. Para isso, obter informações relacionadas a biologia de *E. plantagineum* é fundamental para desenvolver estratégias de manejo eficientes. Na literatura alguns autores afirmam que essa espécie não possui época específica de controle, pois as sementes podem germinar a qualquer momento do ano. No entanto, observa-se que no outono ocorre maior fluxo de germinação e emergência, podendo também, as sementes permanecerem por longos períodos em dormência no solo. Poucos estudos sobre a fisiologia da germinação dessa planta daninha foram realizados, sendo que a descontinuidade do processo de germinação pode estar associado a mecanismos de dormência que a semente possui. Além disso, como estratégia de sobrevivência e adaptação ao ambiente, *E. plantagineum* possui um período longo de produção de sementes, desuniformidade na maturação e dispersão pela planta mãe.

Fatores ambientais como temperatura e disponibilidade de luz também podem influenciar à germinação das sementes de *E. plantagineum* presentes no solo. Sendo que a faixa ótima de temperatura que as sementes têm a capacidade de germinar é

característica de cada espécie, ocorrendo variações entre as mesmas. Já a luz, em algumas espécies, é um dos agentes naturais de superação de dormência das sementes, sendo que, depois de superado esse tipo de dormência a germinação ocorrerá tanto na presença quanto na ausência de luz. As funções ecológicas do foto controle é evitar a germinação de sementes pequenas em profundidades inadequadas no solo, pois as reservas disponíveis nas sementes não seriam suficientes para a emergência das plântulas. A localização de sementes no perfil e a presença de palha na superfície do solo também interferem na germinação e emergência de plântulas. Em herbologia, estas informações são relevantes no estabelecimento de estratégias de manejo cultural, visando reduzir as infestações e o banco de sementes no solo.

Com base no exposto, o trabalho tem como objetivo avaliar métodos de superação da dormência, regimes de luz, variações de temperaturas e profundidades de semeadura na qualidade fisiológica de sementes de *E. plantagineum*. Buscando identificar o método mais adequado para a superação da dormência, a influência de temperaturas e regimes de luz na germinação de sementes e o efeito de profundidades de semeadura e presença ou ausência de cobertura do solo com palha na emergência das plântulas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Echium plantagineum*

Echium plantagineum L. pertencente à família Boraginaceae, popularmente conhecida como flor roxa ou soagem. É uma espécie herbácea, anual ou bianual em alguns casos, nativa da Europa, é encontrada no sul da França, Itália, Espanha, Ilhas Canárias, leste da Criméia, norte da África e sudeste da Ásia (SAINT-HILAIRE, 2009). As sementes dessa espécie apresentam óleo, cuja concentração varia de 200 a 250 g kg⁻¹, que possui potencial de utilização pela indústria farmacêutica para o tratamento de eczema, acne, rugas, protege e hidrata a pele da exposição ao sol, podendo ser utilizado para a fabricação de cosméticos (BERTI et al., 2007). Além disso, apresenta flores melíferas, no qual é possível utilizá-la pelas abelhas (*Apis mellífera* L.) para a extração do mel, e ornamental por apresentar flores de coloração azul, roxo e as vezes rosa (COMUNIAN et al., 2016). Essa espécie foi introduzida em países como Austrália, como uma planta ornamental de jardim (RANDLES, 1986). No entanto, passou a ocupar áreas de cultivos agrícolas, pastagens cultivadas e campos nativos, tornando-se uma planta daninha problemática, além de ser potencialmente tóxica para alguns herbívoros (PRESTON, 2006).

Essa planta provavelmente foi transportada para a América do Sul junto com sementes de legumes e cereais, aclimatando-se nas proximidades de Montevideu (SAINT-HILAIRE, 2009). No Sul do Brasil foi introduzida possivelmente junto com sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.) contaminadas, instalando-se em áreas de pastagens cultivadas e de produção de cereais.

E. plantagineum é desprovida de caule, apresentando no início do ciclo apenas uma roseta de folhas dispostas em séries. As folhas mais inferiores são sésseis e as superiores apresentam um curto pecíolo, ambas com formato espatulado, sendo que após o período vegetativo, um ou vários escapos de tamanho variável emergem do centro da roseta de folhas (HULTING et al., 2007; MOREIRA e BRAGANÇA, 2010). Esses escapos contêm folhas, e na axila dessas folhas e na porção apical dos escapos surgem os cachos de flores. As flores são constituídas por cálice com cinco sépalas livres e corola com cinco pétalas unidas, de coloração rósea ou arroxeada quando velhas, e o fruto é do tipo carcerulídeo (HULTING et al., 2007). O carcerulídeo é um esquizocárpico, ou seja, fruto seco indeiscente e unisseminado, originado de

gineceu bicarpelar que na maturação, naturalmente se dissociam por divisão longitudinal formando dois frutos, muito comuns nas famílias Lamiaceae e Boraginaceae (MOREIRA e BRAGANÇA, 2010).

As plantas de *E. plantagineum* quando em situações de baixa densidade e competição, produzem indivíduos com muitos escapos e ramos. Embora cada ramo tenha poucas flores, o conjunto proporciona muitas flores férteis simultaneamente (SCHEFFER, 2001). Em densidades maiores, os indivíduos tendem a ser menores, com poucas flores, favorecendo a fecundação cruzada, sendo a polinização realizada por insetos, nos quais destacam-se as abelhas (GRIGULIS et al., 2001; SCHEFFER, 2001). Quando em alta infestação formam densas monoculturas, capazes de produzir até 30.000 sementes por m², no entanto a média de produção é 6000 sementes por m², que podem germinar a qualquer momento do ano, mas a maior taxa de germinação ocorre no outono e no inverno (GRIGULIS et al., 2001; BROWN e BETTINK, 2011). Além disso, como estratégia de sobrevivência e adaptação, as sementes de *E. plantagineum* apresentam dormência, que pode ser superada no solo, através do tempo, ou juntamente com oscilações de temperatura, umidade, luz e condições de oxigênio e dióxido de carbono (PIGGIN, 1976). As sementes podem permanecer viáveis no solo por até seis anos, mas a maioria germina dentro de dois anos, sendo que os frutos podem ser facilmente transportados através da água, plantas forrageiras, pelos e cascos de animais, trato digestivo de aves e animais herbívoros (PIGGIN e SHEPPARD, 1995; GRIGULIS et al., 2001; BROWN e BETTINK, 2011). Essa espécie contém alcalóides pirazólicos em suas folhas tornando-a indesejável para animais e potencialmente tóxico para alguns herbívoros, como cavalos e ovinos, podendo causar encefalopatia hepática se ingerida (SANTOS et al., 2008).

Na Austrália, Sheppard et al. (2001) observaram que o banco de sementes de *E. plantagineum* diminui rapidamente em áreas com plantas forrageiras cultivadas, quando comparado a áreas campo com pastagem natural. Isso pode ser possível, pela redução da germinação em solo descoberto e quente, por métodos de controle mecânicos e principalmente pela aplicação de herbicidas eficazes (SHEPPARD e SMYTH, 2012). Além disso, a Austrália é o único país a usar controle biológico sobre *E. plantagineum* com dois coleópteros, *Morgulones larvatus* e *Longitarsus echii*, que atacam as raízes e causam a mortalidade das plantas (SHEPPARD e SMYTH, 2012). Essa planta daninha possui capacidade de adaptar-se a variações de temperatura,

fotoperíodo, tipos e condições químicas de solo, precipitação e alta capacidade de competir com culturas agrícolas, apresentando resposta plástica a adaptação a diferentes ambientes (FORCELLA et al., 1986; SHARMA e ESLER, 2008). Sendo capaz de desenvolver variações na massa e diâmetro de sementes em resposta a aridez, apresentando sementes com maior massa e diâmetro em populações provenientes de ambientes mais quentes e secos, quando comparado com aquelas de ambientes úmidos e frios (KONARZEWSKI et al., 2012).

Diante disso, fica evidente que a propagação de *E. plantagineum* ocorre por meio de sementes, nos quais garantem a sobrevivência e o sucesso da espécie nos agroecossistemas. No entanto, esse processo pode ser influenciado por vários fatores, tais como dormência, temperatura, fotoperíodo, disponibilidade hídrica, condições químicas e físicas do solo, além da profundidade em que as sementes são capazes de emergir e gerar plântulas normais (VIVIAN et al., 2008; DUDDU e SHIRTLIFFE, 2014; MAHMOOD et al., 2016).

2.2 FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO DE SEMENTES

A germinação incorpora eventos que iniciam com a absorção de água pelas sementes e termina com o alongamento do eixo embrionário através da emissão de sinais visíveis, como o aparecimento da radícula (BEWLEY e BLACK, 1994; BEWLEY, 1997). Segundo Orzari et al. (2013), a germinação de sementes é o resultado do balanço entre condições ambientais favoráveis e características intrínsecas das sementes, que compreendem uma sequência de atividades metabólicas, resultando na retomada do crescimento do embrião originando uma plântula. A germinação é um processo biológico influenciado por vários fatores, internos, externos ou ambientais, ocorrendo numa sucessão de eventos fisiológicos (LUZ et al., 2014). Os fatores críticos presentes no ambiente como água, oxigênio, luz, temperatura e substâncias químicas, além da dormência, exercem influência significativa no processo germinativo, determinando quando e como a germinação acontece (BEWLEY e BLACK, 1994; DIAS, 2008; LUZ et al., 2014). Além desses, a profundidade das sementes no perfil do solo também possui impacto sobre a germinação, dormência e viabilidade de sementes, pois está diretamente relacionada a sobrevivência das sementes (EL-KEBLAWY, 2013). Sendo que, geralmente, as sementes de espécies de plantas daninhas são capazes de germinar e emergir, apenas quando localizadas

próximas a superfície do solo (MAHMOOD et al., 2016). Pelo fato dessas espécies apresentarem sementes pequenas com reservas limitadas, gerando plântulas debilitadas e suscetíveis a estratégias de manejo, se localizadas em maiores profundidades no solo, podem comprometer a sobrevivência das plântulas (NANDULA et al., 2006).

2.2.1 Temperatura

A temperatura é considerada um dos principais fatores que regem a germinação de sementes (ALI et al., 2013). Influenciando a germinação, através da ação sobre a velocidade de absorção de água das sementes e as reações bioquímicas que determinam todo o processo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Dentro de uma faixa de temperatura, a germinação será mais rápida e o processo mais eficiente quanto maior for à temperatura, porém em altas temperaturas ocorre a desnaturação das proteínas, repercutindo na perda da atividade enzimática (COPELAND e McDONALD, 1985). Em temperaturas mais baixas que a faixa ideal, ocorre a diminuição ou paralisação do metabolismo da semente, afetando a velocidade, porcentagem e uniformidade de germinação (ORZARI et al., 2013). A temperatura ótima proporciona a máxima porcentagem de germinação no menor intervalo de tempo, o contrário ocorre com as temperaturas mínimas e máximas, no qual a porcentagem de germinação de sementes é mínima (BEWLEY e BLACK, 1994).

Vários estudos foram realizados visando avaliar a temperatura mais adequada para a germinação de espécies de plantas daninhas. Assim, Krenchinski et al. (2015) observaram que as sementes de *Sorghum arundinaceum* e *S. halepense* não germinam em temperaturas abaixo de 15°C, ao passo que a máxima germinação ocorreu quando as sementes foram submetidas a temperatura constante de 30°C, ocorrendo acentuada redução da germinação em temperaturas acima de 40°C. Resultados semelhantes foram encontrados por Ali et al. (2013), que ao trabalhar com *Rhynchosia capitata*, avaliaram a influência de diferentes temperaturas na germinação e observaram aumento da germinação em temperaturas constantes acima de 25°C, reduzindo significativamente a partir de 40°C. Tanveer et al. (2013) trabalhando com *Convolvulus arvensis* observaram germinação numa faixa de 15 a 40°C, sendo que a máxima germinação ocorreu nas temperaturas próximas a 25°C. Nesses trabalhos, a baixa temperatura reduziu a germinação possivelmente por diminuir a taxa metabólica

das sementes, até que as vias essenciais ao início do processo germinativo não possam mais operar, já as altas temperaturas podem causar estresse térmico nas sementes, inviabilizando a germinação (SOUZA, 2014). Dias et al. (2009) testaram diferentes temperaturas na germinação de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), e verificaram germinação na faixa de temperatura de 16 a 33°C, sendo que a máxima germinação ocorreu na temperatura de 25°C. Essa mesma temperatura também foi ótima para a germinação de *Ipomoea indica*, *Porophyllum ruderale* e *Sida cordifolia* (KLEIN e FELIPPE, 1991).

