

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TRIÂNGULO MINEIRO – *CAMPUS* UBERABA
Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Produção Vegetal**

ANA CLARA VILAS BOAS PAIS

**A COMBINAÇÃO DE LED VERMELHO-DISTANTE E ESCURO INIBE A
GERMINAÇÃO EM PLANTAS DANINHAS**

**Uberaba- MG
2024**

ANA CLARA VILAS BOAS PAIS

**A COMBINAÇÃO DE LED VERMELHO-DISTANTE E ESCURO INIBE A
GERMINAÇÃO EM PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Produção Vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Linha de Pesquisa: Sistemas Produtivos no Cerrado.

Orientador: Prof. Dr. Edimo Fernando Alves
Moreira.

**Uberaba- MG
2024**

Ficha Catalográfica elaborada pelo Setor de Referência do IFTM –
Campus Uberaba-MG

B63c Pais, Ana Clara Vilas Boas
A combinação de led vermelho-distante e escuro inibe a germinação
em plantas daninhas / Ana Clara Vilas Boas Pais – 2024.
39 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Edimo Fernando Alves Moreira.
Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal) - Instituto
Federal do Triângulo Mineiro- Campus Uberaba-MG, 2024.

1. Luz. 2. Dormência. 3. Sementes. 4. Vermelho distante. 5. Fitocromo. I. Moreira, Edimo Fernando Alves. II. Título.

CDD 581.4

ANA CLARA VILAS BOAS PAIS

**A COMBINAÇÃO DE LED VERMELHO-DISTANTE E ESCURO INIBE A
GERMINAÇÃO EM PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Produção Vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Linha de Pesquisa: Sistemas Produtivos no Cerrado.

Uberaba, 25 de agosto de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edimo Fernando Alves Moreira.
(IFTM – Orientador)

Prof. Dr. Paulo Eduardo Branco Paiva
(IFTM – Membro Interno)

Profa. Dra. Mychelle Carvalho
(IFTM – Membro Externo)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TRIÂNGULO MINEIRO

ANA CLARA VILAS BOAS PAIS

""A COMBINAÇÃO DE LED VERMELHO-DISTANTE E ESCURO INIBE A GERMINAÇÃO EM PLANTAS DANINHAS""

FOLHA DE APROVAÇÃO DEFESA DISSERTAÇÃO

Data da aprovação: 30/08/2024

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e orientador:

Prof. Dr. Édimo Fernando Alves Moreira

IFTM - CAMPUS UBERABA

Membro Titular

Prof. Dr. Paulo Eduardo Branco Paiva

IFTM - CAMPUS UBERABA

Membro Titular

Prof^ª. Dr^ª. Mychelle Carvalho

IFTM - CAMPUS UBERABA

Local: Sala de videochamada: <https://meet.google.com/xfc-zkhy-wtq>

EDIMO FERNANDO ALVES MOREIRA
PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO



Documento assinado eletronicamente por EDIMO FERNANDO ALVES MOREIRA, PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO, em 30/08/2024, às 18:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

PAULO EDUARDO BRANCO PAIVA
PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO



Documento assinado eletronicamente por PAULO EDUARDO BRANCO PAIVA, PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO, em 30/08/2024, às 18:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

MYCHELLE CARVALHO
PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO



Documento assinado eletronicamente por MYCHELLE CARVALHO, PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO, em 30/08/2024, às 18:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://iftm.edu.br/autenticacao/> informando o código verificador **8D28694** e o código CRC **1C473000**.

30/08/2024

DOCS/IFTM - 0000629397 - FOLHA DE APROVAÇÃO - DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Referência: NUP: 23200.006817/2024-16

DOCS nº 0000629397

Aos meus pais,
pelo estímulo,
carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização desta dissertação. Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais e minha irmã, cuja constante orientação, apoio incondicional e amor foram fundamentais para a conclusão deste trabalho. Sem o suporte e os sacrifícios deles, este percurso acadêmico não teria sido possível.

Agradeço também ao meu namorado, Luis Henrique Delsin, por sua paciência, compreensão e encorajamento contínuos. Sua presença constante e apoio foram um alicerce indispensável durante o final da jornada.

Ao meu antigo orientador e eterno amigo, Victor Coelho, expresso minha sincera gratidão pela orientação valiosa, pelos conselhos perspicazes e pelo entusiasmo com o qual planejou o desenvolvimento deste trabalho. Sua expertise e dedicação foram cruciais para a concretização desta dissertação.

Agradeço ainda ao meu orientador Edimo pelo suporte e pelas contribuições significativas ao longo da pesquisa, e aos meus amigos Patrícia Modesto e Lucas Quevedo, por seu apoio constante e incentivo. A presença e o encorajamento de vocês foram de grande importância, proporcionando momentos de alívio e motivação durante este processo.

A todos vocês, meus mais sinceros agradecimentos por terem sido parte essencial desta jornada.

O primeiro verde da natureza é dourado, para ela, o tom mais difícil de fixar. Sua primeira folha é uma flor, mas só durante uma hora. Depois folha se rende a folha. Assim o Paraíso afundou na dor, assim a aurora se transforma em dia. Nada que é dourado fica.

(Frost, 1923.)

RESUMO

As plantas daninhas competem por água, luz e nutrientes, e assim afetam o crescimento, a produtividade e a qualidade de culturas de interesse econômico. A luminosidade pode ser uma estratégia importante para o controle dessas ervas. Nesse sentido, essa pesquisa objetivou verificar o efeito do LED, com comprimento de onda de 730 nm, na faixa vermelho distante, na germinação de *Erigeron canadensis* L. (Asteraceae); *Digitaria insularis* (L.) Mez ex Ekman (Poaceae); *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (Poaceae) e *Amaranthus viridis* L. (Amaranthaceae). Foram conduzidos quatro experimentos, um para cada espécie. Todos os experimentos foram instalados no delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (T1 – fotoperíodo de 13 horas; T2 – Fotoperíodo de 13 horas, mais um flash diário de LED; T3 - Fotoperíodo de 13 horas, mais uma exposição diária por 2 horas ao LED; T4 – Escuro total; T5 – Escuro, mais um flash diário de LED; T6 – Escuro, mais uma exposição diária por 2 horas ao LED) e cinco repetições. Cada unidade experimental foi constituída de 20 sementes. Foram avaliados a germinação e o índice de velocidade de germinação. A combinação entre escuro e LED se mostrou eficiente para a redução da germinação e índice de velocidade de germinação de *Erigeron canadensis* e *Amaranthus viridis*. Para *Eleusine indica* e *Digitaria insularis* os dados sugerem que o LED não apresenta efeito significativo, mas que a manutenção das sementes no escuro é eficiente em reduzir as respostas, germinação e índice de velocidade de germinação.

Palavras-chave: luz; dormência; sementes; vermelho distante; fitocromo.

ABSTRACT

Weeds compete for water, light and nutrients, and thus affect the growth, productivity and quality of crops of economic interest. Luminosity can be an important strategy for weed control. In this sense, this research aimed to verify the effect of LED, with a wavelength of 730 nm, in the far-red range, on the germination of *Erigeron canadensis* L. (Asteraceae); *Digitaria insularis* (L.) Mez ex Ekman (Poaceae); *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (Poaceae) and *Amaranthus viridis* L. (Amaranthaceae). Four experiments were conducted, one for each species. All experiments were set up in a completely randomized design with six treatments (T1 – 13-hour photoperiod; T2 – 13-hour photoperiod plus a daily LED flash; T3 – 13-hour photoperiod plus a daily 2-hour exposure to LED; T4 – Total darkness; T5 – Dark plus a daily LED flash; T6 – Dark plus a daily 2-hour exposure to LED) and five replicates. Each experimental unit consisted of 20 seeds. Germination and germination speed index were evaluated. The combination of darkness and LED was efficient in reducing germination and germination speed index in *Erigeron canadensis* and *Amaranthus viridis*. For *Eleusine indica* and *Digitaria insularis*, the data suggest that LED does not have a significant effect, but that keeping the seeds in the dark is efficient in reducing the responses, germination and germination speed index.

Keywords: light; dormancy; seeds; far red; phytochrome.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1- Seleção de sementes (<i>Erigeron canadensis</i>). À esquerda semente cheia e à direita semente chocha.....	23
Figura 2- Teste F, coeficiente de variação (CV%) e agrupamento de Scott-Knott.....	24
Figura 3- Teste F, coeficiente de variação (CV%) e agrupamento de Scott-Knott.....	25
Figura 4- Teste F, coeficiente de variação (CV%) e agrupamento de Scott-Knott.....	27
Figura 5- Teste F, coeficiente de variação (CV%) e agrupamento de Scott-Knott.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2. 1 Erigeron canadensis	18
2. 2 Digitaria insularis	19
2.3 Eleusine indica	19
2.4 Amaranthus viridis.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A presença de plantas daninhas causa prejuízos significativos às culturas agrícolas de interesse econômico. Sua interferência prejudica o crescimento, desenvolvimento, qualidade e produtividade da cultura de interesse (Caton; Poin; Hill, 1997). Na soja, por exemplo, a interferência de plantas daninhas pode levar a perdas de até 90%, quando os métodos de controle empregados não são eficientes. O principal método de controle é o uso de herbicidas químicos. No entanto, o uso intensivo de herbicidas pode levar a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes, o que torna ainda mais difícil o controle (Perotti *et al.*, 2019). Nesse sentido, procura-se outras estratégias que contribuam com o manejo eficiente e controle dessas ervas.