Estudos realizados por Vidal et al. (2007) com as espécies *Conyza bonariensis*, *C. canadenses*, mostram que essas espécies possuem germinação acima de 20% numa faixa de temperatura de 10 a 30°C, sendo que a temperatura de 20°C foi ótima para a germinação. Espécies como *Carthamus oxyacantha* também possuem capacidade de germinar em uma ampla faixa de temperatura, apresentando germinação superior a 40% nas temperaturas de 15 a 30°C, no qual as temperaturas de 20 a 25°C são consideradas ótimas para a germinação (TANVEER et al., 2012). Resultados semelhantes foram obtidos por Wang et al. (2016) com *Polypogon fugax* em que a temperatura ótima para a germinação foi 20°C, porém essa espécie apresentou germinação na faixa de temperatura de 5 a 30°C. Diante desses resultados é possível inferir que, o intervalo de temperatura no qual as sementes possuem a capacidade de germinar é uma característica específica de cada espécie, podendo variar entre espécies diferentes (FLORES et al., 2014).

A maioria das plantas daninhas possuem a capacidade de germinar em uma ampla faixa de temperatura, no entanto apresentam uma temperatura ótima de germinação. Essa característica é considerada uma estratégia de escalonamento da ocupação do terreno, com as mudanças de temperatura que ocorrem no decorrer das estações do ano (VIDAL et al., 2007). Dessa forma, uma espécie ocupará o terreno, quando o requerimento de temperatura estiver adequado, em um momento no qual as condições ambientais sejam favoráveis para o sucesso da espécie no agroecossistema.

2.2.2 Luz

A luz é responsável por desencadear o processo germinativo em grande parte das espécies de plantas daninhas, no entanto também pode inibir a germinação em

algumas espécies (CANOSSA et al., 2007; ORZARI et al., 2013). Isso é possível, pelo fato da luz ser responsável pela ativação do fitocromo, que é um pigmento cuja função é captar sinais luminosos, podendo ou não estimular a germinação em algumas espécies (TAIZ e ZEIGER, 2013). O modo de ação do fitocromo depende do tipo de radiação incidente, pois luz com alta relação vermelho/vermelho-extremo (V/VE) pode induzir o fitocromo a assumir forma ativa (FVe), desencadeando a germinação de sementes fotossensíveis, enquanto luz com baixa relação V/VE pode levá-lo a assumir a forma inativa (FV), inibindo a germinação (VIDAVER, 1980). Com isso, as sementes percebem as variações ambientais através da mudança na qualidade da luz incidente, sinalizando se as condições ambientais são favoráveis ou não para a germinação, crescimento e desenvolvimento da planta (BRANCALION et al., 2008). Diante disso, as sementes são divididas em três classificações distintas em relação à sensibilidade a luz. Sendo elas, fotoblásticas positivas cuja semente dependem da luz para promover a germinação, fotoblásticas negativas que possuem a germinação reduzida ou inibida na presença da luz, e as fotoblásticas neutras cuja germinação independe da condição de luz (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2015).

A luz é um dos agentes naturais de superação da dormência das sementes em algumas espécies, não exercendo efeito sobre o processo de germinação propriamente dito (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Esses mesmos autores também afirmam que, em sementes sensíveis à luz, depois que a dormência for superada por ação desse agente, a germinação ocorrerá da mesma forma tanto no escuro como na presença de luz. No entanto, o tempo de exposição necessário para estimular a germinação pode variar de acordo com a espécie, estando a exigência de luminosidade, para a germinação das sementes das espécies fotoblásticas positivas, ligada a um tipo de dormência (SILVA et al., 2009).

Dentre as espécies classificadas como fotoblásticas positivas tem-se *C. virginica*, *Emilia sonchifolia*, *Lepidium ruderales*, *Euphorbia brasiliensis* (KLEIN e FELIPPE, 1991), *C. bonariensis*, *C. canadenses* (VIDAL et al., 2007) e *Dipsacus fullonum* (HUARTE et al., 2016). Já espécies como *I. grandifolia*, *I. nil*, *M. aegyptia* germinam apenas na ausência de luz, classificadas como fotoblásticas negativas (ORZARI et al., 2013). Possui também sementes de espécies de plantas daninhas que germinam independente da presença ou ausência de luz, como *S. cordifolia* (KLEIN e FELIPPE, 1991), *E. hederifolia*, *Brachiaria plantaginea* (SALVADOR et al., 2007), *S. halepense* e *S. arundinaceum* (KRENCHINSKI et al., 2015) sendo essas,

classificadas como fotoblásticas neutras. A variabilidade de condições de luminosidade na qual esse grupo de espécies de plantas daninhas necessita para germinar, indica a existência de diferentes estratégias de evolução e adaptação ao ambiente.

Muitas espécies de plantas daninhas germinam apenas quando submetidas a pequenas profundidades no solo, ou seja nos primeiros milímetros, principalmente aquelas espécies que possuem sementes pequenas. Isso ocorre pelo fato da luz ser fortemente atenuada a medida que a profundidade no solo aumenta, sendo que normalmente as sementes dessas espécies não são capazes de emergir em maiores profundidades (SOUZA, 2014).

2.2.3 Profundidade de deposição no solo

O conhecimento da profundidade na qual a plântula é capaz de emergir é importante para o entendimento da dinâmica das populações, necessário para o emprego de estratégias eficientes de manejo de plantas daninhas (GUIMARÃES et al., 2002). A disposição vertical das sementes ao longo do perfil do solo afeta diretamente o microclima ao qual as sementes são expostas, apresentando estreita relação com o tipo de preparo de solo (BRIGHENTI et al., 2003; ALMEIRA et al., 2015). Sendo que quanto mais próximas a superfície do solo, maior será as oscilações de temperatura, umidade e maior exposição à luz, afetando diretamente a germinação e a longevidade da semente no banco de sementes do solo (ROBERTS, 1981). Assim, muitas espécies de plantas daninhas, germinam quando localizadas em pequenas profundidades no solo, pelo fato, da maioria das espécies necessitarem de estímulo luminoso associado ou não a oscilações de temperatura e umidade (CANOSSA et al., 2007; LEE et al., 2011).

Labonia et al. (2009) trabalhando com *I. hederifolia*, *I. nil*, *I. quamoclit*, *I. triloba* e *Merremia cissoides* obtiveram maior emergência quando as sementes foram dispostas na superfície do solo, pelo fato da maior disponibilidade de luz, maior alternância de temperatura e haver menor impedimento físico a germinação. O impedimento físico imposto pela profundidade de deposição das sementes no solo, está relacionado ao fato de que a maioria das espécies de plantas daninhas possuem sementes pequenas, com reservas insuficientes nos cotilédones, para emergir em maiores profundidades (CANOSSA et al., 2007). Além disso, o tamanho da semente

possui relação direta com o processo de germinação, crescimento e estabelecimento de plântulas, através da necessidade de luz para desencadear o processo germinativo (ALBERGUINI e YAMASHITA, 2010). Espécies com sementes pequenas, geralmente requerem luz para a germinação, ocorrendo impedimento do processo germinativo se as sementes estiverem localizadas em maiores profundidades no solo (VIEIRA, 2007; ALBERGUINI e YAMASHITA, 2010). Pois, as reservas das sementes pequenas seriam esgotadas antes que a plântula alcançasse a superfície do solo, e iniciasse o processo fotossintético (BEWLEY e BLACK, 1994).

A distribuição das sementes de plantas daninhas no perfil do solo ocorre até cerca de 20 cm de profundidade e a profundidade que uma plântula é capaz de emergir é característico de cada espécie (GUIMARÃES et al., 2002). Tanveer et al. (2012) em trabalhos realizados com *C. oxyacantha*, observaram que ao aumentar a profundidade de semeadura de 0 para 6 cm, a porcentagem de emergência foi reduzida em 35%, com máxima emergência de 72% a 0 cm. Wang et al. (2016) relataram que a máxima emergência de *P. fugax* ocorreu quando as sementes foram colocadas na superfície do solo, ocorrendo diminuição acentuada da emergência com o aumento da profundidade, sendo a emergência inibida em profundidades superiores a 4 cm. Fato semelhante foi observado em sementes de *Trianthema portulacastrum*, no qual apresentou germinação máxima de 74% quando as sementes foram colocadas na superfície do solo, ocorrendo decréscimo da germinação com o aumento da profundidade de deposição das sementes, sendo que em profundidades superiores a 4 cm inviabilizou a emergência (LEE et al., 2011). Esses resultados mostram, que ao posicionar as sementes em profundidades superiores as críticas, no qual não ocorre germinação, pode funcionar como um método de controle cultural, entretanto ocorrerá a alimentação do banco de sementes do solo. Sendo que, em algumas espécies de plantas daninhas as sementes conservam a viabilidade no solo por vários anos, como é o caso do arroz-vermelho (MASSONI et al., 2013).

Em contrapartida, espécies como *R. capitata* (ALI et al., 2013), *I. purpurea* e *B. decumbens* (ARALDI et al., 2013) possuem capacidade de emergir quando submetidas a até 10 cm de profundidade. A máxima germinação de *R. capitata* ocorreu quando as sementes foram submetidas a 2 cm de profundidade, devido a quantidade de reserva das sementes (ALI et al., 2013). Em trabalhos realizados por Araldi et al. (2013) avaliando tamanho de semente e profundidade de localização da semente no solo, pode-se observar que para *I. purpurea* as sementes pequenas

possuíram maior índice de velocidade de emergência (IVE) na profundidade de 4 cm, já para as sementes grandes não ocorreu diferença significativa no IVE nas profundidades de 6 a 10 cm. No entanto, para *B. decumbens* o maior IVE foi observado na profundidade de 6 cm para as sementes pequenas e grandes (ARALDI et al., 2013). As sementes maiores possuem maior velocidade e capacidade de germinar em maiores profundidades pelo fato de apresentarem mais tecidos de reservas, contribuindo para ultrapassar a barreira física imposta pelo solo (SOUZA et al., 2011; ARALDI et al., 2013).

Diante disso, fica evidente que a capacidade de espécies daninhas germinarem ou não em maiores profundidades, pode determinar quais espécies irão predominar nos diferentes sistemas de produção, em função dos métodos de adequação das áreas para a semeadura (GUIMARÃES et al., 2002). Os métodos de preparo de solo afetam a distribuição vertical das sementes no perfil do solo, influenciando a germinação, a composição do banco de sementes do solo e a formação da comunidade de plantas infestantes.

2.2.4 Dormência

Após a adaptação ao ambiente, muitas espécies de plantas passam a desenvolver, evolutivamente, mecanismos para garantir a sobrevivência e perpetuação, dentre os quais, a dormência representa uma das principais habilidades (VIVIAN et al., 2008). Essa, é caracterizada como um fenômeno em que as sementes não germinam, mesmo sendo viáveis e possuindo todas as condições ambientais favoráveis para iniciar o processo germinativo (AZANIA et al., 2009; GAMA et al., 2011). Esse fenômeno é um dos principais mecanismos de preservação de espécies, possibilitando a germinação ao longo do tempo (LACERDA, 2003; PAZUCH et al., 2015). A descontinuidade do processo de germinação, ocasionada pela dormência em uma população de plantas, permite que a germinação ocorra em períodos nos quais as condições ambientais sejam mais favoráveis (FINCH-SAVAGE e LEUBNER-METZGER, 2006). Dessa forma, ocorre a sobrevivência da espécie em condições adversas após a maturação e dispersão das sementes, mesmo quando a vegetação é completamente eliminada (BEWLEY, 1997; PAZUCH et al., 2015). Diante disso, o sucesso da germinação das sementes e seu estabelecimento, requerem mecanismos

que previnam a germinação em situações inadequadas, cujas condições de crescimento e sobrevivência sejam desfavoráveis (VIVIAN et al., 2008).

Nas sementes, a dormência apresenta diferentes graus, sendo causada por diferentes mecanismos, que variam de acordo com a espécie (COSTA et al., 2005; ALI et al., 2012). Dentre as quais destacam-se a dormência fisiológica, morfológica, física, química e mecânica, além de poder ocorrer a associação de mecanismos, uma vez que na mesma espécie pode possuir mais de uma causa de dormência (VIVIAN et al., 2008; HUARTE et al., 2016).

Existem dois tipos de dormência, a primária que é característica de uma semente madura, que possui tegumento permeável à água, sendo induzida pelo ácido abscísico (ABA) durante a fase de maturação enquanto ainda está presente na planta mãe, e que permanece após a dispersão (FINCH-SAVAGE e LEUBNER-METZGER, 2006). E a secundária que é imposta pelo tegumento (SALVADOR et al., 2007), ou quando não são dadas condições ambientais favoráveis para a germinação (SCHWANKE et al., 2008). Na dormência primária a planta libera as sementes já dormentes ao solo. Nesse caso, envolve o balanço entre substâncias inibidoras e promotoras de germinação, como os fitormônios (BEWLEY e BLACK, 1994). Já a dormência secundária, pode ser induzida após a dispersão, em sementes com dormência fisiológica não profunda, estando frequentemente associada aos ciclos de dormência no banco de semente no solo (FINCH-SAVAGE e LEUBNER-METZGER, 2006). Desse modo, uma vez que a semente dispersa supere a dormência primária, provavelmente em decorrência de flutuações ambientais específicas, a dormência secundária pode imediatamente se estabelecer (CARDOSO, 2009).

A dormência de plantas daninhas é complexa e depende de estímulos ambientais durante o processo de maturação das sementes, assim como aqueles predominantes após o desligamento das sementes da planta mãe (VIVIAN et al., 2008). Para a superação da dormência vários métodos são empregados, nos quais podem-se destacar o tratamento das sementes com ácido sulfúrico e compostos nitrogenados (KNO_3), envelhecimento das sementes, períodos de embebição em água, fito-hormônios (ácido giberélico) e fornecimento de luz e temperatura em quantidades adequadas (SALVADOR et al., 2007; AZANIA et al., 2009). Dentre os métodos mais utilizados destaca-se o ácido giberélico, que apresentou eficiência na superação da dormência de diversas espécies, dentre as quais estão *Solanum rostratum* (WEI et al., 2010), *S. viarum* (KANDARI et al., 2011), *E. dracunculoides* e

E. Astragalus spp. (IKRAM et al., 2014), *D. fullonum* (HUARTE et al., 2016). Além desse, o nitrato de potássio (KNO_3) também é favorável na superação da dormência de *Heliotropium europaeum* (ALILLOO e DARABINEJAD, 2013) e *Fimbristylis dicothoma* (MENDONÇA et al., 2015). Já o ácido sulfúrico é eficiente para promover a germinação de sementes com tegumento impermeável a água, como *I. quamoclite* e *I. hederifolia* (AZANIA et al., 2003).

No entanto, cabe ressaltar que o tipo de dormência e o método de superação mais adequado varia entre as espécies, e que poucos desses métodos foram padronizados e otimizados para espécies de plantas daninhas. Vivian et al. (2008) relatam que na maioria das espécies, a superação da dormência está vinculada a associação de dois ou mais fatores, em que muitas vezes, os fatores que atuam no estabelecimento da dormência são os mesmos que coordenam o processo de germinação.

3. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Echium plantagineum* L. SUBMETIDAS À SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA E VARIAÇÕES DE TEMPERATURA, LUZ E PROFUNDIDADE DE SEMEADURA

Germinação de sementes de *Echium plantagineum* L. submetidas à superação da dormência e variações de temperatura, luz e profundidade de semeadura

RESUMO - Objetivou-se avaliar métodos de superação da dormência, regimes de luz, variações da temperatura e profundidade de semeadura na qualidade fisiológica de sementes de *Echium plantagineum*. Para isso, os diásporos (fruto concrecido das sementes) foram submetidos a tratamentos com alta temperatura e umidade, nitrato de potássio e ácido giberélico para a superação da dormência. Utilizou-se um fatorial 7 x 2 para avaliar temperaturas (5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C) e regimes de luz (presença ou ausência). Já para profundidade de semeadura (0, 1, 2, 3, 4 e 5 cm) e cobertura de solo (presença ou ausência de palha) utilizou-se um fatorial 6 x 2. Em todos os experimentos foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 diásporos. As principais avaliações realizadas foram germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e emergência. As sementes apresentam dormência, sendo superada pela imersão dos diásporos em nitrato de potássio (0,2%) + ácido giberélico (500 mg L⁻¹). A temperatura ideal para a germinação foi 20 °C, independente da presença de luz, sendo consideradas fotoblásticas neutras. A maior emergência ocorre quando os diásporos são posicionados na superfície do solo.

Termos para indexação: Ácido giberélico. Flor roxa. Fotoblastismo. Nitrato de potássio. Palha.

Germination of seeds of *Echium plantagineum* L. submitted to dormancy overcoming and variations in temperature, light and depth of sowing

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the methods of overcoming dormancy, light regimes, temperature variations and depth of sowing in the physiological quality of *Echium plantagineum* seeds. For this, the diaspores (seeded seed fruit) were submitted to treatments with high temperature and humidity, potassium nitrate and gibberellic acid to overcome dormancy. A 7 x 2 factorial was used to evaluate temperatures (5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 °C) and light regimes (presence or absence). A 6 x 2 factorial was used for sowing depth (0, 1, 2, 3, 4 and 5 cm) and soil cover (presence or absence of straw). In all experiments, a completely randomized design with four replicates of 50 diaspores. The main evaluations were germination, a first germination count, an index of germination speed and emergence. The seeds present dormancy, being overcome by the immersion of the diaspores in potassium nitrate (0,2%) + gibberellic acid (500 mg L⁻¹). The ideal temperature for germination was 20 °C, regardless of the presence of light, being considered neutral photoblasts. The greatest emergency occurs when diaspores are positioned on the soil surface.

Index terms: Gibberellic acid. Purple flower. Photoblastism. Potassium nitrate. Straw.

Introdução

Echium plantagineum L., conhecida popularmente como flor roxa, é uma espécie herbácea, anual, pertencente à família Boraginaceae, nativa da Europa e norte da África, e apontada como ornamental, melífera e medicinal (Berti et al., 2007; Comunian et al., 2016). No entanto, é considerada uma planta invasora na Austrália, África do Sul, Canadá e na América do Sul (Sharma e Esler, 2008; Weston et al., 2012). Na Austrália, infesta mais de 33 milhões de hectares, estando presente em áreas de cereais de inverno e pastagens naturais e cultivadas (Sheppard et al., 2001). Como estratégia de sobrevivência e adaptação, apresenta em média a produção de 6000 sementes por m² e presença de dormência, que pode ser superada no solo, através do tempo, ou juntamente com oscilações de temperatura, umidade, luz e condições de oxigênio e dióxido de carbono (Piggin, 1976). Essa espécie possui rápido crescimento, adaptação às variações de temperatura e fotoperíodo, alta capacidade de competição com culturas agrícolas e grande produção de área foliar, caracterizando-se como uma planta daninha problemática (Forcella et al., 1986). No Brasil, está amplamente distribuída na região sul, causando danos em culturas agrícolas e pastagens cultivadas, sendo de difícil controle, por apresentar germinação escalonada (Piggin, 1976), podendo ocorrer novas reinfestações após ter sido controlada.

De acordo com Souza e Lorenzi (2012) *E. plantagineum* possui inflorescência escorpioide, apresentando flores com ovário súpero, bicarpelar, gamocarpelar e tetralocular (formação de uma parede secundária no ovário), com um óvulo por lóculo e gineceu ginobásico, que na maturação dos frutos esses se separam ficando unidos pela base do estilete. Os frutos são do tipo carcerulídeo (fruto seco indeiscente e unisseminado), cuja semente permanece unida ao fruto, sendo a unidade de disseminação e propagação (Moreira e Bragança, 2010). Essa espécie propaga-se naturalmente através da germinação das sementes, sendo, portanto, relevante estudar o processo germinativo das mesmas. Esse processo pode ser regulado por vários fatores, tais como temperatura, fotoperíodo, salinidade, pH do solo e profundidade de deposição das sementes no solo (Vivian et al., 2008; Duddu e Shirtliffe, 2014; Mahmood et al., 2016).

As sementes de espécies invasivas também apresentam dormência atribuída. A dormência é um fenômeno em que as sementes não germinam, mesmo sendo viáveis e possuindo todas as condições ambientais favoráveis para iniciar o processo germinativo (Azania et al., 2009; Gama et al., 2011). Esse fenômeno garante a sobrevivência da espécie em condições adversas após a maturação e dispersão das sementes, permitindo a ocorrência de germinação ao longo do tempo (Pazuch et al., 2015). Várias causas podem estar atreladas à dormência, dentre as quais destacam-se a impermeabilidade do tegumento, imaturidade fisiológica do embrião, presença de substâncias inibidoras, embrião dormente, além de combinações de fatores, uma vez que na mesma espécie pode possuir mais de uma causa de dormência (Vivian et al., 2008; Pazuch et al., 2015; Huarte et al., 2016).

A luz e a temperatura são importantes na germinação, pois regulam a periodicidade de germinação e a distribuição de espécies (Orzari et al., 2013). A temperatura pode afetar direta ou indiretamente a germinação, através do efeito sobre a viabilidade das sementes, superação da dormência, deterioração, velocidade de absorção de água e reações bioquímicas do processo de germinação (Marcos-Filho, 2015; Mahmood et al., 2016). Cada espécie possui uma temperatura ótima para a germinação, no qual ocorre máxima germinação em menor intervalo de tempo (Orzari et al., 2013). Já a luz, pode ter influência direta na germinação das sementes, estando associada a um mecanismo de dormência, através do controle de substâncias promotoras e inibidoras da germinação, controladas pelo fitocromo (Vivian et al., 2008; Lessa et al., 2013). Quando as sementes necessitam de luz para germinar, são caracterizadas como fotoblásticas positivas, quando possuem a germinação reduzida ou inibida na presença de luz são fotoblásticas negativas, e quando independem da luz para germinar são fotoblásticas neutras (Carvalho e Nakagawa, 2000; Marcos-Filho, 2015).

Além dos fatores já mencionados, a profundidade de deposição das sementes no solo também afeta a germinação e emergência das plantas, através da disponibilidade de umidade, temperatura e exposição à luz (Lee et al., 2011), sendo que, a profundidade em que as sementes são capazes de germinar e emergir varia de acordo com a espécie (Lee et al., 2011; Orzari et al., 2013; Luz et al., 2014). A capacidade de germinação das sementes e emergência das plântulas em maiores ou menores

profundidades, pode determinar quais espécies irão predominar nos diferentes sistemas de produção. No sistema de plantio convencional, o revolvimento do solo expõe parte das sementes enterradas à luz, que podem germinar quando a umidade e temperatura forem adequadas (Lee et al., 2011).

Diante disso, estudos relacionados à biologia de plantas invasivas são considerados importantes, podendo fornecer subsídios no desenvolvimento de técnicas adequadas para o manejo de espécies invasoras (Chauhan et al., 2009; Orzari et al., 2013) e redução do banco de sementes no solo.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da superação da dormência, regimes de luz, variações da temperatura e profundidades no solo na germinação de sementes de *E. plantagineum*.

Material e métodos

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes e casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Maria, na cidade de Santa Maria, RS. Os frutos de *E. plantagineum* foram coletados manualmente em uma lavoura localizada no município de Restinga Seca, RS (29° 51' 29" S e 53° 31' 41" O e altitude 72 m), com histórico de infestação (± 20 plantas m⁻²). As amostras de sementes de *E. plantagineum* foram coletadas em área com cultivo em sucessão de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no verão e azevém (*Lolium multiflorum* L.) no inverno. A coleta foi realizada em novembro de 2014, sendo coletados apenas os frutos que apresentavam coloração escura e se desprendiam facilmente da planta mãe. Os mesmos passaram por um processo de limpeza manual, em que foram separados das impurezas, secos à sombra por cinco dias e armazenados com umidade próxima a 12%, em vidros transparentes à temperatura ambiente até a realização dos experimentos. Utilizou-se, para todos os experimentos, o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, sendo cada repetição composta por 50 diásporos (carcerulídeo: fruto concrecido com a semente).

Experimento I: Tratamentos pré-germinativos para a superação da dormência

O experimento foi realizado oito meses após a coleta dos frutos, posterior a realização de testes preliminares no qual constatou-se que as sementes apresentavam dormência. Para realizar a superação da dormência foram testados vários métodos, sendo que apenas alguns mostraram-se promissores, a partir desses ocorreu uma triagem e aperfeiçoamento dos tratamentos em relação ao tempo de exposição ou a concentração do produto utilizado (Tabela 1). O experimento foi conduzido em câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) com fotoperíodo de 24 horas e temperatura de 25 °C. Os testes pilotos e os estudos de superação da dormência foram conduzidos em caixa de acrílico transparente do tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), sob três folhas de papel germiteste umedecidas com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco (Brasil, 2009). A umidade do substrato foi monitorada diariamente, visando manter adequada para a germinação, e quando necessário acrescentou-se água destilada.

O tratamento testemunha não foi submetido a nenhum método de superação da dormência. Nos tratamentos com nitrato de potássio e ácido giberélico, após decorrido o tempo de imersão dos diásporos, realizou-se a lavagem dos mesmos em água corrente por 10 min.

As variáveis analisadas foram primeira contagem de germinação (07 dias após a semeadura (DAS)), germinação (14 DAS) e índice de velocidade de germinação (IVG) durante 14 dias, considerando germinada quando ocorresse a protusão da radícula ($\geq 2\text{mm}$). A porcentagem de germinação foi calculada pela equação $G (\%) = (N/A) \times 100$, onde, N = número de sementes germinadas e A = número total de sementes postas para germinar. Já o IVG foi calculado pela equação $IVG = ((G1/N1) + (G2/N2) + (Gn/Nn))$, onde, G = número de sementes germinadas em cada contagem e N= corresponde ao número de dias da semeadura a cada contagem (Maguire, 1962). Também foi avaliado o comprimento de raiz e parte aérea e massa seca das plântulas aos 14 DAS de acordo com Nakagawa (1999). Ao final do experimento foi avaliada a viabilidade das sementes que não germinaram através do teste de tetrazólio. Para isso, os diásporos foram seccionados de forma longitudinal ao embrião e colocados em solução aquosa de 2,3,5 trifênil cloreto de tetrazólio (0,1%) a 35 °C, por quatro horas, no escuro (Brasil, 2009). Após, foram lavados em água, e as sementes

identificadas como dormentes ou mortas pela interpretação da coloração rósea homogênea do endosperma.