A luminosidade é um fator que pode atuar na germinação das plantas daninhas (Roso *et al.*, 2017). A luz pode promover ou inibir a germinação, em função de sua composição espectral e irradiância (Bewley; Black, 1994; Piskurewicz *et al.*, 2008; Contreras *et al.*, 2009). A resposta à luz ocorre de forma distinta, muitas vezes ambígua, e específica entre as espécies, e o papel dos fitocromos na superação da dormência é um dos poucos mecanismos conhecidos que atuam na germinação (McIvor; Howden, 2000; Souza-Filho *et al.*, 2019). Os fitocromos são fotorreceptores de luz e, um dos principais mecanismos de sensoriamento e percepção da luminosidade nas sementes. Por meio deles, as sementes podem identificar sua posição no perfil do solo, a presença de um dossel foliar captando luz e outros recursos que, de outra forma, seriam capturados pela planta estabelecida. Além disso, os fitocromos podem influenciar não apenas o momento da germinação da semente, mas também toda a estratégia de desenvolvimento de uma planta (Batlla; Benech-Arnold, 2014).

Derx e Karssen (1993) e Wilson *et al.* (2014) demonstraram que o término da dormência pela luz requer a síntese de giberelinas. Eles mostraram que em sementes de *Arabidopsis thaliana* (L.) um pulso de luz vermelho na faixa de 620 nm a 700 nm causa um aumento significativo na ativação de giberelina tipo GA1 e esse efeito é revertido pela luz na cor vermelho distante (FR) na faixa de 700 a 780 nm. Isso ocorre porque a luz vermelha promove a expressão dos genes que codificam as GA-3- β -hidroxilases, enzimas comprometidas na conversão de GAs inativas em GAs biologicamente ativas em alface (Toyomasu *et al.*, 1998; Yamaguchi *et al.*, 1996). Da mesma maneira, Contreras *et al.* (2009) revelou que as sementes da variedade de alface 'Tango' *Lactuca sativa*, provenientes de plantas cultivadas sob luz vermelha (R), apresentaram percentagens de germinação superiores e taxas de germinação mais rápidas em comparação com as sementes de plantas submetidas à luz vermelha distante (FR).

Ainda que os estudos citados acima evidenciem a hipótese de redução da germinação de algumas espécies de plantas pela luz, estudos com o uso de LEDs (Diodo Emissor de Luz) na faixa de 730nm como método de controle de plantas daninhas são escassos. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é verificar o efeito do LED, com comprimento de onda de 730 nm, na faixa vermelho distante, na germinação de quatro espécies de plantas daninhas de importância agrícola no Brasil: buva - *Erigeron canadensis* L. (Asteraceae); capim-amargoso - *Digitaria insularis* (L.) Mez ex Ekman (Poaceae); capim pé-de-galinha - *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (Poaceae) e caruru verde - *Amaranthus viridis* L. (Amaranthaceae).

A hipótese da pesquisa supõe que a inibição da germinação, como resultado de exposição prolongada ao espectro de luz vermelho distante (FR), possivelmente reflete o mecanismo de ação do fitocromo. Essa supressão da germinação pode ter implicações ecológicas significativas ao retardar o processo de germinação de sementes. Nesse sentido, almeja-se contribuir para o desenvolvimento de estratégias alternativas de controle e manejo, visando à integração de abordagens no controle de plantas daninhas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As plantas daninhas possuem diversas características distintas que as tornam competidoras superiores em relação às plantas cultivadas (Sutherland, 2004). Assim, para o controle de suas infestações, diversos métodos precisam ser utilizados, incluindo técnicas físicas, culturais e químicas. No entanto, para alcançar um controle eficaz e sustentável, a adoção de um manejo integrado é altamente recomendada. O manejo integrado combina diferentes estratégias e práticas de controle, aproveitando os pontos fortes de cada método para maximizar a eficiência do controle das plantas daninhas. Este enfoque integrado não só melhora a eficácia no controle das infestações, mas também contribui para a redução da resistência à herbicidas e minimiza os impactos ambientais, promovendo uma abordagem mais equilibrada e sustentável no controle de plantas daninhas (Dhanapal *et al.*, 1996; Rubiales; Fondevilla, 2012).

Segundo Egley e Williams (1990), a cobertura morta se destaca como um dos métodos físicos mais eficazes para o controle dessas plantas, com a cobertura morta de plástico preto sendo identificada como a mais eficiente. Estudos adicionais sugerem que a utilização de compostagem de espécies invasoras como cobertura morta, também pode ser eficaz na supressão da germinação de plantas daninhas. Esse efeito pode ser atribuído tanto ao enterrio das sementes de plantas daninhas, que limita sua capacidade de germinação, quanto ao potencial alelopático da cobertura morta, que pode liberar substâncias que inibem a germinação e o crescimento de espécies indesejadas (Lintz, 2011). A perturbação superficial do solo durante períodos de pico de potencial de germinação também é uma estratégia eficaz para reduzir o banco de sementes de plantas daninhas (Egley; Williams, 1990) Esse método é particularmente eficiente quando combinado com o pousio cultivado em momentos oportunos e a preparação de canteiros antigos antes do plantio.

Já as práticas culturais, como a semeadura tardia, a lavoura, o pousio, a rotação de culturas, a capina manual e o cultivo de culturas competitivas, quando empregadas em conjunto aos herbicidas, oferecem uma valiosa oportunidade para reduzir a pressão de seleção sobre as plantas daninhas. A capina foi historicamente utilizada para controlar plantas daninhas, contribuindo também para a disponibilidade de diversos nutrientes no solo (Timmons, 2005).

Contudo, embora o método do controle cultural seja eficiente para tratar grandes áreas em um tempo relativamente curto, sua eficácia pode ser limitada por fatores como condições climáticas adversas, erosão do solo e danos potenciais às culturas (Van Der Weide *et al.*, 2008). Essas abordagens culturais não apenas ajudam a minimizar a dependência de produtos

químicos, ainda promovem um manejo mais sustentável das infestações de plantas daninhas. (Nalewaja, 1999). Entretanto, a adoção dessas práticas para o controle de plantas daninhas enfrenta desafios significativos, principalmente devido à eficácia moderada e à maior complexidade do sistema em comparação com os métodos químicos. Embora o controle cultural de plantas daninhas seja amplamente reconhecido como uma estratégia eficaz e econômica, ele não garante um controle imediato das infestações.

Além disso, o elevado custo associado à mão de obra necessária para implementar e manter essas práticas pode inviabilizar sua adoção em larga escala. Isso é especialmente relevante em contextos em que a eficiência e o custo-benefício são cruciais para o sucesso das operações agrícolas. A necessidade de integrar múltiplas abordagens e de adaptar práticas ecológicas ao contexto local pode aumentar ainda mais a complexidade e os custos associados, desafiando a implementação generalizada dessas estratégias sustentáveis. (Oerke; Dehne, 2004; Oerke, 2005; Bastiaans; Paolini; Baumann, 2008).

O controle químico de plantas daninhas transformou as práticas culturais, reduzindo a necessidade de capina manual em cultivos de arroz, trigo, milho, soja e algodão. No entanto, o uso contínuo dos mesmos herbicidas gerou problemas significativos, como o deslocamento de plantas daninhas e o desenvolvimento de resistência a herbicidas (Lorentz *et al.*, 2014).

Por fim, o controle químico dessas espécies foi adotado como uma medida rápida e altamente econômica para manter as plantas daninhas abaixo do nível limite (Aktar; Sengupta; Chowdhury, 2009). Um exemplo de controle químico dessas ervas é o uso do glifosato. O glifosato é um dos herbicidas amplamente utilizado em todo o mundo, conhecido por sua eficácia no controle de um amplo registro de espécies de pragas. Além disso, ele promove a agricultura de conservação ao reduzir significativamente a necessidade de preparo convencional do solo com arado. Porém, o uso extensivo de glifosato levou ao desenvolvimento de resistência, o que representa um problema significativo para a produção global de culturas e, embora existam herbicidas alternativos disponíveis, eles geralmente não são tão eficazes quanto o glifosato para controlar determinadas espécies (Travlos; Chachalis, 2013).

A luz, no entanto, igualmente aos métodos citados acima, também é um fator que oferece estratégias de manejo para plantas daninhas. Algumas espécies de plantas apresentam respostas mediadas por fitocromo em relação à qualidade e duração da luz que determinam sua germinação e desenvolvimento (Batlla; Benech-Arnold, 2014; Taylorson; Borthwick, 1969). Várias outras espécies de plantas, incluindo culturas como tomate (Mancinelli; Yaniv; Smith, 1967), *Pinus palustris* (Tobin; Briggs, 1969), rabanete (Schopfer; Placy; Frahy, 2001), *Cecropia obtusifolia*, *Piper auritum* (Vázquez-Yanes; Smith, 1982), *Plantago major* (Pons,

1986), *Ophioglossum crotalophoroides* (Whittier, 2006) e *Aethionema arabicum* (Méraï *et al.*, 2022), também exibem inibição da germinação induzida pela luz vermelha distante. Isso ocorre devido a algumas interações complexas de fitormônios, particularmente entre ácido abscísico (ABA) e giberelinas (Schopfer; Placy; Frahry. 2001; Vaistij *et al.*, 2018). Além disso, estudos utilizando a luz vermelha distante de forma suplementar relataram que essa faixa pode melhorar a velocidade de germinação, o crescimento das mudas e as taxas fotossintéticas em várias outras espécies de plantas (Hwang *et al.* 2020; Zaghdoud *et al.*, 2023; Elkins; Van Iersel, 2020; Moon *et al.*, 2023).