Experimento II: temperaturas e regimes de luz

O experimento foi conduzido em câmara de germinação do tipo B.O.D., conforme a metodologia descrita no experimento I. Foi organizado de forma bifatorial 7 x 2 (temperaturas x regimes de luz). O primeiro fator refere-se às temperaturas constantes de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C, e o segundo fator a presença ou ausência de luz (fotoperíodo de 24 horas). Nos tratamentos com ausência de luz, as caixas gerbox foram revestidas com duas camadas de papel alumínio e as avaliações de germinação foram realizadas em câmara escura sob luz verde (Yamashita e Alberguini, 2011). Para a superação da dormência, foi realizada a imersão dos diásporos em nitrato de potássio (0,2%) por 12 horas, seguida pela imersão na solução de ácido giberélico (500 mg L⁻¹) por 48 horas, ocorrendo após, a lavagem dos mesmos em água corrente por 10 min (melhor tratamento do experimento I).

As avaliações realizadas nesse experimento foram germinação aos 7 e 14 dias após a semeadura (DAS), comprimento de raiz e parte aérea, massa seca de plântulas e viabilidade de sementes conforme a metodologia descrita no experimento I.

Experimento III: profundidade de semeadura

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sendo cada unidade experimental composta por um vaso plástico com capacidade de cinco litros, preenchidos com solo peneirado do tipo Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Embrapa, 2006). Durante a condução do experimento, no mês de abril de 2016, a temperatura média diária na casa de vegetação foi de 21 °C. O experimento foi organizado de forma bifatorial 6 x 2 (profundidade de semeadura x cobertura de solo). O primeiro fator refere-se às profundidades de semeadura (0, 1, 2, 3, 4 e 5 cm) e o segundo fator à cobertura ou não do solo com palha. As diferentes profundidades de semeadura foram obtidas como auxílio de régua graduada. Para a cobertura do solo, foi utilizado palha de azevém (*Lolium multiflorum*), com volume equivalente a 3,0 t ha⁻¹. A palha foi colhida no mês de novembro de 2015, quando as plantas

de azevém estavam em processo de senescência, foram secas à sombra por cinco dias, cortada e armazenada em local seco até a realização do experimento. Os vasos foram irrigados diariamente, procurando-se manter a umidade necessária para garantir a germinação das sementes. Na superação da dormência das sementes utilizou-se o método descrito no experimento II. Cada tratamento foi composto por quatro repetições (vasos), no qual foram colocados 50 diásporos por vaso.

Foram realizadas avaliações de emergência aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura (DAS), considerando emergidas as plântulas que apresentavam protusão do hipocótilo visível sobre o solo. No caso dos diásporos localizados na superfície do solo, a emergência foi considerada quando as plântulas apresentavam início de abertura dos cotilédones.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) através do programa SISVAR (Ferreira, 2011). Os fatores qualitativos foram comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, e para os fatores quantitativos realizou-se análise de regressão ($p < 0,05$). Antes da análise da variância, para as variáveis em porcentagem, os dados foram transformados por arco-seno $\sqrt{\%/100}$, e o comprimento de parte aérea e raiz foram transformadas por \sqrt{x} .

Resultados e discussão

Tratamentos pré-germinativos para a superação da dormência

Verificou-se, de maneira geral, que os tratamentos mais efetivos na superação da dormência das sementes de *E. plantagineum* foram a imersão em KNO_3 (0,2%) + AG_3 (T14 - T18) e apenas em AG_3 (T9 - T13), independente das concentrações, nos quais observa-se maior percentual de germinação (Tabela 2). Em contrapartida, os tratamentos nos quais as sementes foram submetidas apenas ao envelhecimento acelerado e imersão em KNO_3 (0,2%) (T1 - T8) evidenciaram menor eficácia, já que a germinação foi inferior aos demais tratamentos estudados. No entanto, todos os tratamentos promoveram incremento da germinação em relação à testemunha (T19), sem nenhum método de superação da dormência, em que não houve germinação das sementes.

Dentre os tratamentos mais efetivos na superação da dormência, destacam-se aqueles nos quais os diásporos foram imersos em KNO_3 (0,2%) + AG_3 nas concentrações de 375, 500 e 625 mg

L⁻¹ de AG₃ (T16, T17 e T18), sendo favoráveis tanto para a germinação quanto para vigor (PC), pois aumentaram a velocidade de germinação, segundo os testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação (Tabela 2). Quando combinado o KNO₃ com AG₃ ocorreu efeito sinérgico na superação da dormência das sementes de *E. plantagineum*, em comparação com o afeito isolado de ambos, de acordo com os parâmetros avaliados. Além disso, nesses tratamentos, menos de 3% das sementes postas para germinar permaneceram dormentes, indicando que a superação da dormência ocorreu de forma eficiente, permitindo as mesmas máxima expressão do vigor e germinação.

Nos tratamentos com imersão em KNO₃ (0,2%) + AG₃ observou-se incremento gradual da germinação das sementes nas concentrações de 125 a 500 mg L⁻¹ de AG₃ (T14 - T17), aumentando de 59 para 86%, ocorrendo declínio na concentração de 625 mg L⁻¹ (78%). Já nos tratamentos com a imersão dos diásporos apenas em AG₃ (T9 - T13), houve maior germinação e vigor na concentração de 250 mg L⁻¹, 56 e 55% respectivamente, apresentando declínio gradual à medida que aumentou-se a concentração de AG₃, verificando-se 27 e 24% de germinação e vigor, respectivamente, para a concentração de 1500 mg L⁻¹ (Tabela 2). Esses resultados corroboram com os encontrados em *Solanum rostratum* (Wei et al., 2010) e *Dipsacus fullonum* (Huarte et al., 2016), em que a combinação de KNO₃ e AG₃ proporcionou aumento de germinação em comparação com o efeito desses produtos aplicados de forma separada. No entanto, em trabalhos realizados com *Euphorbia dracunculoides*, *Astragalus* spp. (Ikram et al., 2014), e *Allium sativum* (Rahman et al., 2006) os autores constataram efeito fitotóxico do AG₃ em concentrações superiores a 250 mg L⁻¹, ocorrendo diminuição da germinação, quando utilizaram apenas o AG₃ para a superação da dormência.

Para o comprimento da parte aérea de plântulas de *E. plantagineum*, os resultados estão de acordo com os observados para o vigor e germinação, no qual, os tratamentos que continham KNO₃ (0,2%) + AG₃ em todas as concentrações, e somente AG₃ (250 mg L⁻¹) (T15) proporcionaram, de maneira geral, os maiores comprimentos, em torno de 2,9 cm (Tabela 3). Em contrapartida, para o comprimento de raiz e massa seca das plântulas ocorreu maior variabilidade na resposta aos tratamentos, que pode ser explicado por se tratar de uma planta que possui grande variabilidade

genética entre indivíduos e não sofreu processo de domesticação. No entanto, nos tratamentos utilizando AG₃ observou-se maiores comprimentos de raiz e massa seca das plântulas. Já em relação ao comprimento total de plântula, verificou-se que a imersão dos diásporos em AG₃ (250 mg L⁻¹) e em KNO₃ (0,2%) + AG₃ (500 mg L⁻¹), foram mais eficazes (6,9 e 6,1 cm, respectivamente).

A eficiência do AG₃ na superação da dormência pode estar relacionada ao controle de hidrólise das reservas, pela indução da síntese de novo da α -amilase, aumentando a síntese de proteínas das sementes, e propiciando alongamento celular, fazendo com que a raiz primária rompa os tecidos que restringem o seu crescimento (Yamaguchi, 2008; Vivian et al., 2008; Taiz e Zeiger, 2013). Além disso, as giberelinas podem atuar sobre o metabolismo dos glicídios e no aumento da plasticidade da parede celular, controlando a ação de enzimas que podem regular o fluxo de água nas células durante a expansão (Yamaguchi, 2008; Taiz e Zeiger, 2013). Segundo Taiz e Zeiger (2013), esse fitormônio também estimula a maturidade do embrião. Já o KNO₃ está envolvido na superação da dormência atuando como receptor de elétrons, reoxidando o NADPH e aumentando a disponibilidade de NADP para a redução pelas hidrogenases do ciclo da pentose fosfato (Copeland e McDonald, 1995). No entanto, o KNO₃ não atua isoladamente, podendo apresentar efeito sinérgico com AG₃ (Marcos-Filho, 2015), o que pode explicar o incremento da germinação nos tratamentos com KNO₃ + AG₃.

Temperaturas e regimes de luz

Diásporos de *E. plantagineum* foram expostos à diferentes temperaturas e regimes de luz. A análise da variância, através do teste F, revelou que houve efeito significativo dos fatores testados e da interação entre eles para todas as variáveis ($p < 0,05$), sendo possível ajustar um modelo de regressão quadrática para essas, tanto na presença quanto ausência de luz.

Os resultados da Figura 1 indicam que as sementes de *E. plantagineum* germinam de forma semelhante tanto na presença quanto na ausência de luz, de acordo com a primeira contagem (7 DAS) e germinação (14 DAS). Esses resultados evidenciam que essa espécie pode ser classificada como fotoblástica neutra, no qual independe da luz para dar início ao processo de germinação, de acordo

com a classificação proposta por Marcos-Filho (2015). Na primeira contagem de germinação, a temperatura ideal foi de 19,3 e 19,1 °C com a máxima germinação de 94,6 e 84,4%, na presença e ausência de luz respectivamente (Figura 1A). Aos 14 DAS (Figura 1B), na presença ou ausência de luz foi observada temperatura ideal de 18,7±1 °C, com germinação estimada próxima a 100%. Embora a máxima germinação ocorra nas temperaturas próximas a 20 °C, também ocorreu germinação nas temperaturas de 5 e 35 °C, com percentuais próximos a 5%. Isso mostra a capacidade de adaptação dessa espécie a uma ampla faixa de temperatura, no qual é capaz de germinar, caracterizando provavelmente como uma estratégia de escalonamento de ocupação do terreno, de acordo com as mudanças de temperatura que ocorrem durante as estações do ano. As respostas para o teste do tetrazólio (Figura 2), o qual avalia a viabilidade das sementes, observou-se que as sementes que não germinaram nas temperaturas extremas encontravam-se viáveis, indicando que essas temperaturas inibem o processo de germinação, por manterem-nas dormentes.

Os resultados desse experimento confirmam os encontrados por Piggitt (1976), que ao avaliar a influência da luz e temperatura na germinação das sementes de *E. plantagineum* coletadas no sudeste da Austrália, verificou que a faixa de temperatura de 15 a 25 °C proporcionou máxima germinação das sementes, independente da presença ou ausência de luz, no entanto também obteve germinação na temperatura de 40 °C. Outras espécies de plantas daninhas importantes também são capazes de germinar em uma ampla faixa de temperatura, como por exemplo, *Sorghum halepense* e *S. arundinaceum* que germinam na faixa de temperaturas de 15 a 45 °C, possuindo as temperaturas próximas a 30 °C como ideais para expressar máxima germinação, apresentando germinação tanto na presença quanto ausência de luz, sendo classificadas como fotoblásticas neutras (Krenchinski et al., 2015).

Para o comprimento de parte aérea, raiz, comprimento total e massa seca das plântulas de *E. plantagineum* (Figura 3), pode-se observar de maneira geral que ocorreu tendência de incremento desses parâmetros a partir da temperatura de 5 até 20 °C, decrescendo nas temperaturas superiores, de 20 a 35 °C. Nas temperaturas próximas a 20 °C verificou-se os maiores comprimentos de parte

aérea, raiz, comprimento total, e massa seca das plântulas, tanto na presença quanto ausência de luz. Isso indica que na faixa de temperaturas entre 15 e 25 °C além de máxima germinação ocorreu a formação de plântulas normais com maior crescimento das estruturas primárias. Ao contrário, nas temperaturas extremas, próximas a 5 e 35 °C, ocorreu baixa germinação, maior quantidade de plântulas anormais, e menor crescimento das estruturas primárias, independente do regime de luz.

A temperatura e o requerimento de luz funcionam como sensores de posicionamento da semente no solo e de condições de sombreamento em relação a plantas adultas vizinhas, em que as sementes das espécies fotoblásticas positivas, localizadas em profundidade não germinam (Vidal et al., 2007). Assim como, sementes posicionadas na superfície do solo com presença de cobertura vegetal, essa desempenha papel de filtrar a luz, não estimulando a germinação. No entanto, para espécies fotoblásticas neutras como *E. plantagineum*, a utilização de métodos de controle cultural, através de plantas de cobertura de solo ou resíduos vegetais (palha), visando diminuir o acesso da semente a luz, não são métodos eficientes de manejo.

Profundidade de semeadura

A emergência das plântulas de *E. plantagineum* foi influenciada pela profundidade de semeadura e cobertura vegetal (palha), porém, não ocorreu interação significativa ($p < 0,05$) entre ambos fatores, para a porcentagem de emergência aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura (DAS).

À medida que se aumentou a profundidade de semeadura (0,0 a 5,0 cm), houve decréscimo acentuado na emergência das plântulas (Figura 4A), sendo os maiores percentuais observados, quando as sementes foram posicionadas na superfície do solo (0,0 cm), cujos valores médios variaram entre 48 e 72% para os 7 e 21 DAS, respectivamente.

Como as sementes de *E. plantagineum* podem ser consideradas fotoblásticas neutras, quando localizadas mais próximas à superfície do solo, encontravam-se mais expostas às flutuações de temperaturas diárias, o que pode ter contribuído para aumentar a emergência (Canossa et al., 2007). Em contrapartida, o decréscimo da emergência com o aumento da profundidade de semeadura, pode estar atrelado ao fato das maiores profundidades representarem um impedimento físico imposto pelo

solo, e por se tratar de sementes pequenas, possuem reservas insuficientes para emergir em profundidades maiores (Canossa et al., 2007; Lee et al., 2011; Luz et al., 2014), constituindo um banco de sementes no solo (Lessa et al., 2013).

Os tratamentos em que se utilizou palha como cobertura vegetal apresentaram maiores percentagens de emergência das plântulas de *E. plantagineum* aos 7, 14 e 21 DAS, diferindo estatisticamente dos tratamentos com solo exposto, sem cobertura vegetal (Figura 4B). Isso pode ter ocorrido em virtude da palha manter a superfície do solo úmida, prevenindo o ressecamento e diminuindo a variação térmica, propiciando ambiente mais adequado à germinação, favorecendo as sementes posicionadas na superfície do solo. Além disso, esses resultados corroboram com os obtidos no experimento anterior, no qual a germinação não foi afetada pela ausência ou presença de luz. Isso confirma que as sementes dessa espécie são capazes de germinar mesmo em presença de cobertura vegetal com palha em quantidade equivalente a 3 t ha⁻¹.

Assim, pode-se inferir que sistemas de cultivo baseados no plantio direto e cultivo mínimo do solo, contribuem para manter as sementes na superfície do solo, propiciando a germinação e emergência quando as condições ambientais forem favoráveis, possibilitando maior eficiência do controle químico ou mecânico, e conseqüentemente reduzindo o banco de sementes do solo.

Conclusões

A dormência de sementes de *Echium plantagineum* é superada com o tratamento pré-germinativo usando-se KNO₃ (0,2%) + AG₃ (500 mg L⁻¹).

O processo germinativo das sementes de *E. plantagineum* ocorre de maneira mais eficiente em temperatura de 20 °C, independente da presença de luz, sendo essa espécie classificada como fotoblástica neutra.

A maior emergência ocorre quando as sementes são alocadas na superfície do solo, ocorrendo efeito positivo da palha de azevém na emergência de plântulas de *E. plantagineum*.

Referências

- AZANIA, C. A. M.; MARQUES, R. P.; AZANIA, A. A. P. M.; ROLIM, J. C. Superação da dormência de sementes de corda-de-violão (*Ipomoea quamoclit* e *I. hederifolia*). *Planta Daninha*, v. 27, n. 1, p. 23-27, 2009.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582009000100004
- BERTI, M.; JOHNSON, B. L.; DASH, S.; FISCHER, S.; WILCKENS, R.; HEVIA, F. *Echium*: a source of stearidonic acid adapted to the northern great plains in the US. *Issues in new crops and new uses*. Alexandria: ASHS Press, 2007.
<https://hort.purdue.edu/newcrop/ncnu07/pdfs/berti120-125.pdf>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
http://www.agricultura.gov.br/arg_editor/file/2946_regras_analise_sementes.pdf
- CANOSSA, R. S.; OLIVEIRA, JR. R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; ALONSO, D. G.; FRANCHINI, L. H. H. Profundidade de semente afetando a emergência de plântulas de *Alternanthera tenella*. *Planta Daninha*, v. 25, n. 4, p. 719-725, 2007.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582007000400008
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.
- CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Seed germination ecology of junglerice (*Echinochloa colona*): a major weed of rice. *Weed Science*, v. 57, n. 3, p. 235-240, 2009.
<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1614/WS-08-141.1?journalCode=wees>
- COMUNIAN, T. A.; BOILLON, M. R. G.; THOMAZINI, M.; NEGUEIRA, M. S.; CASTRO, I. A. de; FAVARO-TRINDADE, C. S. Protection of *Echium* oil by microencapsulation with phenolic compounds. *Food Research International*, v. 88, part A, p. 144-121, 2016.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996916300849>
- COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. *Principles of seed science and technology*. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p.
- DUDDU, H. S. N.; SHIRTLIFFE, S. J. Variation of seed dormancy and germination ecology of cowcockle (*Vaccaria hispanica*). *Weed Science*, v. 62, n. 3, p. 483-492, 2014.
<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1614/WS-D-13-00125.1>
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2º ed., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542011000600001&script=sci_arttext
- FORCELLA, F.; WOOD, J. T.; DILLON, S. P. Characteristic's distinguishing invasive weeds within *Echium* (Bugloss). *Weed Research*, v. 26, p. 351-364, 1986.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.1986.tb00718.x/abstract>

- GAMA, J. S. M.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; PEREIRA JUNIOR, L. R.; BRAGA JUNIOR, J. M.; MONTE, D. M. O. Superação de dormência em sementes de *Centrosema plumieri* Benth. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 4, p. 643-651, 2011.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222011000400006
- HUARTE, H. R.; ZORRAQUÍN, M. R. P.; BURSZTYN, E. M.; ZAPIOLA, M. L. Effects of environmental factors on seed germination and seedling emergence of common teasel (*Dipsacus fullonum*). *Weed Science*, v. 64, p. 421-429, 2016.
<http://www.wssa-journals.org/doi/pdf/10.1614/WS-D-15-00136.1>
- IKRAM, R. M.; TANVEER, A.; ATA, Z.; SAQIB, M. Dormancy studies on *Euphorbia dracunculoides* and *Astragalus* spp.: major weeds of arid areas. *Planta Daninha*, v. 32, n. 4, p. 747-753, 2014.
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582014000400009&script=sci_abstract&tlng=pt
- KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; VILLETTI, H. L.; ORSO, G.; BARROSO, A. A. M.; VICTORIA FILHO, R. Germination and dormancy in seeds of *Sorghum halepense* e *Sorghum arundinaceum*. *Planta Daninha*, v. 33, n. 2, p. 223-230, 2015.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582015000200223
- LEE, J.; CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Germination of fresh horse purslane (*Trianthema portulacastrum*) seeds in response to different environmental factors. *Weed Science*, v. 59, n. 4, p. 495-499, 2011. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1614/WS-D-11-00002.1>
- LESSA, B. F. da T.; FERREIRA, V. M.; NETO, J. C. de A.; SOUZA, R. C. Germinação de sementes de *Emilia coccínea* (Sims) G. DON em função da luminosidade, temperatura, armazenamento e profundidade de semeadura. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 6, p. 3193-3204, 2013. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/11968>
- LUZ, F. N.; YAMASHITA, O. M.; FERRARESI, D. A.; CARVALHO, M. A. C. de; CAMPOS, O. R.; KOGA, P. S.; MASSAROTO, J. A. Interferência de luz, temperatura, profundidade de semeadura e palhada na germinação e emergência de *Murdannia nudiflora*. *Comunicata Scientiae*, v. 5, n. 1, p. 25-33, 2014. <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/238>
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
<https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/CS0020020176>
- 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. <http://www.bioone.org/doi/10.1614/WS-D-15-00184.1>
- MARCOS-FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.
- MOREIRA, H. J. da C.; BRAGANÇA, H. A. B. N. *Manual de identificação de plantas infestantes – Cultivos de verão*, 650 p., 2010.
https://www.fmca-gricola.com.br/portal/manuais/infestantes_verao/index.html#/1/

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C. et al. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. 1999.

ORZARI, I.; MONQUERO, P. A.; REIS, F. C.; SABBAG, R. S.; HIRATA, A. C. S. 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.
<http://www.scielo.br/pdf/pd/v31n1/06.pdf>

PAZUCH, D.; TREZZI, M. M.; DIESEL, F.; BARANCELLI, M. V. J.; BATISTEL, S. C.; PASINI, R. Superação da dormência em sementes de três espécies de *Ipomoea*. *Ciência Rural*, v. 45, n. 2, 2015. <http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/view/24709>

PIGGIN, C. M. Factors affecting seed germination of *Echium plantagineum* L. and *Trifolium subterraneum* L. *Weed Research*, v. 16, p. 337-344, 1976.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.1976.tb00423.x/abstract>

RAHMAN, M. H.; HAQUE, M. S.; KARIM, M. A.; AHMED, M. Effects of gibberellic acid (AG₃) on breaking dormancy in garlic (*Allium sativum* L.). *International Journal of Agriculture e Biology*, v. 8, n. 1, p. 63-65, 2006. <https://www.researchgate.net/publication/251820743>

SHARMA, G. P.; ESLER, K. J. Phenotypic plasticity among *Echium plantagineum* populations in different habitats of western cape, South Africa. *South African Journal of Botany*, v. 74, p. 746-749, 2008. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629908002330>

SHEPPARD, A. W.; SMYTH, M. J.; SWIREPIK, A. The impact of a root-crown weevil and pasture competition on the winter annual *Echium plantagineum*. *Journal of Applied Ecology*, v. 38, p. 291-300, 2001. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2664.2001.00583.x/full>

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG II*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012. 704 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954 p.

VIDAL, R. A.; KALSING, A.; GOULART, I. C. G. R.; LAMEGO, F. P.; CHRISTOFFOLETO, P. J. Impacto da temperatura, irradiância e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. *Planta Daninha*, v. 25, n. 2, p. 309-315, 2007. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-3582007000200010

VIVIAN, R.; SILVA, A. A.; GIMENES, Jr. M.; FAGAN, E. B.; RUIZ, S. T.; LABONIA, V. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – breve revisão. *Planta Daninha*, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582008000300026&script=sci_abstract&tlng=pt

WEI, S.; ZHANG, C.; CHEN, X.; LI, X.; SUI, B.; HUANG, H.; CUI, H.; LIU, Y.; ZHANG, M.; GUO, F. Rapid and effective methods for breaking seed dormancy in buffa lobur (*Solanum rostratum*). *Weed Science*, v. 58, n. 2, p. 141-146, 2010.
<http://www.bioone.org/doi/full/10.1614/WS-D-09-00005.1>

WESTON, L. A.; WESTON, P. A.; McCULLY, M. Production of bioactive na pthoquinones by roots of paterson's curse (*Echium plantagineum*) – implications for invasion success? *Weed Science Research*, v. 18, p. 677-686, 2012. <http://www.cabi.org/isc/FullTextPDF/2013/20133420034.pdf>

YAMAGUCHI, S. Gibberellin metabolismo and its regulation. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, p. 225-251, 2008.

<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092804>

YAMASHITA, O. M.; ALBERGUINI, A. L. Germinação de *Vernonia ferruginea* em função da quebra de dormência, luminosidade e temperatura. *Comunicata Scientiae*, v. 2, n. 3, p. 142-148, 2011. <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/40>

Tabela 1. Tratamentos pré-germinativos utilizados para superação da dormência de sementes de *E. Plantagineum*.

Tratamentos		Tempo de exposição (h)
T1	Exposição a alta temperatura (42 °C) e umidade (100%)	24
T2	Exposição a alta temperatura (42 °C) e umidade (100%)	48
T3	Exposição a alta temperatura (42 °C) e umidade (100%)	72
T4	Exposição a alta temperatura (42 °C) e umidade (100%)	96
T5	Imersão em nitrato de potássio (0,2%)	6
T6	Imersão em nitrato de potássio (0,2%)	12
T7	Imersão em nitrato de potássio (0,2%)	18
T8	Imersão em nitrato de potássio (0,2%)	24
T9	Imersão em ácido giberélico (250 mg L ⁻¹)	48
T10	Imersão em ácido giberélico (500 mg L ⁻¹)	48
T11	Imersão em ácido giberélico (750 mg L ⁻¹)	48
T12	Imersão em ácido giberélico (1000 mg L ⁻¹)	48
T13	Imersão em ácido giberélico (1500 mg L ⁻¹)	48
T14	Nitrato de potássio (0,2%) + Ácido giberélico (125 mg L ⁻¹)	12 + 48
T15	Nitrato de potássio (0,2%) + Ácido giberélico (250 mg L ⁻¹)	12 + 48
T16	Nitrato de potássio (0,2%) + Ácido giberélico (375 mg L ⁻¹)	12 + 48
T17	Nitrato de potássio (0,2%) + Ácido giberélico (500 mg L ⁻¹)	12 + 48
T18	Nitrato de potássio (0,2%) + Ácido giberélico (625 mg L ⁻¹)	12 + 48
T19	Testemunha	-

Tabela 2. Médias de germinação (G, %), primeira contagem de germinação (PC, %), índice de velocidade de germinação (IVG) e sementes dormentes viáveis (DV, %), de *E. plantagineum* após a exposição dos diásporos (frutos concrecidos com a semente) a tratamentos pré-germinativos para a superação da dormência de sementes.