2. 1 *Erigeron canadensis*

A espécie *Erigeron canadensis* é uma planta herbácea anual da família Asteraceae com distribuição global. Comumente conhecida como buva, rabo de foguete ou voadeira, essa espécie se caracteriza por suas folhas lanceoladas e serrilhadas, e inflorescências compostas por pequenas flores brancas dispostas em capítulos (Weaver, 2001; Kim *et al.*, 2008). As sementes são oblongas, marrom-amareladas, achatadas, e cobertas por um pappus, que consiste em tricomas finos brancos a castanhos que auxiliam na dispersão pelo vento, permitindo que as sementes viajem distâncias significativas da planta-mãe. As sementes possuem boa taxa de germinação em temperaturas que variam sob condições de temperatura diurna/noturna de 24/20°C. De acordo com Nandula *et al.* (2006), a germinação das sementes de buva ocorre tanto sob luz quanto na escuridão completa, mas de forma muito menor na escuridão contínua em comparação à luz. Quanto ao pH e salinidade, a germinação ocorre em uma ampla faixa de pH (de 4 a 10), com uma tendência para maior germinação sob condições neutras a alcalinas e podem germinar mesmo em condições de alta salinidade do solo. Além disso, é altamente adaptável e cresce em uma variedade de habitats, incluindo campos agrícolas, margens de estradas e áreas perturbadas. Sua capacidade de tolerar diferentes condições ambientais, aliada à produção abundante de sementes que se dispersam pelo vento, contribui para sua ampla distribuição e potencial invasivo (Yamashita; Guimarães, 2011; Dauer *et al.*, 2007). Isso dificulta ainda mais o seu controle. A buva desenvolveu resistência a múltiplos herbicidas, incluindo o glifosato. Isso fez com que fosse necessário a adoção de estratégias alternativas de controle como práticas de corte contínuo, sistemas de plantio direto e rotação de culturas (Weaver, 2001; Peruzzi; Fontanelli; Frascioni (2023). Métodos eficazes de controle químico incluem combinações de glifosato com outros herbicidas como saflufenacil, clorimuron-etil e metribuzina (Silva *et al.*, 2020).

2. 2 *Digitaria insularis*

A espécie *digitaria insularis*, comumente conhecida como capim-amargoso ou capim-flecha, é uma planta da família Poaceae, amplamente reconhecida como uma importante planta daninha em áreas agrícolas e pastagens, com particular problema nas áreas de produção de soja do Brasil (Gonçalves Netto *et al.*, 2021). Esta espécie é nativa das Américas e sua distribuição espacial é predominantemente na América do Sul, Central e no sul da América do Norte. Suas sementes são relativamente pequenas, medindo geralmente entre 1 e 2 mm de comprimento e cobertas por tricomas. A temperatura ideal para a germinação varia entre 20°C e 30°C, sendo a luz um fator significativo para a germinação devido ao seu fotoblastismo positivo. Fatores que reduzem as flutuações térmicas do solo ou as proporções de luz vermelha distante: vermelha, como restolho ou culturas de cobertura, podem diminuir a emergência no campo. (Oreja-Guevara *et al.* 2017. Os métodos de controle para *D. insularis* incluem herbicidas químicos, com o glifosato mostrando eficácia variável devido a alguns mecanismos de resistência evoluídos (Carvalho *et al.*, 2012; Correia; Durigan, 2009). Estudos indicam que baixas doses de glifosato podem induzir hormese, resultando em uma aceleração do processo de floração, aumento do peso das sementes e incremento da velocidade de germinação, tanto em biótipos resistentes quanto em suscetíveis. Esses efeitos potencializam e favorecem a disseminação da espécie da planta daninha em questão (Anunciato *et al.*, 2022). Portanto, entender esses requisitos de germinação podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejo eficazes para essa espécie invasora em ambientes agrícolas.

2.3 *Eleusine indica*

A espécie *Eleusine indica*, conhecida como capim-pé-de-galinha, é uma planta daninha significativa em vários sistemas agrícolas (Kerr *et al.*, 2018; Chauhan; Johnson, 2008). Possui distribuição pantropical e subtropical, sendo nativa da África e da Ásia tropical e naturalizada em regiões quentes e úmidas em todo o mundo (Swarbrick, 1997). Graças ao seu extenso sistema radicular é capaz de resistir a vários períodos de seca (Wagner; Herbst; Schmer, 1999) enquanto a morfologia dos frutos consiste em espiguetas comprimidas, dispostas em duas fileiras em um único lado da raque. A semente é uma cariopse rugosa, de 1-1,3 mm de comprimento, envolvida em um pericarpo membranoso muito frouxo (Hao, 2017) e possui a germinação influenciada por múltiplos fatores como temperatura, luz e umidade (Ismail *et al.*, 2002; Hooda; Chauhan, 2023). A germinação é ótima em temperaturas alternadas entre 25° e

30°C e é inibida por enterramento profundo e palhadas em um sistema de plantio direto (Chauhan; Johnson, 2008).

Contudo, alguns estudos relatam que o capim-pé-de-galinha pode germinar bem tanto em condições de luz quanto de escuridão, a taxa de germinação tende a ser maior quando as sementes são expostas à escuridão completa em comparação a condições alternadas de luz/escuridão ou altas intensidades de luz sendo que, a resposta específica à luz pode variar entre diferentes populações desta espécie (Ampong-Nyarko; Datta; Dingkuh, 1992). Sobre o controle químico da espécie, estudos relataram populações resistentes ao glifosato na Malásia e na China, com níveis de resistência variados devido a mutações do gene EPSPS (Chen *et al.*, 2017). Em algumas populações foi observada a resistência a múltiplos herbicidas, incluindo glufosinato, paraquate e inibidores de ACCase (Yu *et al.*, 2015).

2.4 *Amaranthus viridis*

A espécie *Amaranthus viridis*, conhecida como caruru de mancha ou caruru verde, é uma espécie cosmopolita, amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo, incluindo áreas de grande altitude. No Brasil, é comumente encontrado em todas as regiões, especialmente em plantações de café e pomares frutíferos (Alcántara-de la Cruz *et al.*, 2020; Maluf, 1999). As sementes medem aproximadamente 1 a 1,6 mm de comprimento e são predominantemente pretas.

Estudos sobre a germinação do caruru descreveram que tanto a temperatura constante de 30°C como o aumento das temperaturas em regimes alternados de 30/35°C resultou na redução do tempo necessário para o início da germinação e na elevação da taxa de germinação. A germinação do *A. viridis* foi significativamente mais alta em condições de pH ácido do que em pH básico, indicando uma preferência por ambientes mais ácidos. Além disso, o estresse hídrico teve um impacto negativo na germinação, com a atividade germinativa sendo completamente inibida em potenciais hídricos abaixo de -0,6 (Mpa). Em termos de profundidade de semeadura, a emergência do caruru é mais eficiente em profundidades que variaram de 0,5 a 2 cm, embora sementes também tenham conseguido emergir a profundidades de até 6 cm (Thomas *et al.*, 2006; Khan *et al.*, 2022; Hao, 2017). Esses resultados destacam a adaptabilidade da espécie às variações de temperatura e pH, bem como a sua capacidade de germinar em uma faixa razoável de profundidade do solo, embora o estresse hídrico represente um fator limitante significativo para a germinação.

Quanto ao manejo com controle químico, em 2010, relatou-se que esta espécie invasora desenvolveu resistência múltipla à herbicidas que inibem a acetolactato sintase e herbicidas inibidores do fotossistema II em cultivos de algodão nos estados da Bahia e Mato Grosso (Francischini *et al.*, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados desta pesquisa foram provenientes de quatro experimentos executados no Laboratório de Genética e Sementes do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), campus Uberaba, localizado no município de Uberaba, Minas Gerais. Cada um dos experimentos foi feito com uma espécie de planta daninha, a saber: *E. canadensis*, *D. insularis*, *A. viridis* e *E. indica*. Todos os experimentos foram instalados no delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições, no total de 30 unidades experimentais. A unidade experimental foi constituída de uma placa de petri com 20 sementes.