Tratamentos	Tempo (h) ⁵	G	PC	IVG	DV	
T1	TU ²	24	22 f	18 f ¹	3,0 e	55 b
T2	TU	48	45 e	41 d	6,8 c	39 c
T3	TU	72	29 f	23 f	3,7 e	50 b
T4	TU	96	23 f	17 f	2,9 e	50 b
T5	KNO ₃ ³	6	24 f	22 f	3,4 e	54 b
T6	KNO ₃	12	26 f	26 f	5,7 d	50 b
T7	KNO ₃	18	30 f	27 f	4,8 d	54 b
T8	KNO ₃	24	25 f	25 f	5,0 d	49 b
T9	AG ₃ (250) ⁴	48	57 d	55 c	8,9 b	30 d
T10	AG ₃ (500)	48	54 d	50 c	9,1 b	35 d
T11	AG ₃ (750)	48	51 d	44 d	6,7 c	41 c
T12	AG ₃ (1000)	48	43 e	38 e	5,8 d	40 c
T13	AG ₃ (1500)	48	27 f	24 f	3,6 e	55 b
T14	KNO ₃ + AG ₃ (125)	12 + 48	60 d	50 c	9,4 b	5 e
T15	KNO ₃ + AG ₃ (250)	12 + 48	71 c	44 d	10,3 b	5 e

T16	KNO ₃ + AG ₃ (375)	12 + 48	82 b	63 b	13,1 a	3 e
T17	KNO ₃ + AG ₃ (500)	12 + 48	86 a	79 a	14,9 a	2 e
T18	KNO ₃ + AG ₃ (625)	12 + 48	79 b	74 a	12,5 a	3 e
T19	Testemunha		0 g	0 g	0,0 f	85 a
CV (%) ⁶			6,7	10,3	8,8	9,7

¹ Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, $p < 0,05$. ² Exposição a alta temperatura (42 °C) e umidade (100%). ³ Nitrato de potássio (0,2%). ⁴ Ácido giberélico (mg L⁻¹). ⁵ Tempo de imersão dos diásporos (frutos concrescidos com a semente) nas soluções. ⁶ Coeficiente de variação percentual.

Tabela 3. Médias de comprimento de parte aérea (PA, cm), comprimento de raiz (RA, cm), comprimento total (CT, cm) e massa seca (MS, mg pl⁻¹), de plântulas obtidas a partir da germinação de sementes de *E. plantagineum* após tratamentos pré-germinativos para a superação da dormência.

	Tratamentos	Tempo (h) ⁵	PA	RA	CT	MS
T1	TU ²	24	2,0 b ¹	3,4 a	5,4 c	2,2 b
T2	TU	48	1,1 d	2,5 b	3,6 d	2,6 a
T3	TU	72	1,3 d	1,4 c	2,7 e	1,8 c
T4	TU	96	1,3 d	1,6 c	2,9 e	1,9 c
T5	KNO ₃ ³	6	1,2 d	3,6 a	4,8 c	2,7 a
T6	KNO ₃	12	1,6 c	2,2 b	3,8 d	2,3 b
T7	KNO ₃	18	1,2 d	4,0 a	5,2 c	2,3 b
T8	KNO ₃	24	1,3 d	2,1 b	3,4 e	2,0 c
T9	AG ₃ (250) ⁴	48	2,6 a	4,4 a	6,9 a	2,9 a
T10	AG ₃ (500)	48	2,3 b	2,0 b	4,3 d	2,6 a
T11	AG ₃ (750)	48	2,4 b	3,5 a	5,9 b	2,4 b
T12	AG ₃ (1000)	48	2,2 b	3,3 a	5,5 c	2,4 b
T13	AG ₃ (1500)	48	2,2 b	3,1 a	5,3 c	2,7 a
T14	KNO ₃ + AG ₃ (125)	12 + 48	2,8 a	1,9 b	4,7 c	2,9 a
T15	KNO ₃ + AG ₃ (250)	12 + 48	2,9 a	2,2 b	5,1 c	3,3 a
T16	KNO ₃ + AG ₃ (375)	12 + 48	2,0 b	2,5 b	4,5 c	2,8 a
T17	KNO ₃ + AG ₃ (500)	12 + 48	2,8 a	3,3 a	6,1 b	2,7 a
T18	KNO ₃ + AG ₃ (625)	12 + 48	2,8 a	2,6 b	5,3 c	2,4 b
T19	Testemunha		0,0 e	0,0 d	0,0 f	0,0 d
CV (%) ⁶			6,3	10,1	14,1	13,3

¹ Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, $p < 0,05$. ² Exposição a alta temperatura (42 °C) e umidade (100%). ³ Nitrato de potássio (0,2%). ⁴ Ácido giberélico (mg L⁻¹). ⁵ Tempo de imersão dos diásporos (frutos concrescidos com a semente) nas soluções. ⁶ Coeficiente de variação percentual.

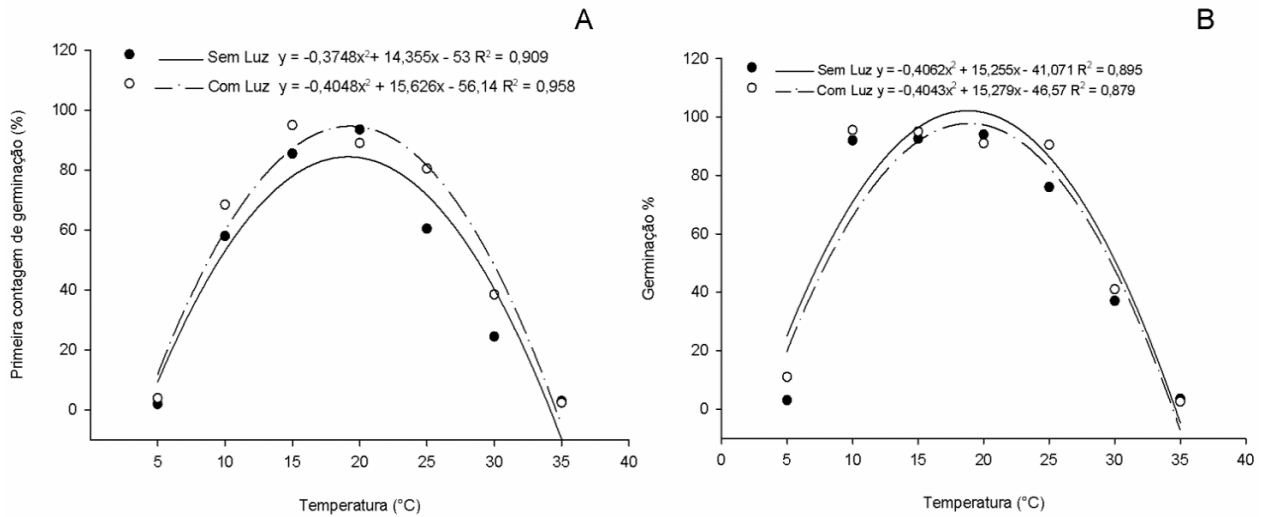


Figura 1. Primeira contagem de germinação (A) e percentagem de germinação aos 14 dias após a semeadura (B) dos diáporos (fruto concrecido com a semente) de *E. plantagineum*, submetidas a diferentes temperaturas e regimes de luz.

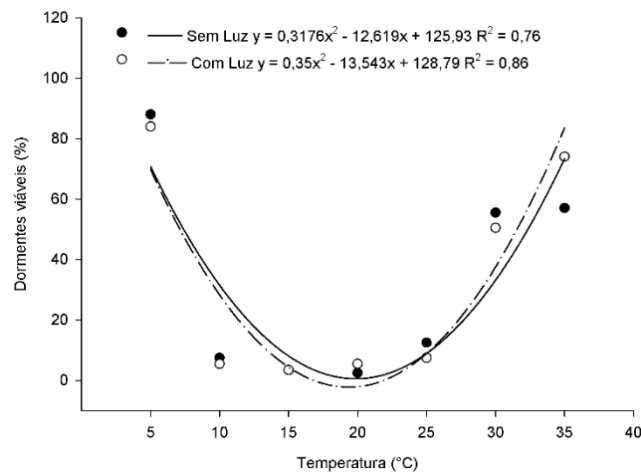


Figura 2. Sementes de *E. plantagineum* dormentes viáveis submetidas a diferentes temperaturas e regimes de luz.

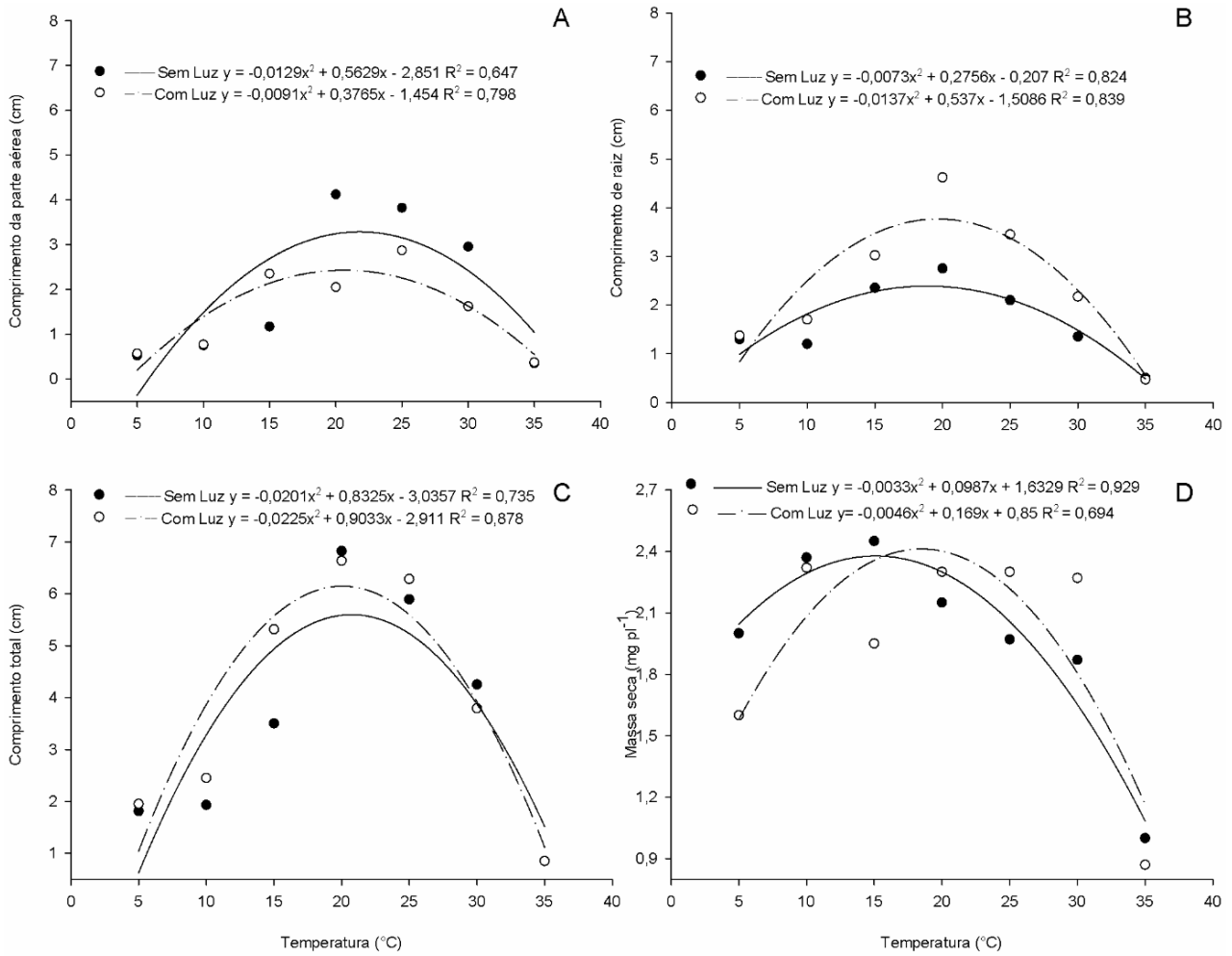


Figura 3. Comprimento da parte aérea (A), comprimento de raiz (B), comprimento total (C) e massa seca (D) de plântulas de *E. plantagineum* obtidos em sementes submetidas a diferentes temperaturas e regimes de luz.

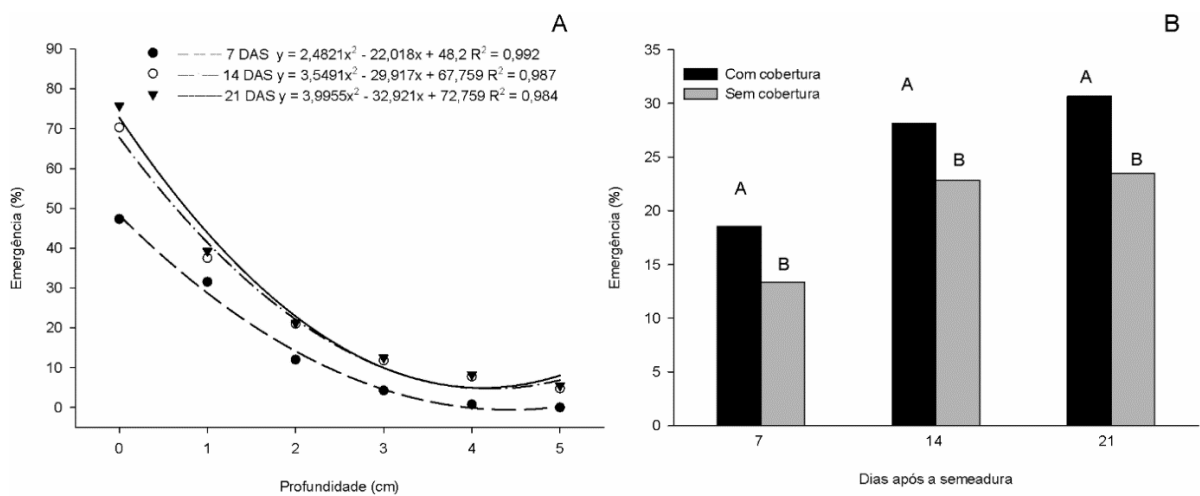


Figura 4. Emergência de plântulas aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura (DAS), obtidas através de diásporos (fruto concrecido com a semente) de *E. plantagineum* alocados a diferentes profundidades de semeadura (A) e cobertura vegetal (B). Letras maiúscula diferentes nas barras, em cada data de avaliação, diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, $p < 0,05$. Coeficiente de variação (%): 27, 21 e 22 para os 7, 14 e 21 DAS, respectivamente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes de *E. plantagineum* apresentam dormência, que é superada pela combinação da imersão de sementes em nitrato de potássio (0,2%) por 12 h, seguida da imersão em ácido giberélico (500 mg L⁻¹) por 48 h. Nesse caso a dormência pode estar relacionada com a imaturidade fisiológica do embrião, pelo fato de necessitar um período após a maturação para que o embrião esteja fisiologicamente apto a germinar.

Como estratégia de adaptação as variações ambientais essa espécie possui capacidade de germinar em uma ampla faixa de temperatura, no entanto a temperatura de 20 °C é considerada ótima para expressar a máxima germinação. Além disso, as sementes independem da necessidade de luz para dar início ao processo de germinação, sendo classificada como fotoblástica neutra.

As sementes de *E. plantagineum* apresentam maior germinação e emergência quando localizadas na superfície do solo, ocorrendo efeito positivo na emergência com a presença de palha de azevém na quantidade de 3 t ha⁻¹.

Como sugestão de futuros trabalhos, pode-se avaliar a capacidade de competição dessa espécie com culturas de inverno, visando estabelecer um manejo utilizando culturas supressoras da germinação, crescimento e desenvolvimento de *E. plantagineum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERGUINI, A. L.; YAMASHITA, O. M. Profundidade de semeadura e presença de palha afetam a emergência de plântulas de *Vernonia ferrugínea*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. especial, 2010.
- ALI, H. H. et al. Germination ecology of *Rhynchosia capitata*: an emerging summer weed in Asia. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, 2013.
- ALI, H. H.; TANVEER, A.; NADEEM, M. A. Evolution of some seed dormancy breaking methods on germination of *Rhynchosia capitata* (Roth DC). **Weed Science**, v. 18, n. 4, p. 423-432, 2012.
- ALILOO, A. A.; DARABINEJAD, S. Evaluation of different techniques for breaking seed dormancy of *Heliotropium europaeum* L. (Boraginaceae). **Journal of Biological and Environmental Sciences**, v. 7, n. 20, p. 87-91, 2013.
- ALMEIDA, A. C. S. et al. Emergência de picão-preto em diferentes profundidades de semeadura e diferentes ambientes. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 2, n. 1, p. 60-65, 2015.
- ARALDI, R. et al. Variação do tamanho de sementes de plantas daninhas e sua influência nos padrões de emergência das plântulas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, 2013.
- AZANIA, A. A. P. M. et al. Métodos de superação de dormência em sementes de *Ipomoea* e *Merremia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 203-209, 2003.
- AZANIA, C. A. M. et al. Superação da dormência de sementes de corda-de-viola (*Ipomoea quamoclit* L. *hederifolia*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 23-27, 2009.
- BERTI, M.; JOHNSON, B. L.; DASH, S.; FISCHER, S.; WILCKENS, R.; HEVIA, F. *Echium*: a source of stearidonic acid adapted to the northern great plains in the US. **Issues in new crops and new uses**, Alexandria: ASHS Press, 2007.
- BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **Plant Cell**, New York, v. 9, n. 7, p. 1055-1066, 1997.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 2 ed., 1994. 445 p.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliolepis popayanensis* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 225-232, 2008.
- BRIGHENTI, A. M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 229-237, 2003.

BROWN, K.; BETTINK, K. **Swan Weeds: Management Notes**, Flora Base – The Western Australian Flora, 2011. Disponível em: <florabase.dpaw.wa.gov.au/browse/profile/6681>. Acesso em 16/10/2016.

CANOSSA, R. S. et al. Profundidade de semeadura afetando a emergência de plântulas de *Alternanthera tenella*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 719-725, 2007.

CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, São Paulo, v. 13, p. 619-630, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, São Paulo, 4 ed., 2000. 588 p.

COMUNIAN, T. A. et al. Protection of *Echium* oil by microencapsulation with phenolic compounds. **Food Research International**, Canada, v. 88, part A, p. 144-121, 2016.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 2 ed., 1985. 312 p.

COSTA, N. V. et al. Superação de dormência de sementes de *Ceratophyllum demersum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 187-191, 2005.

DIAS, A. C. R. et al. Germinação de sementes aéreas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, p. 931-939, 2009.

DIAS, A. C. R. **Germinação, competitividade com a cultura da soja e resposta biológica a aplicação de glyphosate para plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.)**. 2008, 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2008.

DUDDU, H. S. N.; SHIRTLIFFE, S. J. Variation of seed dormancy and germination ecology of cowcockle (*Vaccaria hispanica*). **Weed Science**, v. 62, n. 3, p. 483-492, 2014.

EL-KEBLAWY, A. Effects of seed storage on germination of two succulent desert halophytes with little dormancy and transient seed bank. **Acta Ecologica Sinica**, China, v. 33, p. 338-343, 2013.

FINCH-SAVAGE, W. E.; LEUBNER-METZGER, G. L. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, v. 171, n. 3, p. 501-523, 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x/pdf>>. Acesso em: 16/10/2016.

FLORES, A. V. et al. Germinação de sementes de *Melanoxylon brauna schott* em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 1147-1154, 2014.

FORCELLA, F.; WOOD, J. T.; DILLON, S. P. Characteristic's distinguishing invasive weeds within *Echium* (Bugloss). **Weed Research**, v. 26, p. 351-364, 1986.

GAMA, J. S. M. et al. Superação de dormência em sementes de *Centrosema plumieri* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 643-651, 2011.

GRIGULIS, K. et al. The comparative demography of the pasture weed *Echium plantagineum* between its native and invaded ranges. **Journal of applied ecology**, Reino Unido, v. 38, n. 1, p. 281-290, 2001.

GUIMARÃES, S. C.; SOUZA, I. F.; PINHO, E. V. R. V. Emergência de *Tridax procumbens* em função da profundidade de semeadura, do conteúdo de argila no substrato e da incidência de luz na semente. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 413-419, 2002.

HUARTE, H. R. et al. Effects of environmental factors on seed germination and seedling emergence of common teasel (*Dipsacus fullonum*). **Weed Science**, v. 64, p. 421-429, 2016.

HULTING, A.; KRENZ, J.; PARKER, R. Paterson's curse *Echium plantagineum* in the Pacific Northwest. **A Pacific Northwest extension publication**, Oregon, p. 602-E, 2007.

IKRAM, R.M. et al. Dormancy studies on *Euphorbia dracunculoides* and *Astragalus* spp.: major weeds of arid areas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 747-753, 2014.

KANDARI, L. S.; KULKARNI, M. G.; STADEN, J. V. Effect of nutrients and smoke solutions on seed germination and seedling growth of tropical soda apple (*Solanum viarum*). **Weed Science**, v. 59, p. 470-475, 2011.

KLEIN, A., FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 955-966, 1991.

KONARZEWSKI, T. K.; MURRAY, B. R.; GODFREE, R. C. Rapid development of adaptive, climate-driven clinal variation in seed mass in the invasive annual forb *Echium plantagineum* L. **Plos one**, Norway, v. 7, n. 12, p. e49000, 2012.

KRENCHINSKI, F. H. et al. Germination and dormancy in seeds of *Sorghum halepense* and *Sorghum arundinaceum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 223-230, 2015.

LABONIA, V. D. S. et al. Emergência de plantas da família convolvulaceae influenciada Pela profundidade da semente no solo e cobertura com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, p. 921-929, 2009.

LACERDA, A. L. S. **Fluxo de emergência e banco de sementes de plantas daninhas em sistemas de semeadura direta e convencional e curvas dose-resposta ao glyphosate**. Tese (doutorado) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, SP, 2003. 153 p.

LEE, J.; CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Germination of fresh horse purslane (*Trianthema portulacastrum*) seeds in response to different environmental factors. **Weed Science**, v. 59, n. 4, p. 495-499, 2011.

LUZ, F. N. et al. Interferência de luz, temperatura, profundidade de semeadura e palha na germinação e emergência de *Murdannia nidiflora*. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 1, p. 26-33, 2014.

MAHMOOD, A. H. et al. 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.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MASSONI, P. F. S. et al. Influência de manejos pós-colheita do arroz irrigado sobre o banco de sementes de arroz-vermelho. **Planta daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 89-98, 2013.

MENDONÇA, G. S. et al. Aspectos físicos e fisiológicos de sementes de *Fimbristylis dicotoma* relacionados à germinação e dormência. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 539-545, 2015.

MOREIRA, H. J. da C.; BRAGANÇA, H. A. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes – Cultivos de verão**, Campinas, SP. 2010.

NANDULA, V. K. et al. Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, v. 54, p. 898-902, 2006.

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

PAZUCH, D. et al. Superação da dormência em sementes de três espécies de *Ipomoea*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 2, 2015.

PIGGIN, C. M. Factors affecting seed germination of *Echium plantagineum* L. and *Trifolium subterraneum* L. **Weed Research**, v. 16, p. 337-344, 1976.

PIGGIN, C. M.; SHEPPARD, A. W. *Echium plantagineum* L. the biology of Australian weeds. **In the biology of Australian weeds**, Austrália, p. 87-110, 1995.

PRESTON, C. Resistance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides in *Echium plantagineum* L. **Fifteenth Australian Weeds Conference**, Austrália, p. 530-533, 2006.

RANGLES, J. W. Susceptibility of *Echium plantagineum* L. to tobacco mosaic, alfalfa mosaic, tobacco ringspot, and tobacco necrosis viroses. **Australasian Plant Pathology**, Austrália, v. 15, 1986.

ROBERTS, E. H. The interaction of environmental factors controlling loss of dormancy in seeds. **Annals of Applied Biology**, v. 98, p. 552-555, 1981.

SAINT-HILAIRE, A. de. **Plantas usuais dos brasileiros**. Organizado por: BRANDÃO, M. da G. L.; PIGNAL, M. Tradução: MOURÃO, C. P. B.; SANTIAGO, C. F. Belo Horizonte: Código Comunicação, 2009. 392 p.

SALVADOR, F. L. et al. Efeito da luz e da quebra de dormência na germinação de sementes de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 303-308, 2007.

SANTOS, J. C. A. et al. Patogênese, sinais clínicos e patologia das doenças causadas por plantas hepatotóxicas em ruminantes e eqüinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, 2008.

SCHEFFER, M. C. **Sistema de cruzamento e variação genética entre populações e progênies de espinheira-santa**. 2001, 116 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

SCHWANKE, A. M. L. et al. Avaliação de germinação e dormência de ecótipos de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 497-505, 2008.

SHARMA, G. P.; ESLER, K. J. Phenotypic plasticity among *Echium plantagineum* populations in different habitats of Western Cape, South Africa. **South African Journal of Botany**, v. 74, p. 746-749, 2008.