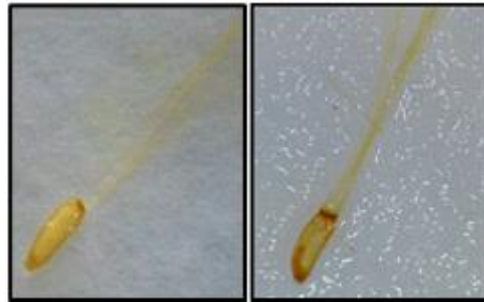
Os tratamentos foram assim constituídos: T1 – Sementes mantidas sob um fotoperíodo de 13 horas (Tratamento Controle); T2 – Fotoperíodo de 13 horas, mais um flash diário com uma duração de 0,1s de LED de 730 nm (faixa do vermelho distante); T3 - Fotoperíodo de 13 horas, mais uma exposição diária por 2 horas ao LED de 730 nm; T4 – Sementes mantidas no escuro total (Controle Escuro); T5 – Escuro, mais um flash diário com duração de 0,1s de LED de 730 nm; T6 – Escuro, mais uma exposição diária por 2 horas ao LED de 730 nm. A exposição das sementes ao LED nos tratamentos T2 e T3 ocorreu ao final do fotoperíodo de 13 horas.

As sementes das plantas daninhas usadas na pesquisa foram coletadas na área de produção agrícola do Campus do IFTM, com coordenadas 19°39'37"S e 47°58'02"W. Após a coleta, as sementes foram lavadas com água corrente e detergente neutro. Em seguida, as sementes foram selecionadas manualmente com o auxílio de pinça e estereoscópio de luz, excluindo-se as imaturas, as chochas e as de dimensões reduzidas. As sementes obtidas foram então submetidas ao processo de esterilização utilizando uma solução de hipoclorito de sódio (2,5%) e água de proporção 1:1. Após a assepsia, as sementes foram finalmente distribuídas uniformemente sobre três camadas de papel filtro em placas de Petri 90x15mm umedecidos com cerca de 2,5ml de água destilada de acordo com a relação volume de água (ml) por peso do substrato (g). A reposição de água seguinte foi feita de forma diária de acordo com a necessidade. Em seguida, as placas foram seladas com plástico filme PVC e depois colocadas em bandejas plásticas.

Durante a execução do experimento, as sementes foram mantidas em incubadoras do tipo EletroLab® por um período contínuo de 14 dias. A temperatura foi ajustada de acordo com cada espécie sendo, *E. canadensis* alternando entre 20 e 25 °C (Ottavini *et al.*, 2019), *D. insularis* entre 25 e 30 °C, *E. indica* entre 25 e 30 °C (Ismail *et al.* 2002; Hooda; Chauhan, 2023) e para *A. viridis* a temperatura foi de 30°C (Thomas *et al.*,2006; Khan *et al.*, 2022). A contagem das sementes germinadas foi realizada diariamente durante todo o período experimental e

sempre no mesmo horário. Para os tratamentos em que a luz estava ausente (T4, T5 e T6), as placas de Petri foram totalmente envolvidas com papel alumínio, e a contagem diária foi efetuada em uma caixa preta com auxílio de iluminação verde.

Figura 1- Seleção de sementes (*Erigeron canadensis*). À esquerda semente cheia e à direita semente chocha.



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Para verificação dos efeitos dos tratamentos, as seguintes variáveis foram avaliadas:

- i) Germinação (G), expressa em porcentagem, obtida pela expressão $G = (n/20) \times 100$, em que n é o número de sementes que germinaram ao final do tempo.
- ii) Índice de Velocidade de Germinação (IVG), adimensional, obtida pela expressão $IVG = \sum_{i=1}^t \frac{n_i}{t_i}$, em que n_i é o número de sementes germinadas no i -ésimo tempo; t_i é o i -ésimo tempo e t é o tempo de germinação da última semente.

Para comparação dos tratamentos quanto às respostas avaliadas, os dados foram submetidos à análise de variância. Para os casos em que o efeito dos tratamentos se mostrou significativo, as médias foram comparadas pelo agrupamento de Scott-Knott. Destaca-se que para diagnóstico da análise, foram checados os pressupostos de normalidade dos resíduos, via teste de Shapiro-Wilk, e homogeneidade das variâncias residuais, via teste de Bartlett. Toda a análise foi processada com o auxílio do software R e usando o nível de probabilidade de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

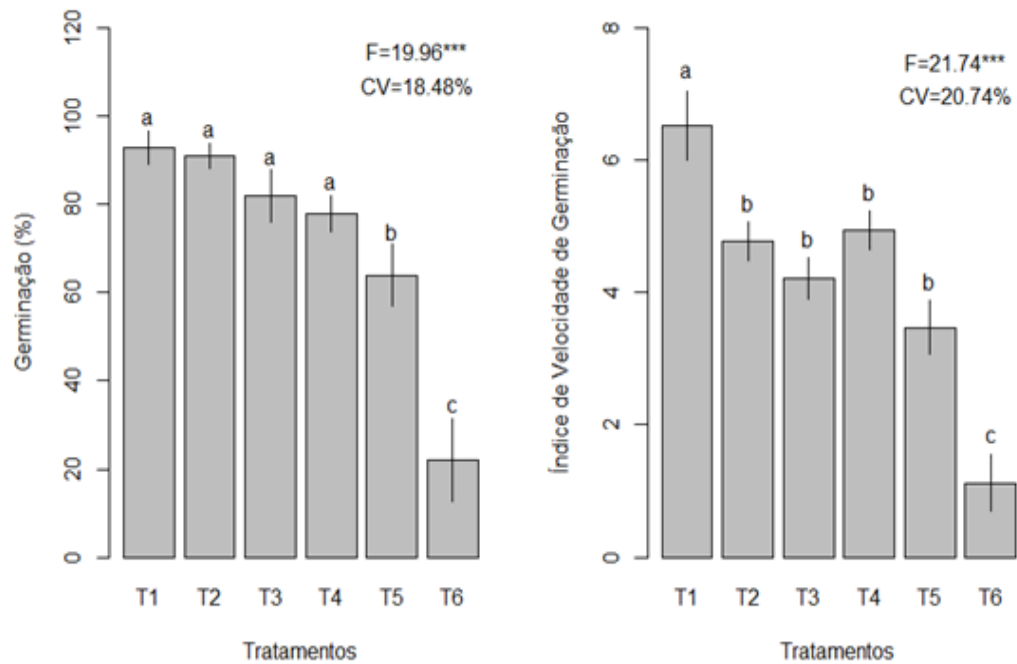
Para a buva (*E. canadensis*), o teste F mostra efeito significativo dos tratamentos em ambas as respostas avaliadas, germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) (Figura 2). O agrupamento de Scott-Knott, por sua vez, evidencia que o T6, que consiste em manter as sementes no escuro, associado a uma exposição de 2h diárias de LED, é o mais eficiente em reduzir essas respostas (Figura 2). A taxa de germinação no T6, por exemplo, é 323% menor comparado ao T1, tratamento com fotoperíodo de 13h. Em relação ao T4, tratamento com escuro total, a redução na taxa de germinação proporcionada pelo T6 foi de 254%. Já o IVG, é 482% menor no T6 comparado ao T1 e 342% menor na comparação entre T6 e T4.

Especificamente na germinação, o T5, escuro mais flash diário de LED no vermelho distante, também é eficiente em reduzir as taxas, comparado aos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Para o T5, a redução na taxa de germinação é de 45% comparada ao T1 e 22% comparado ao T4.

Nandula *et al.*, 2006 descreveram que a emergência de plântulas de *E. canadensis* foi máxima na superfície do solo e nenhuma plântula emergiu de sementes colocadas a uma profundidade de 0,5 cm ou mais. Esse efeito é explicado pela influência da quantidade de reservas nas sementes e pela profundidade que se encontra no solo na emergência das espécies de plantas daninhas (Brown; Whitwell, 1988). Sementes posicionadas na superfície do solo ou enterradas superficialmente podem se beneficiar da estimulação luminosa durante a germinação e emergência. Conforme a profundidade de plantio aumenta, a emergência é reduzida, este efeito já foi observado em outras plantas daninhas (Reddy; Singh, 1992; Balyan; Bhan, 1986; Singh; Achhireddy, 1984).

Na prática, isso nos evidencia que manter o solo coberto, e adaptar lâmpadas de LED nos implementos agrícolas com luz no vermelho distante, pode reduzir de maneira significativa a germinação das sementes de *E. canadensis*.

Figura 2- Teste F, coeficiente de variação (CV%) e agrupamento de Scott-Knott para as médias de Germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *E. Canadensis* em função de seis tratamentos (T1 – Fotoperíodo de 13 h; T2 – Fotoperíodo de 13 h + flash diário de LED de 730 nm; T3 - Fotoperíodo de 13 h + 2 h de LED de 730 nm; T4 – Escuro total; T5 – Escuro + flash diário de LED de 730 nm; T6 – Escuro + 2 h de LED de 730 nm). No teste F, “****” indica significativo a 0,1% de probabilidade (p-valor < 0,001). No agrupamento de Scott-Knott, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade (p-valor > 0,05) e médias seguidas por letras diferentes, diferem significativamente a 5% de probabilidade (p-valor < 0,05).



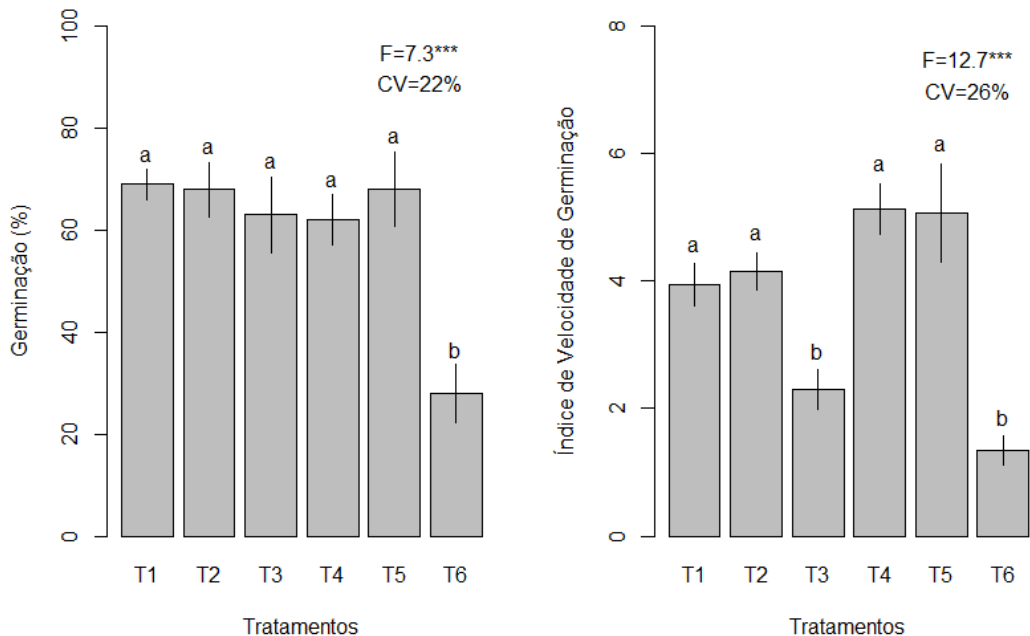
Dados da pesquisa, 2024.

Da mesma maneira, para o caruru verde (*Amaranthus viridis*), o teste F mostrou efeito significativo para a germinação e IVG (Figura 3). Para a germinação, o agrupamento de Scott-Knott também evidenciou destaque para o T6. Esses resultados sugerem que evitar ou reduzir a exposição das sementes da espécie a luz, associado a uma exposição de 2 h diárias de LED, é eficiente em reduzir a germinação das sementes. Comparado ao T1, por exemplo, a redução na germinação proporcionada pelo T6 é de 146%. Já em relação ao T4, a redução é de 121%.

Já para o IVG, os destaques foram os tratamentos T3 e T6. Esses tratamentos têm em comum a exposição das sementes a 2 h de LED, seja na ausência completa de luz (T6) ou em fotoperíodo normal (T3). Isso nos mostra, que a exposição ao LED pode ser uma estratégia eficiente no controle do *A. viridis*, uma vez que, uma planta daninha que tem a velocidade de germinação comprometida, dificilmente irá interferir na planta cultivada.

Figura 3- Teste F, coeficiente de variação (CV%) e agrupamento de Scott-Knott para as médias de Germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *A. viridis* em função de seis tratamentos (T1 – Fotoperíodo de 13 h; T2 – Fotoperíodo de 13 h + flash diário de LED de 730 nm; T3 - Fotoperíodo de 13 h + 2 h de LED de 730 nm; T4 – Escuro total; T5 – Escuro + flash diário de LED de 730 nm; T6 – Escuro + 2 h de LED de 730 nm). No teste F, “***” indica significativo a 0,1% de probabilidade (p -valor < 0,001). No agrupamento de Scott-Knott, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade

(p-valor > 0,05) e médias seguidas por letras diferentes, diferem significativamente a 5% de probabilidade (p-valor < 0,05).



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Uma resposta semelhante foi relatada para outras espécies do gênero como *Amaranthus retroflexus* L., *Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus rudis* Sauer. e *Amaranthus caudatus* L., onde a exposição ao vermelho distante afetou negativamente a germinação das espécies (Fenner, [1980]; Gallagher; Cardina, 1998; Ghorbani; Seel; Leifert, 1999; Leon; Knapp; Owen, 2004; Taylorson; Borthwick, 1969; Resühr, 1939). Essa resposta se deve justamente ao fato de que a luz vermelha distante (FR), inibe a germinação das sementes ao inativar os fotorreceptores fitocromos o que provoca uma diminuição nos níveis de giberelinas (GA) e um aumento nos níveis de ácido abscísico (ABA) (Piskurewicz *et al.*, 2008).

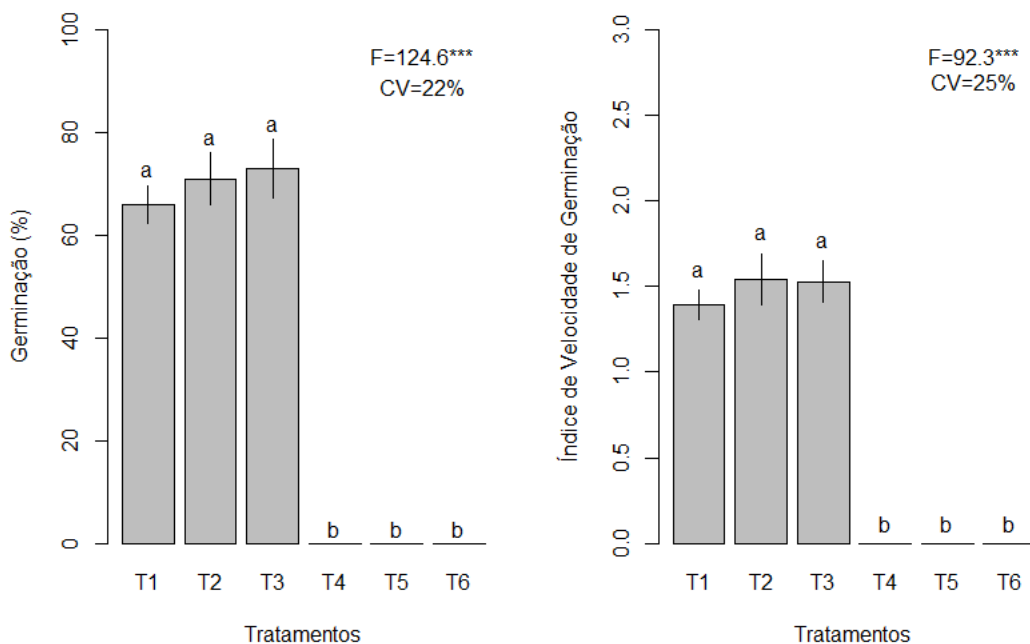
Esses resultados ressaltam a importância do ambiente de luz na germinação das sementes e destacam o potencial de estratégias de manejo, como a manipulação do espectro de luz, para controlar o processo de germinação em espécies específicas.

Com relação ao capim pé-de-galinha (*E. indica*), os dados evidenciam o comportamento fotoblástico positivo obrigatório da espécie, no qual a germinação só ocorre na presença de luz (Figura 4). Na comparação entre os tratamentos, T1, T2 e T3, em que as sementes foram expostas ao fotoperíodo de 13h, com ou sem a aplicação de LED, as diferenças

observadas foram não significativas de acordo com o agrupamento de Scott-Knott ($p > 0,05$). Neste caso, os dados sugerem de que a exposição das sementes ao LED, ao melhor que foi observado aqui, não é eficiente em reduzir a germinação e tampouco o índice de velocidade de germinação de sementes para essa espécie. Por outro lado, evitar ou limitar a exposição das sementes de *E. indica* à luz, pode inibir a emergência das sementes.

Hooda e Chauhan (2023) não encontraram diferença significativa na germinação de *E. indica* nas faixas de profundidade de 0 a 4 cm do solo, mas sua emergência é significativamente afetada em profundidades superiores a 4 cm. Cabe ressaltar que manter o solo coberto é uma prática cultural que traz outros benefícios, como a melhoria das características físicas, químicas e microbiológicas do solo, a manutenção da umidade do solo, a redução da erosão, ciclagem de nutrientes e redução da temperatura do solo.

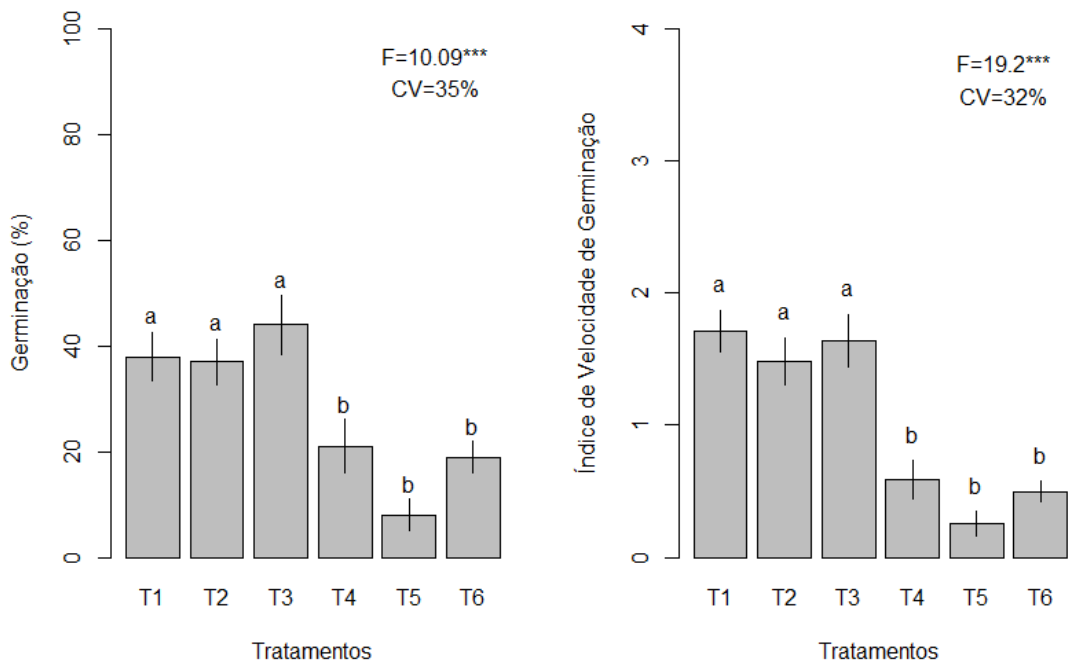
Figura 4 - Teste F, coeficiente de variação (CV%) e agrupamento de Scott-Knott para as médias de Germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *E. indica* em função de seis tratamentos (T1 – Fotoperíodo de 13 h; T2 – Fotoperíodo de 13 h + flash diário de LED de 730 nm; T3 - Fotoperíodo de 13 h + 2 h de LED de 730 nm; T4 – Escuro total; T5 – Escuro + flash diário de LED de 730 nm; T6 – Escuro + 2 h de LED de 730 nm). No teste F, “***” indica significativo a 0,1% de probabilidade (p -valor $< 0,001$). No agrupamento de Scott-Knott, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade (p -valor $> 0,05$) e médias seguidas por letras diferentes, diferem significativamente a 5% de probabilidade (p -valor $< 0,05$).



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Para capim-amargoso (*D. insularis*), o teste F também mostrou efeito significativo dos tratamentos em ambas as respostas. O agrupamento de Scott-Knott por sua vez, evidencia que maiores médias de germinação e IVG são obtidas nos tratamentos em que as sementes foram expostas ao fotoperíodo normal (T1, T2 e T3), independente do uso do LED (Figura 5).

Figura 5 - . Teste F, coeficiente de variação (CV%) e agrupamento de Scott-Knott para as médias de Germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *D. insularis* em função de seis tratamentos (T1 – Fotoperíodo de 13 h; T2 – Fotoperíodo de 13 h + flash diário de LED de 730 nm; T3 - Fotoperíodo de 13 h + 2 h de LED de 730 nm; T4 – Escuro total; T5 – Escuro + flash diário de LED de 730 nm; T6 – Escuro + 2 h de LED de 730 nm). No teste F, “****” indica significativo a 0,1% de probabilidade (p-valor < 0,001). No agrupamento de Scott-Knott, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade (p-valor > 0,05) e médias seguidas por letras diferentes, diferem significativamente a 5% de probabilidade (p-valor < 0,05).



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

De forma similar ao exposto para a *E. indica*, esses resultados sugerem que limitar a exposição das sementes da *D. insularis* à luz, é uma estratégia eficiente de controle da planta daninha, por limitar tanto sua germinação quanto o índice de velocidade da germinação.

Oreja-Guevara *et al.* (2017), no entanto, encontraram uma resposta diferente para *D. insularis*, em que a exposição das sementes à luz vermelha distante por 60 minutos, reduziu a porcentagem de germinação em comparação com as sementes expostas ao vermelho por 60 minutos ou pela luz vermelha distante por 30 min.

Embora os dados demonstrem um efeito positivo do LED como um potencial inibidor da germinação em algumas plantas daninhas, estudos que visam elucidar respostas bioquímicas precisas, como o balanço hormonal, ainda são necessários para compreender melhor os mecanismos de controle da germinação nessas espécies. Esses resultados apontam para a complexidade e especificidade das interações entre cada espécie dessas ervas invasoras e o ambiente luminoso, sugerindo a importância de investigações mais detalhadas para uma compreensão aprofundada desses processos e o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo de plantas daninhas em sistemas agrícolas.

5 CONCLUSÃO

A combinação entre escuro e LED (730 nm) em flash diário ou exposição de duas horas se mostrou eficiente para a redução da germinação e índice de velocidade em germinação de buva (*Erigeron canadensis*) e caruru verde (*Amaranthus viridis*). Para os capins pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e amargoso (*Digitaria insularis*), os resultados sugerem que o LED (730 nm) em flash diário ou exposição de duas horas, não apresenta efeito significativo, mas que a manutenção das sementes no escuro é eficiente em reduzir as respostas, germinação e índice de velocidade de germinação.

REFERÊNCIAS

- AKTAR, M. W.; SENGUPTA, D.; CHOWDHURY, A. Impact of pesticide use in agriculture: their benefits and hazards. **Interdisciplinary Toxicology**, Boston, v. 2, n. 1, p. 1–12, Mar. 2009. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2984095/>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R. *et al.* Glyphosate resistance in *Amaranthus viridis* in Brazilian citrus orchards. **Agriculture**, v. 10, n. 7, p. 2-10, Jul. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/7/304>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- ANUNCIATO, V. M. *et al.* Effect of low glyphosate doses on flowering and seed germination of glyphosate-resistant and -susceptible *Digitaria insularis*. **Pest Management Science**, v. 78, n. 3, p. 1227-1239, Mar. 2022. Disponível em: <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.6740>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- AMPONG-NYARKO, K.; DATTA, S. K. de; DINGKUHN, M. Physiological response of rice and weeds to low light intensity at different growth stages. **Weed Research**, v. 32, n. 6, p. 465-472, Dec. 1992. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.1992.tb01907.x>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- BASTIAANS, L.; PAOLINI, R.; BAUMANN, D. T. Focus on ecological weed management: what is hindering adoption? **Weed Research**, v. 48, n. 6, p. 481-491, Dec. 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.2008.00662.x>. Acesso em; 10 jan. 2024.
- BALYAN, R. S.; BHAN, V. M. Germination of horse purslane (*Trianthema portulacastrum*) in relation to temperature, storage conditions, and seedling depths. **Weed Science**, Westminister, v. 34, n. 4, p. 513–515, Oct. 1986. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4044228>. Acesso em: 12 fev. 2024.
- BATLLA, D.; BENECH-ARNOLD, R. L. Weed seed germination and the light environment: implications for weed management. **Weed Biology and Management**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 77-87, June 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/wbm.12039>. Acesso em: 12 fev. 2024.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 2 ed. New York: Plenun Press, 1994.
- BROWN, S. M.; WHITWELL, T. Influence of tillage on horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Technology**, Lawrence, v. 2, n. 3, p. 269–270, Jul. 1988. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/abs/influence-of-tillage-on-horseweed-conyza-canadensis/F58598E9D62EC54D6F177C2BA51C864E>. Acesso em: 12 fev. 2024.
- CARVALHO, L. B. de *et al.* Pool of resistance mechanisms to glyphosate in *Digitaria insularis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 60, n. 2, p. 615-622, 5 Jan. 2012. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf204089d>. Acesso em: 14 fev. 2024.

CATON, B. P.; FOIN, T. C.; HILL, J. E. Mechanisms of competition for light between rice (*Oryza sativa*) and redstem (*Ammannia spp.*). **Weed Science**, Westminster, v. 45, n. 2, p. 269-275, Mar./Apr. 1997. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/4046087>. Acesso em: 14 fev. 2024.

CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Germination ecology of goosegrass (*Eleusine indica*): an important grass weed of rainfed rice. **Weed Science**, Westminster v. 56, n. 5, p. 699-706, Oct. 2008. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/germination-ecology-of-goosegrass-eleusine-indica-an-important-grass-weed-of-rainfed-rice/8D1EB30E5AF7568E1D9607B5C7E1927E>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CHEN, J. *et al.* Characterization of *Eleusine indica* with gene mutation or amplification in EPSPS to glyphosate. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 143, p. 201-206, Nov. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048357517303152?via%3Dihub>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuronethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 689-697, set. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/QNmCM9MZd5CtCP48RWZ3hgF/?lang=pt>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CONTRERAS, S. *et al.* Red to far-red ratio during seed development affects lettuce seed germinability and longevity. **Hortscience**, Alexandria, v. 44, n. 1, p. 130-134, Feb. 2009. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/44/1/article-p130.xml>. Acesso em: 10 mar. 2024.

DAUER, J. T. *et al.* Temporal and spatial dynamics of long-distance *Conyza canadensis* seed dispersal. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 44, n. 1, p. 105-114, Feb. 2007. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2664.2006.01256.x>, Acesso em: 10 mar. 2024.

DERKX, M. P. M.; KARSSSEN, C. M. Effects of light and temperature on seed dormancy and gibberellin-stimulated germination in *Arabidopsis thaliana*: studies with gibberellin deficient and insensitive mutants. **Physiologia Plantarum**, Finland, v. 89, n. 2, p. 360-368, Oct. 1993. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1399-3054.1993.tb00167.x>. Acesso em: 05 abr. 2024.

DHANAPAL, G. N. *et al.* Management of broomrape (*Orobanche spp.*): a review. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 176, n. 5, p. 335-359, Jul. 1996. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-037X.1996.tb00479.x>. Acesso em: 05 abr. 2024.

EDGAR, O. N. *et al.* Transparent, black and organic mulches effect on weed suppression in green pepper (*Capsicum annum*) in Western Kenya. **Journal of Agricultural Studies**, Las Vegas, v. 5, n. 1, p. 67-76, Fev. 2017. Disponível em: <https://www.macrothink.org/journal/index.php/jas/article/view/10807>. Acesso em: 05 abr. 2024.

ELKINS, C.; VAN IERSEL, M. W. Supplemental far-red light-emitting diode light increases growth of foxglove seedlings under sole-source lighting. **Horttechnology**, Alexandria, v. 30, n. 5, p. 564-569, Aug. 2020. Disponível em https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/30/5/article-p564.xml?tab_body=pdf. Acesso em: 05 abr. 2024.

EGLEY, G. H.; WILLIAMS, R. D. Decline of weed seeds and seedling emergence over five years as affected by soil disturbances. **Weed Science**, Westminster, v. 38, n. 6, p. 504- 510, Nov. 1990. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4045064>. Acesso em: 05 abr. 2024.

FENNER, M. The induction of a light requirement in *Bidens pilosa* seeds by leaf canopy shade. **New Phytologist**, Reino Unido, v. 84, p. 103–106, [1980]. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1469-8137.1980.tb00752.x>. Acesso em: 05 abr. 2024.

FRANCISCHINI, A. C. *et al.* Primeiro relato de resistência de *Amaranthus viridis* a herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 571–578, set. 2014.

FROST, R. Nothing gold can stay. **The Yale Review**, United States, Oct. 1923. Disponível em: <https://poets.org/poem/nothing-gold-can-stay>. Acesso em: 05 abr. 2024.

GALLAGHER, R. S.; CARDINA, J. Phytochrome-mediated *Amaranthus* germination, I: effect of seed burial and germination temperature. **Weed Science**, Westminster, v. 46, n.1, p. 48–52, Jan./Feb. 1998. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4046007>. Acesso em: 05 abr. 2024.

GHORBANI, R.; SEEL, W.; LEIFERT, C. Effects of environmental factors on germination and emergence of *Amaranthus retroflexus*. **Weed Science**, Westminster v. 47, n. 5, p. 505–510, Sep./Oct. 1999. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4046102>. Acesso em: 05 abr. 2024.

GONÇALVES NETTO, A. *et al.* Population genomics of *Digitaria insularis* from soybean areas in Brazil. **Pest Management Science**, Oxford, v. 77, n. 12, p. 5375- 5381, Jul. 2021. Disponível em: <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.6577>. Acesso em: 05 abr. 2024.

HAO, J-H. *et al.* Germination response of four alien congeneric *Amaranthus* species to environmental factors. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 12, n. 1, p.1-18, Jan. 2017. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0170297>. Acesso em: 05 abr. 2024.

HOODA, V. S.; CHAUHAN, B. Herbicide response and germination behavior of two goosegrass (*Eleusine indica*) populations in the Australian environment. **Weed Science**, Westminster, v. 71, n. 6, p. 1- 30, Sep. 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/373975353_Herbicide_response_and_germination_behavior_of_two_goosegrass_Eleusine_indica_populations_in_the_Australian_environment. Acesso em: 05 abr. 2024. Acesso em: 05 abr. 2024.

HWANG, H. *et al.* Improvement of growth and morphology of vegetable seedlings with supplemental far-red enriched LED lights in a plant factory. **Horticulturae**, Switzerland, v.

6, n. 4, p. 1-14, Dec. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/6/4/109>. Acesso em: 05 abr. 2024.

ISMAIL, B. S. *et al.* Germination and seedling emergence of glyphosate-resistant and susceptible biotypes of goosegrass (*Eleusine indica* [L.] Gaertn). **Weed Biology and Management**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 177–185, Dec. 2002. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1445-6664.2002.00066.x>. Acesso em: 05 abr. 2024.

KERR, R. A. *et al.* Morphological events following late-season goosegrass (*Eleusine indica*) germination. **Weed Technology**, Reino Unido, v. 33, n. 1, p. 196- 201, Nov, 2018. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/key-morphological-events-following-lateseason-goosegrass-eleusine-indica-germination/C0818741CF8249C354953764974E79DE>. Acesso em: 05 abr. 2024.

KHAN, S. *et al.* Quantifying temperature and osmotic stress impact on seed germination rate and seedling growth of *Eruca sativa mill.* via hydrothermal time model. **Life**, Switzerland, v., 12, n. 3, p. 1- 15, Mar, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-1729/12/3/400>. Acesso em: 05 abr. 2024.

KIM, C-S. *et al.* A taxonomic study in early stage on the genus conyza and erigeron (*Asteraceae*) weeds of Korea. **Korean Journal of Weed Science**, Korea, v. 28, n. 1, p. 42- 51, Mar. 2008. Disponível em: https://koreascience.kr/ksci/search/article/articleView.ksci?articleBean.atclMgntNo=JCHHBQ_2008_v28n1_42. Acesso em: 05 abr. 2024.

LEON, R. G.; KNAPP, A. D.; OWEN, M. D. Effect of temperature on the germination of common waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*), giant foxtail (*Setaria faberi*), and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). **Weed Science**, Westminster, v. 52, n. 1, p. 67- 73, 2004. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/issue/14E86FFFDFAC133E80169CFD3986E89C>. Acesso em: 05 abr. 2024.

LINTZ, H. *et al.* Composting one invasive species to control another. **Restoration Ecology**, Washington, v. 19, n. 1, p. 1-4, Jan. 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1526-100X.2010.00719.x>. Acesso em: 05 abr. 2024.

LORENTZ, L. *et al.* Characterization of glyphosate resistance in *Amaranthus tuberculatus* populations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v. 62, n. 32, p. 8134- 8142, June. 2014. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf501040x>. Acesso em: 05 abr. 2024.

MALUF, A. M. Competição intra-específica entre *Amaranthus hybridus l.* e *Amaranthus viridis l.* **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 8, p. 1319- 1325, ago. 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/yCyBbtqw6jGKDntBD4pfNFv/abstract/?lang=en>. Acesso em: 05 abr. 2024.

MANCINELLI, A. L; YANIV, Z.; SMITH, P. Phytochrome and seed germination. i. temperature dependence and relative P(FR) levels in the germination of dark-germinating

tomato seeds. **Plant Physiology**, [S. l.], v. 42, n. 3, p. 333- 337, Mar., 1967. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16656511/>. Acesso em: 05 abr. 2024.

MCIVOR, J. G.; HOWDEN, S. M. Dormancy and germination characteristics of herbaceous species in the seasonally dry tropics of northern Australia. **Austral Ecology**, v. 25, n. 3, p. 213-222, June 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32313444/>. Acesso em: 05 abr. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32313444/>. Acesso em: 05 abr. 2024.

MÉRAI, Z. *et al.* Phytochromes mediate germination inhibition under red, far-red, and white light in *Aethionema arabicum*. **Plant Physiology**, [S. l.], v. 192, n. 2, p. 1584-1602, June 2023. Disponível em: <https://academic.oup.com/plphys/article/192/2/1584/7067346>. Acesso em: 05 abr. 2024

MOON, Y. H. *et al.* Evaluation of growth and photosynthetic rate of cucumber seedlings affected by far-red light using a semi-open chamber and imaging system. **Horticulturae**, Switzerland, v. 9, n. 1, p. 1- 13, Jan. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/9/1/98>. Acesso em: 05 abr. 2024.

NALEWAJA, J. D. Cultural practices for weed resistance management. **Weed Technology**, Lawrence, v. 13, n. 3, p. 643- 646, Sep. 1999. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3989061>. Acesso em: 10 jun. 2024.

NANDULA, V. K. *et al.* Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, Westminster, v. 54, n. 5, p. 898–902, Sep. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/232695763_Factors_affecting_germination_of_horseweed_Conyza_canadensis. Acesso em; 10 jun. 2024.

OERKE, E. -C; DEHNE, H. -W. Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection. **Crop Protection**, [S. l.] v. 23, n. 4, p. 275- 285, Apr. 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219403002540>. Acesso em: 10 jun. 2024.

OERKE, E. -C. Crop losses to pests. **The Journal of Agricultural Science**, Reino Unido, v.144, n. 1, p. 31 - 43. Dec. 2005. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/crop-losses-to-pests/AD61661AD6D503577B3E73F2787FE7B2>. Acesso em: 10 jun. 2024.

OREJA-GUEVARA, C. *et al.* New insights into the burden and costs of multiple sclerosis in Europe: results for Spain. **Multiple Sclerosis Journal**, Basingstoke, v. 23, n. 2, p. 166- 178, Aug. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28643597>. 10 jun. 2024.

OTTAVINI, D. *et al.* Effects of Light, Temperature, and soil depth on the germination and emergence of *Conyza canadensis* (L.) Cronq. **Agronomy**, Switzerland, v. 9, n. 9, p. 1- 15, Sep. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/9/533>, Acesso em: 10 jun. 2024.

PEROTTI, V. E. *et al.* A novel triple amino acid substitution in the EPSPS found in a high-level glyphosate-resistant *Amaranthus hybridus* population from Argentina. **Pest Management Science**, London, v.75, n. 5, p. 1242- 1251, May 2019. Disponível em:

<https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ps.5303>. Acesso em: 10 jun. 2024.

PERUZZI, A.; FONTANELLI, M.; FRASCONI, C. Current trends for a modern, integrated, and sustainable approach to weed management. **Agronomy**, Switzerland, v. 13, n. 9, p. 1- 3, Sep. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/9/2364>. Acesso em: 10 jun. 2024.

PISKUREWICZ, U. *et al.* The gibberellic acid signaling repressor RGL2 inhibits Arabidopsis seed germination by stimulating abscisic acid synthesis and ABI5 activity. **The Plant Cell**, Rockville, v. 20, n. 10, p. 2729- 2745, Oct. 2008. Disponível em: <https://academic.oup.com/plcell/article-abstract/20/10/2729/6093138?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 10 jun. 2024.

PONS, T. L. Response of *Plantago major* seeds to the red/far-red ratio as influenced by other environmental factors. **Physiologia Plantarum**, Finland. v. 68, n. 2, p. 252- 258, Oct. 1986. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.1986.tb01922.x>. Acesso em: 10 jun. 2024.

REDDY, K. N.; SINGH, M. Germination and emergence of hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). **Weed Science**, Westminster, v. 40, n. 2, p. 195- 199, Apr./ June, 1992. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4045329>. Acesso em: 10 jun. 2024.

RESÜHR, B. Beiträge zur lichtkeimung von *Amarantus caudatus* L. und *Phacelia tanacetifolia* Benth. **Planta**, [S. l.], v. 30, p. 471–506, Dec. 1939. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01917066#citeas>. Acesso em: 10 jun. 2024.

ROSO, R. *et al.* Germination of *Echium plantagineum* L. seeds submitted to dormancy overcoming and variations in temperature, light and depth of sowing. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 39, n. 3, p 262-271, Jul./ Sep. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/SJscNCtNQrLHVbXtKbf3X3c/?lang=en>. Acesso em: 10 jun. 2024.

RUBIALES, D.; FONDEVILLA, S. Future prospects for ascochyta blight resistance breeding in cool season food legumes. **Frontiers in Plant Science**, Switzerland. v. 3, n. 27, p. 1- 5, Feb. 2012. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2012.00027/full>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SCHOPFER P; PLACHY C; FRAHRY G. Release of reactive oxygen intermediates (superoxide radicals, hydrogen peroxide, and hydroxyl radicals) and peroxidase in germinating radish seeds controlled by light, gibberellin, and abscisic acid. **Plant Physiology**, [S. l.], v. 125, n. 4, p. 1591- 1602, Apr. 2001. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC88817/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SILVA, M. R. da *et al.* Weed management in glyphosate-resistant maize. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 87, e0862019, p. 1- 9, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/TP6BTCgPJg6bGcPpNbKs5XM/>. Acesso em: 10 jun. 2024.
SINGH, M; ACHHIREDDY, N. R. Germination ecology of milkweedvine (*Morrenia odorata*). **Weed Science**, Westminster, v. 32, n. 6, p. 781-785, Nov. 1984. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4044040>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SOUZA-FILHO, P. W. M. *et al.* Mapping and quantification of ferruginous outcrop savannas in the Brazilian Amazon: a challenge for biodiversity conservation. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 14, n. 1, p. 1- 20, Jan. 2019. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0211095&type=printable>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SWARBRICK, J. T. **Weeds of the pacific islands**. Noumea, New Caledonia: South Pacific Commission, 1997. (Technical paper, 209). *E-book*. Disponível em: <https://catalogue.nla.gov.au/catalog/233205>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SUTHERLAND, S. What makes a weed a weed: life history traits of native and exotic plants in the USA. **Oecologia** [S. l.], v. 141, n. 1, p. 24- 39, Sep. 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15300483/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

TAYLORSON, R. B; BORTHWICK H. A. Light filtration by foliar canopies: significance for light-controlled weed seed germination. **Weed Science**, Westminster, v. 17, n. 1, p. 48-51, Jan. 1969. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/issue/B588406E57F755E23C90AD55141E35EE>. Acesso em: 10 jun. 2024.

TIMMONS, F. L. A history of weed control in the United States and Canada. **Weed Science**, Westminster, v. 53, n. 6, p. 748- 761, Nov. 2005. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/history-of-weed-control-in-the-united-states-and-canada/8FAC8925D1D76DBF2ADD3401A003F45D>. Acesso em: 10 jun. 2024.

THOMAS, W. E. *et al.* Influence of environmental factors on slender amaranth (*Amaranthus viridis*) germination. **Weed Science**, Westminster, v. 54, n. 2, p. 316- 320, Apr. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313404608_Influence_of_environmental_factors_on_slender_amaranth_Amaranthus_viridis_germination. Acesso em: 10 jun. 2024.

TOBIN, E. M.; BRIGGS, W. R. Phytochrome in embryos of *Pinus palustris*, **Plant Physiology**, [S. l.], v. 44, n. 1, p. 148- 150, Jan. 1969. Disponível em: <https://academic.oup.com/plphys/article/44/1/148/6090381>. Acesso em: 10 jun. 2024.

TOYOMASU, T. *et al.* Phytochrome regulates gibberellin biosynthesis during germination of photoblastic lettuce seeds. **Plant Physiology**, [S. l.], v. 118, n. 4, p. 1517- 1523, Dec. 1998. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC34770/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

TRAVLOS, L. S.; CHACHALIS, D. Assessment of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis* L. Cronq.) and fleabane (*Conyza albida* Willd. ex Spreng) populations from perennial crops in Greece. **International Journal of Plant Production**, v. 7, n. 4, p. 665- 676, Oct. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285868817_Assessment_of_glyphosate-resistant_horseweed_Conyza_canadensis_L_Cronq_and_fleabane_Conyza_albida_Willd_ex_Spreng_populations_from_perennial_crops_in_Greece. Acesso em: 10 jun. 2024.

VAISTIJ F. E. *et al.* **MOTHER-OF-FT-AND-TFL1** represses seed germination under far-red light by modulating phytohormone responses in *Arabidopsis thaliana*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, United States, v.115, n. 33,

p. 8442-8447, Aug. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30061395/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

VAN DER WEIDE, R. Y. *et al.* Innovation in mechanical weed control in crop rows. **Weed Research**, [S. l.] v. 48, n. 3, p. 215- 224, June 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3180.2008.00629.x>. Acesso em: 10 jun. 2024.

VÁZQUEZ-YANES, C.; SMITH, H. Phytochrome control of seed germination in the tropical rain forest pioneer trees *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* and its ecological significance. **New Phytologist**, Reino Unido, v. 92, n. 4, p. 477- 485, Dec. 1982. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1469-8137.1982.tb03405.x>. Acesso em: 10 jun. 2024.

WAGNER, W. L.; HERBST, D. R.; SCHMER, S. H. **Manual of the flowering plants of Hawaii**. 2. ed. Hawaii: University of Hawaii Press, 1999. *E-book*. Disponível em: https://www.degruyter.com/document/isbn/9780824885632/html?srsId=AfmBOoqAeOKDuKEJHsMzq87vMM9WW_Oh3wxC9IYplbp4rGgimIUIKfLp. Acesso em: 10 jun. 2024.

WEAVER, S. E. The biology Canadian weeds. 115 *Conyza canadensis*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 81, n. 4, p. 867- 875, Oct. 2001. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.4141/P00-196>. Acesso em: 10 jun. 2024.

WHITTIER, D. P. Red light inhibition of spore germination in *Ophioglossum crotalophoroides*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 84, n. 7, p. 11156- 1158, Jul. 2006. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/b06-063>. Acesso em: 10 jun. 2024.

WILSON, R. L. *et al.* The Ethylene Receptors, ETHYLENE RESPONSE 1 and 2, have contrasting roles in seed germination of *Arabidopsis thaliana* during salt stress1. **Plant Physiology**, v. 165, n. 3, p. 1353- 1366, Jul. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24820022/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

YAMAGUCHI, S. *et al.* Molecular cloning and characterization of a cDNA encoding the gibberellin biosynthetic enzyme *ent*-kaurene synthase B from pumpkin (*Cucurbita maxima* L.). **The Plant Journal**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 203- 213, Aug. 1996. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-313X.1996.10020203.x>. Acesso em: 10 jun. 2024.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germination of *Conyza canadensis* and *Conyza bonariensis* seeds under different conditions of temperature and light. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p.333- 342, jun. 2021. Disponível em: <https://awsjournal.org/article/germination-of-conyza-canadensis-and-conyza-bonariensis-seeds-under-different-conditions-of-temperature-and-light/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

YU, Q. *et al.* Evolution of a double amino acid substitution in the 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase in *Eleusine indica* conferring high-level glyphosate resistance. **Plant Physiology**, [S. l.], v. 167, n. 4, p. 1440–1447, Apr. 2015. Disponível em: <https://academic.oup.com/plphys/articleabstract/167/4/1440/6113726?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 10 jun. 2024.

ZAGHDOUD, C. *et al.* Red led light improves pepper (*Capsicum annuum* L.) seed radicle emergence and growth through the modulation of aquaporins, hormone homeostasis, and metabolite remobilization. **International Journal of Molecular Sciences**, Switzerland, v. 24, n. 5, 4779, Mar. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/5/4779>. Acesso em: 10 jun. 2024.