SHEPPARD, A. W.; SMYTH, M. J. '*Echium plantagineum* L. – Paterson's curse'. In: JULIEN, M.; MCFADYENAND, R.; CULLEN, J (eds.), Biological Control of Weeds in Australia. **CSIRO Publishing**, Melbourne, p. 211-226, 2012.

SHEPPARD, A. W.; SMYTH, M. J.; SWIREPIK, A. The impact of a root-crown weevil and pasture competition on the winter annual *Echium plantagineum*. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, n. 2, p. 291-300, 2001.

SILVA, J. L. et al. Germinação de sementes de *Chloris barbata* (L.) Sw. em função da luz. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 7, n. 1, p. 23-34, 2009.

SOUZA, G. S. F. **Intensidades luminosas e profundidade de semeadura na emergência e desenvolvimento de espécies de plantas daninhas**. 2014, 137 p. Tese (Doutor em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

SOUZA, M. C. et al. Efeito da época sobre a emergência de *Sida rhombifolia* e *Solanum viarum* em diferentes profundidades de semeadura. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 749-754, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TANVEER, A. et al. Environmental factors affecting the germination and seedling emergence of *Carthamus oxyacantha* M. Bieb. (wild safflower). **Pakistan Journal of Weed Science Research**, v. 18, n. 2, p. 221-235, 2012.

TANVEER, A. et al. Influence of seed size and ecological factors on the germination and emergence of field bindweed (*Convolvulus arvensis*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 39-51, 2013.

VIDAL, R. A. et al. Impacto da temperatura, irradiância e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 309-315, 2007.

VIDAVER, W. **Light and seed germination**. In: KHAN, A. A., Ed. The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. New York: North-Holland Publishing Company, p.181-192, 1980.

VIEIRA, E. A. **Tamanho de sementes e sobrevivência de plântulas em áreas de pastagens degradadas**. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.

VIVIAN, R. et al. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – breve revisão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

WANG, L. et al. Influence of environmental factors on seed germination and emergence of Asia Minor bluegrass (*Polypogon fugax*). **Weed Technology**, v. 30, p. 533-538, 2016.

WEI, S. et al. Rapid and effective methods for breaking seed dormancy in buffalobur (*Solanum rostratum*). **Weed Science**, v. 58, n. 2, p. 141-146, 2010.

APÊNDICE

APÊNDICE A - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO (PC), GERMINAÇÃO (G), ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG), SEMENTES DORMENTES VIÁVEIS (DV) COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA (PA), COMPRIMENTO DE RAIZ (RA), COMPRIMENTO TOTAL (CT) E MASSA SECA DE PLÂNTULAS (MS) DE SEMENTES DE *E. plantagineum* SUBMETIDAS A TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS PARA A SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA.

FV	GL	Quadrados médios ²							
		PC	G	IVG	DV ¹	PA	RA	CT ³	MS ³
Tratamento	17	535,59*	738,96*	1,12*	1139,41*	0,22*	0,26*	5,11*	0,60*
Resíduo	54	15,92	8,22	0,02	12,01	0,007	0,02	0,44	0,10
CV (%) ⁴		10,31	6,71	8,81	9,74	6,33	10,10	14,10	13,34
Média		38,70	42,70	1,83	35,59	1,44	1,62	4,74	2,47

* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹ GL de tratamento e resíduo 18 e 57, respectivamente; ² dados transformados; ³ dados originais; ⁴ coeficiente de variação.

APÊNDICE B - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO (PC), GERMINAÇÃO (G), SEMENTES DORMENTES VIÁVEIS (DV), COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA (PA), COMPRIMENTO DE RAIZ (RA), COMPRIMENTO TOTAL (CT) E MASSA SECA DE PLÂNTULAS (MS) DE SEMENTES DE *E. plantagineum* SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS E REGIMES DE LUZ.

FV	GL	Quadrados médios ¹						
		PC	G	DV	PA	RA	CT ²	MS ²
Temperatura (A)	6	5981,37*	7009,9*	4608,06*	1,95*	1,28*	38,90*	1,86*
Luz (D)	1	400,98*	212,27*	0,66	0,16*	0,77*	1,40*	0,01
A*D	6	81,5*	57,88*	58,99*	0,23*	0,06*	1,09*	0,23*
Resíduo	42	23,23	14,53	17,9	0,01	0,01	0,28	0,06
CV (%) ³		10,86	7,49	13,22	10,3	8,7	14,2	13,2
Média		44,36	50,96	31,99	1,21	1,35	3,73	1,96

* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹ dados transformados; ² dados originais; ³ coeficiente de variação.

APÊNDICE C - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL EMERGÊNCIA (E) AOS 7, 14 E 21 DIAS APÓS A SEMEADURA (DAS) DE SEMENTES DE *E. plantagineum* SUBMETIDAS A DIFERENTES PROFUNDIDADES E CONDIÇÕES DE COBERTURA DE SOLO.

FV	GL	Quadrados médios ¹		
		E (7DAS)	E (14DAS)	E (21DAS)
Profundidade (A)	5	0,74*	0,70*	0,81*
Cobertura de solo (D)	1	0,08*	0,05*	0,11*
A*D	5	0,01	0,008	0,006
Resíduo	36	0,007	0,01	0,01
CV (%) ²		27,06	21,18	22,16
Média		0,31	0,48	0,51

* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹ dados transformados; ² coeficiente de variação.

ANEXO

ANEXO A – LAUDO DA ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO UTILIZADO NO EXPERIMENTO DE PROFUNDIDADE DE SEMEADURA.

pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice
	-----Cmolc/dm ³ -----					Al	Bases	SMP
5,1	3,5	1,4	5,1	12,3	10,2	50,0	29,2	5,1
% MO	% Argila	Textura	S	P- Mehlich	P- resina	K	CTC pH7	K
-----m/v-----				-----mg/dm ³ -----		----Cmolc/dm ³ ----		---mg/dm ³ ---
3,4	28,0	3,0	-X-	6,0	-X-	0,153	17,4	60,0
Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
-----mg/dm ³ -----						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K/(Ca+Mg) ^{1/2}
-X-	-X-	-X-	-X-	-X-	-X-	2,5	32,2	0,069

**ANEXO B – NORMAS PARA PREPARAÇÃO DO MANUSCRITO INTITULADO
“GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Echium plantagineum* L.
SUBMETIDAS À SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA E VARIAÇÕES NA
TEMPERATURA, LUZ E PROFUNDIDADE DE SEMEADURA”,
SUBMETIDO A REVISTA JOURNAL OF SEED SCIENCE.**

As orientações explicitadas nessas instruções deverão ser seguidas plenamente pelo(s) autor (es).

Organizar os manuscritos seguindo a ordem: TÍTULO RESUMIDO (colocado centralizado no início da primeira página), TÍTULO (em português), RESUMO (máximo de 200 palavras), TÍTULO (em inglês), AUTORES, ABSTRACT (máximo de 200 palavras), INTRODUÇÃO, MATERIAL E MÉTODOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO, CONCLUSÕES, AGRADECIMENTOS (Opcional) E REFERÊNCIAS. Serão necessários no RESUMO "Termos para indexação" e no ABSTRACT "Index terms", no máximo cinco, que não estejam citados no título.

Na elaboração dos manuscritos, deverão ser atendidas as seguintes normas: Os artigos deverão ser digitados em editor de texto Word (DOC ou RTF), em linhas numeradas (máximo de 30 linhas por página), em espaço duplo e com margens de 2 cm (papel A4), fonte Times New Roman 14 para o título e 12 para o texto, sem intercalação de tabelas e figuras que serão anexadas ao final do trabalho. As figuras deverão estar em programas compatíveis com o WINDOWS, como o EXCEL, e formato de imagens: Figuras (GIF ou TIFF) e Fotos (JPEG) com resolução de 300 dpi.

O manuscrito não deve exceder **um total de 20 páginas**, incluindo figuras, tabelas e referências. **Artigos com mais de 20 páginas serão devolvidos.**

A redação dos trabalhos deverá apresentar concisão, objetividade e clareza, com a linguagem no passado impessoal, exceto para as conclusões que devem ser redigidas no presente.

No ABSTRACT e no RESUMO não serão permitidos parágrafos, bem como a apresentação de dados em colunas ou em quadros e a inclusão de citações bibliográficas.

O(s) nome(s) do(s) autor (es) deverá(ão) ser mencionado(s) por extenso logo abaixo do título. O autor para correspondência deve ser identificado por um asterisco. No rodapé da primeira página, através de chamadas apropriadas, deverá ser inserida a afiliação institucional do(s) autor (es), mencionando Departamento ou Seção, Instituição, Caixa Postal, CEP, Município e País e apenas o e-mail do autor para correspondência.

Citações no Texto: as citações de autores, no texto, serão feitas pelo sobrenome com apenas a primeira letra em maiúsculo, seguida do ano de publicação. No caso de dois autores, serão incluídos os sobrenomes de ambos, intercalado por “e”; havendo mais de dois autores, será citado apenas o sobrenome do primeiro, seguindo de “et al.”. Em caso de citação, de duas ou mais obras do(s) mesmo(s) autor (es), publicadas no mesmo ano, elas deverão ser identificadas por letras minúsculas (a,b,c, etc.), colocadas imediatamente após o ano de publicação.

Referências: será exigido que 60% das referências bibliográficas sejam de artigos listados na base ISI Web of Knowledge, Scopus ou SciELO (revistas indexadas) com data de publicação inferior a 10 anos.

Não serão aceitos nas referências citações de monografias, dissertações e teses, anais e resumos.

Evitar:

- citações excessivas de livros textos;
- citações obsoletas e revistas informativas e não científicas. Citações de artigos recentes publicados no JSS podem ser acessadas pelo site: www.scielo.br/jss

As referências deverão ser apresentadas em ordem alfabética pelo sobrenome do autor ou do primeiro autor, sem numeração; mencionar todos os autores do trabalho separados por “;”. Seguir as normas da ABNT NBR6023. As referências deverão conter *hiperlinks* para possibilitar acesso para qualquer página Web na Internet. Basta posicionar o cursor no local desejado de um texto ou planilha, digitar o endereço da página ex: www.abrates.org.br e teclar a barra de espaços. O *hyperlink* será criado automaticamente. Posicione o cursor em uma das letras do *hyperlink* criado, tecla Shift F10 para abrir o menu, desça com a seta até a opção abrir *hyperlink* e tecla *enter* que a página será aberta.

Alguns exemplos são apresentados a seguir:

Artigos de Periódicos: (não deverá ser mencionado o local de publicação do periódico).

LIMA, L.B.; MARCOS-FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n.1, p.138-147, 2010.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0101-31222010000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt

OLIVEIRA, A.S.; CARVALHO, M.L.M.; NERY, M.C.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M. Seed quality and optimal spatial arrangement of fodder radish. *Scientia Agricola*, v. 68, n.4, p.417-423, 2011.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0103-90162011000400005&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Livros:

MARCOS-FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

Capítulos de Livro:

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p.4.1-4.26.

Leis, Decretos, Portarias:

País ou Estado. Lei, Decreto, ou Portaria nº ..., de (dia) de (mês) de (ano). *Diário Oficial da União*, local de publicação, data mês e ano. Seção ..., p. ...

BRASIL. Medida provisória nº 1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 1997. Seção I, p.29514.

Documentos Eletrônicos:

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. SNPC - Lista de Cultivares protegidas.

http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares_protegidas.php

Acesso em: 13 jan. 2010.

Tabelas

As tabelas no formato “retrato” numeradas com algarismos arábicos, devem ser encabeçadas por título auto-explicativo, com letras minúsculas, não devendo ser usadas linhas verticais para separar colunas nem constar o local e data de realização do experimento.

Figuras

As figuras (gráficos, desenhos, mapas ou fotografias) deverão ser numeradas em algarismos arábicos em programas compatíveis com o WORD FOR WINDOWS (TIFF 300 dpi) inseridas no texto preferencialmente como objeto. Os desenhos e as fotografias deverão ser digitalizados com alta qualidade (JPEG) e enviados no tamanho a ser publicado na revista. As legendas digitadas logo abaixo da figura e iniciadas com denominação de Figura, devem ser seguidas do respectivo número e texto, em letras minúsculas.

Unidades de medida

Devem ser redigidas com espaço entre o valor numérico e a unidade. Ex: 10 °C, 10 mL, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. O símbolo de percentagem deve ficar junto do algarismo, sem espaço. Ex: 10%. Utilizar o Sistema Internacional de Unidades em todo texto.

O arquivo do artigo que não deverá ultrapassar 1,5 Kb.

Além disso, deverá enviar por e-mail (abrates@abrates.org.br) um documento constando a assinatura e a concordância de todos os autores em submeter e (ou) publicar o artigo na JSS, delegando à revista, os direitos de tradução para língua inglesa (modelo de carta de submissão no site).

Recomenda-se que as orientações explicitadas nestas instruções sejam seguidas plenamente pelo(s) autor(es), observando o seguinte modelo: