

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes

Dissertação



Suplementação luminosa no fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas e, alterações no crescimento, produção e qualidade fisiológica de sementes de soja.

João Guilherme Müller

Pelotas, 2024

João Guilherme Müller

Suplementação luminosa no fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas e, alterações no crescimento, produção e qualidade fisiológica de sementes de soja.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Dirceu Agostinetto

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

M958s Müller, João Guilherme

Suplementação luminosa no fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas e, alterações no crescimento, produção e qualidade fisiológica de sementes de soja [recurso eletrônico] / João Guilherme Müller ; Dirceu Agostinnetto, orientador. — Pelotas, 2024. 68 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. *Glycine max*. 2. Caruru. 3. Diodo emissor de luz (LED). 4. Fotoperíodo. 5. Alongamento de ciclo. I. Agostinnetto, Dirceu, orient. II. Título.

CDD 633.3495

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

João Guilherme Müller

Suplementação luminosa no fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas e, alterações no crescimento, produção e qualidade fisiológica de sementes de soja.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 02/08/2024

Banca examinadora:

Prof. Dr. Dirceu Agostinetto (Orientador)
Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Sidnei Deuner
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Mateus da Silveira Pasa
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Profa. Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico este trabalho à minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e encorajamento em cada etapa desta jornada;

Aos meus amigos, pelo incentivo e por compreenderem minhas ausências durante o período de elaboração deste estudo;

Aos meus professores e orientadores, pela orientação, paciência e pelo compartilhamento generoso de conhecimento, que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho;

E, a todos os agricultores e pesquisadores que se dedicam à melhoria contínua da agricultura, cuja paixão e empenho inspiram e movem este campo de estudo.

Agradecimento

A Deus pelas oportunidades que me foram concedidas e por tudo conquistei em minha vida e me deu força, inspiração e coragem para enfrentar todos os desafios ao longo desta jornada.

À minha família, pelo amor incondicional, apoio e compreensão durante todos os momentos. Em especial, aos meus pais, João e Vânia por acreditarem em mim e me incentivarem a seguir meus sonhos.

À minha namorada Silvana de Mattos, pelo amor, paciência e apoio inestimável. Que apesar da distância seu carinho, compreensão e palavras de encorajamento foram fundamentais para me manter motivado e focado durante todo o processo. Agradeço por estar ao meu lado, celebrando cada conquista e me dando forças nos momentos difíceis.

Agradeço a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel e a Universidade Federal de Pelotas pelos anos de ensino acadêmico e pela estrutura que me foi concedida.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes pela oportunidade e aos professores que contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao meu orientador Dirceu Agostinetto, pela orientação precisa, paciência e por compartilhar seu vasto conhecimento. Sua orientação foi crucial para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos, por estarem ao meu lado, compartilhando momentos de alegria e desafios, e por entenderem minhas ausências e dedicarem palavras de incentivo nos momentos em que mais precisei, especialmente a Andrea Martins, que me ajudou e aconselhou desde a chegada na instituição.

Ao Centro de Herbologia (CEHERB) pela disponibilidade da estrutura e material para condução dos experimentos e por todas as experiências, oportunidades, amizades e conhecimentos adquiridos durante a Pós-Graduação.

Aos meus colegas, estagiários e bolsistas do Centro de Herbologia (CEHERB), principalmente ao meu amigo, William Lange, por todo auxílio durante a condução do meu experimento e pela amizade formada.

E, finalmente, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desta dissertação, direta ou indiretamente, meu sincero agradecimento.

Resumo

MULLER, João Guilherme. Suplementação luminosa no fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas e, alterações no crescimento, produção e qualidade fisiológica de sementes de soja. Orientador: Dirceu Agostinetto. 2024. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

A suplementação luminosa é uma tecnologia utilizada nos cultivos agrícolas para a produção. Porém, essa suplementação pode alterar a dinâmica populacional das plantas daninhas na lavoura. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o fluxo de emergência e os parâmetros fitossociológicos de plantas daninhas, bem como a produção, morfologia e qualidade fisiológica de sementes de soja em função de tempos de exposição à suplementação de luz a campo. Para tal, foram realizados dois experimentos a campo na estação experimental do Centro Agropecuário da Palma/UFPEL. O primeiro experimento consistiu em quantificar o fluxo de emergência de plantas daninhas presentes no banco de sementes e os parâmetros fitossociológicos das plantas daninhas em função de diferentes tempos de exposição à suplementação luminosa. Para a realização deste estudo, foi feito o levantamento do banco de sementes de plantas daninhas presentes no solo. O estudo foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, sendo os tratamentos compostos por quatro tempos de suplementação de luz (0, 15, 30 e 60 minutos). A suplementação de luz iniciou-se logo após a semeadura durante um período de 21 dias. O monitoramento da emergência das plantas daninhas foi realizado a cada três dias durante o mesmo período. O segundo experimento consistiu na avaliação dos aspectos morfológicos de plantas de soja em função de diferentes tempos de exposição à suplementação de luz, analisando também os componentes de rendimento, produtividade e a qualidade fisiológica das sementes de soja produzidas. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições, sendo cada repetição formada por uma linha de semeadura. A suplementação de luz iniciou-se quando as plantas se encontravam no estágio fenológico V6, cessando no estágio fenológico R6. A suplementação diária de luz influencia na emergência das plantas daninhas presentes, principalmente para as plantas do gênero *Amaranthus*, e a espécie *Richardia brasiliensis* que apresentam maior IVE quando suplementadas com 60 minutos de luz. Esse gênero *Amaranthus* também foi o mais frequente entre os tratamentos avaliados e apresentam maiores valores dos parâmetros fitossociológicos avaliados. A suplementação diária de luz aplicada na cultura da soja alonga o ciclo das plantas e influencia na morfologia. Os componentes de rendimento não sofrem alterações com a suplementação de luz. E a utilização de luz suplementar não interfere na produtividade da cultura e influencia indiretamente na qualidade fisiológica das sementes de soja colhidas.

Palavras chave: *Glycine max*; caruru; diodo emissor de luz (LED); fotoperíodo; alongamento de ciclo.

Abstract

MULLER, João Guilherme. Light supplementation in the emergence flow and phytosociological survey of weeds, and changes in the growth, production, and physiological quality of soybean seeds. Advisor: Dirceu Agostinetto. 2024. 68 pages. Dissertation (Master's in Seed Science and Technology) – “Eliseu Maciel” Agronomy College, Pelotas Federal University, Pelotas, 2024.

Light supplementation is a technology used in agricultural crops for production. However, this supplementation can alter the population dynamics of weeds in the field. In light of this, the objective of this study was to evaluate the emergence flow and phytosociological parameters of weeds, as well as the production, morphology, and physiological quality of soybean seeds as a function of different exposure times to field light supplementation. To achieve this, two field experiments were conducted at the experimental station of the Palma Agricultural Center/UFPEL. The first experiment consisted of quantifying the emergence flow of weeds present in the seed bank and the phytosociological parameters of weeds based on different exposure times to light supplementation. For this study, the seed bank of weeds present in the soil was surveyed. The study was conducted in a completely randomized design with three repetitions, and the treatments consisted of four light supplementation times (0, 15, 30, and 60 minutes). Light supplementation began immediately after sowing and lasted for 21 days. Weed emergence was monitored every three days during the same period. The second experiment focused on evaluating the morphological aspects of soybean plants under different light supplementation exposure times, also analyzing yield components, productivity, and the physiological quality of the produced soybean seeds. The completely randomized design was used with six repetitions, with each repetition consisting of one sowing line. Light supplementation started when the plants were at the V6 phenological stage and ended at the R6 phenological stage. Daily light supplementation influences weed emergence, especially for plants of the genus *Amaranthus*, and the species *Richardia brasiliensis*, which show higher IVE (Emergence Speed Index) when supplemented with 60 minutes of light. The *Amaranthus* genus was also the most frequent among the evaluated treatments and presented the highest values for the assessed phytosociological parameters. Daily light supplementation applied to soybean crops extends the plant cycle and influences morphology. Yield components are not affected by light supplementation. Additionally, the use of supplementary light does not interfere with crop productivity and indirectly influences the physiological quality of harvested soybean seeds

Keywords: *Glycine max*; *Amaranthus*; light-emitting diode (LED); photoperiod; cycle elongation

Lista de Figuras

Figura 1 Número de sementes de plantas daninhas por m ⁻² a 5 cm de profundidade presentes no banco de sementes. FAEM/UFPel, Capão do Leão-RS, 2024.....	24
Figura 2 Índice de valor de importância das principais espécies de plantas daninhas na área em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.....	29
Figura 3 Índice de velocidade de emergência (IVE) das espécies daninhas em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.....	30
Figura 4 Área foliar das plantas daninhas em resposta aos diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.....	32
Figura 5 Massa seca (g) das espécies de plantas daninhas na área em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.....	33
Figura 6 Porcentagem de germinação de sementes de soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz. FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.....	44
Figura 7 Porcentagem de vigor (A) e viabilidade (B) no teste de tetrazolio de sementes de soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz. FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.....	45

Lista de Tabelas

Tabela 1	Relação de plantas daninhas presentes na análise de banco de sementes identificadas por família, espécie e nome comum. FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS. 2024.....	23
Tabela 2	Coeficiente de similaridade dos levantamentos fitossociológicos realizados em diferentes tempos de suplementação de luz. FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS. 2024.....	26
Tabela 3	Número de presença em quadrados (NQ), número de indivíduos (NI), frequência (F), frequência relativa (Fr), densidade (D), densidade relativa (Dr), abundância (A), abundância relativa (Ar) e índice de importância relativa (Ir) das espécies daninhas presentes na área sob diferentes tempos de suplementação de luz. FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS. 2024.....	27
Tabela 4	Parâmetros morfológicos de plantas de soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS. 2024.....	40
Tabela 5	Componentes de rendimento de plantas de soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS. 2024.....	41
Tabela 6	Número de legumes em função do número de sementes por legumes de plantas de soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS. 2024.....	42
Tabela 7	Produtividade da soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz. FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS. 2024.....	42

Sumário

1	Introdução Geral.....	12
2	CAPÍTULO I – Fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas da cultura da soja em função de suplementação luminosa.....	17
2.1	Introdução.....	17
2.2	Materiais e Metodos.....	18
2.2.1	Levantamento do banco de sementes.....	19
2.2.2	Quantificação do fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas.....	20
2.3	Resultados e Discussão.....	23
2.3.1	Levantamento do banco de sementes.....	23
2.3.2	Quantificação do fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas.....	26
2.4	Conclusão	35
3	CAPÍTULO II - Avaliação de componentes de rendimento, produção e qualidade fisiológica de sementes de soja em função de diferentes tempos de suplementação luminosa.....	36
3.1	Introdução.....	36
3.2	Materiais e Métodos.....	37
3.3	Resultados e Discussão.....	39
3.4	Conclusão	46
4	Considerações Finais.....	47
5	Referências.....	48
6	Anexo.....	65
	Vita.....	68

1. Introdução Geral

A soja é a principal *commodity* cultivada no Brasil, nos últimos cinco anos o país produziu cerca de 132 milhões de toneladas de grãos, em aproximadamente 44 milhões de hectares plantados. Nos últimos dez anos o incremento no volume de produção foi de 54%, o que fez da soja a cultura que mais se expandiu no país. No Rio Grande do Sul a cultura ocupa área de 6.358 milhões de hectares, com produtividade de 2.434 kg, na média dos últimos cinco anos (CONAB, 2024).

O aumento da área cultivada e o aumento na produtividade das mesmas, contribuíram para o Brasil ser atualmente o maior produtor mundial da cultura, com produção de 169 milhões de toneladas, cerca de 40% da produção mundial, seguido de Estados Unidos e Argentina (USDA, 2024). A intensificação dos sistemas produtivos e o investimento no melhoramento genético visando aumento no potencial produtivo, são os principais determinantes para o incremento na produtividade. Entretanto, vários fatores de origem biótica e abiótica fazem com que as cultivares modernas não alcancem seu máximo potencial produtivo.

Dentre os fatores bióticos, as perdas por competição com plantas daninhas podem chegar próximos a 94% na cultura da soja (ZANDONÁ, 2016). Estes valores dependem de diversos fatores, mas principalmente das espécies de plantas daninhas presentes e da densidade populacional em que se encontram. Quatro a seis plantas de *D. insularis* competindo com a cultura da soja, resultam em redução de 44% na produtividade (GAZZIERO *et al.*, 2019), podendo chegar a 80% (BRAZ *et al.*, 2021).

A competição ocorre quando duas ou mais plantas utilizam dos mesmos recursos (água, luz e nutrientes) para seu desenvolvimento e estes encontram-se limitados no ambiente comum (CRAINE; DYBZINSKI, 2013). O nível de competição irá depender da cultura, do período em que ocorre a convivência e da espécie daninha, sendo que, espécies semelhantes terão uma competição mais intensa por suas necessidades serem comuns. Além disso, algumas espécies liberam compostos alopáticos que inibem o desenvolvimento da cultura, podendo também

hospedar pragas e dificultar as operações de colheita (AGOSTINETTO *et al.* 2008; FLECK *et al.* 1995; LORENZI, 2014).

As plantas desenvolvem vários mecanismos de sobrevivência, como formas de reprodução, produção e dispersão de propágulos e polinização, visando a manutenção da espécie no ambiente. Estas características são definidas com base no ambiente em que se encontra, sendo a produção de sementes a principal unidade de propagação das plantas daninhas (ZIMDAHL, 2007). Estas sementes são distribuídas ao longo do perfil do solo, compondo assim o banco de sementes e sendo fonte primária de infestação de plantas daninhas.

A variabilidade de espécies, o tamanho e da densidade do banco de sementes se dá principalmente pelo histórico do uso da área e as práticas de manejo utilizadas, onde a maior porção de sementes encontram-se na camada superficial do solo (BARROSO; MURATA, 2021). O banco de sementes é regulado por processos de entrada e saída de sementes, as entradas do banco dependem da imigração de áreas vizinhas e da chuva de sementes realizadas por plantas estabelecidas na área, enquanto que a redução deste banco, ocorre pela senescência e/ou deterioração, predação das sementes, emigração (dispersão para outras áreas) e germinação (GOULART *et al.*, 2019).

Dentre os fatores abióticos que interferem no potencial e qualidade produtiva da cultura, está a disponibilidade e qualidade de luz. A luz está ligada aos processos fisiológicos como a fotossíntese, alongação de haste principal e ramificações, expansão foliar e fixação biológica, além de atuar na regulação de diversos processos do desenvolvimento da planta como germinação, floração, desenvolvimento do fruto e senescência (CÂMARA, 2000; TAIZ *et al.* 2017). Fatores estes que irão determinar a produção de fitomassa da planta, influenciada pela porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa e eficiência de utilização de energia pelo processo fotossintético.

A luz é essencial para o processo de germinação de sementes, para as plantas daninhas, algumas espécies necessitam estímulo luminoso para iniciar o processo de germinação. Quando a semente responde positivamente à luz para germinar, ela é chamada fotoblástica positiva; ao contrário, a semente inibe a germinação na presença de luz, denominando-se fotoblástica negativa; e, quando não há interferência da luz na germinação as sementes são designadas neutras (MONDO *et al.* 2010; BARROSO; MURATA, 2021).

As respostas da planta à luz envolvem fotorreceptores que detectam comprimentos de ondas específicos os quais induzem alterações fisiológicas (TAIZ *et al.* 2017). Entre os fotorreceptores, os mais importantes são os fitocromos, que absorvem a luz no espectro do vermelho e do azul (MEROTTO *et al.*, 2002). O efeito da luz sobre a germinação de sementes, é regulado pelo fitocromo, o qual encontra-se associado ao funcionamento das membranas biológica, atuando na regulação da permeabilidade e controle de fluxo de substâncias dentro e entre as células e, na quebra de dormência (TAKAKI, 2001; CASAL; SÁNCHEZ, 1998; HILHORST; KARSSSEN, 1988).

A atuação da luz sobre o fitocromo nas regiões do vermelho (660nm) e do vermelho distante (730nm) provocam alterações em sua forma isométrica, permitindo equilíbrio entre o formato ativo (Fvd) e inativo (Fv), respectivamente. A elevação da taxa ativa/inativa faz com que o estímulo a germinação seja maior, ao contrário, taxas menores faz com que as sementes aumentem a predisposição ao estado de dormência (VIVIAN *et al.*, 2008). Quando as sementes se encontram no solo abaixo do dossel da cultura, as folhas filtram a radiação solar, permitindo menos passagem de luz vermelha em comparação com a luz vermelha distante, causando a diminuição da relação ativo/inativo impedindo a germinação (HOLT, 1995).

Além do fitocromo, as plantas possuem outros fotorreceptores, como os criptocromos, que possuem papel importante na fotomorfogênese da planta; as fototropinas, que regulam o fototropismo, a movimentação dos cloroplastos e a abertura estomática; e, a família ZEITLUPE (ZTL), que possui papel na percepção do comprimento do dia e ritmos circadianos (TAIZ *et al.* 2017; NAGY *et al.*, 2001).

As plantas possuem outra forma de respostas à luz, como a quantidade de luz referida, denominada fluência, a qual refere-se à quantidade de fótons que atinge uma unidade de área de superfície medida (TAIZ *et al.* 2017).

Analisando a influência da luz na germinação de cinco espécies de plantas daninhas pertencentes ao gênero *Amaranthus*, observou-se que a germinação dessas espécies teve interferência do período de exposição à luz e da temperatura. Nesse sentido, quanto maior o fotoperíodo ao qual as sementes foram expostas, maior foi a velocidade de germinação (CARVALHO *et al.*, 2007). O mesmo foi observado ao avaliar o efeito de diferentes temperaturas e fotoperíodo na germinação de sementes de quatro espécies do gênero *Digitaria* (MONDO *et al.* 2010). O autor observou que as espécies apresentavam diferentes exigências de luz

e temperatura para germinação. *Digitaria bicornis* e *D. horizontalis*, necessitavam de luz para germinar, o que não foi verificado para *D. ciliaris* e *D. insularis*. A interferência da luz na germinação de *Bidens pilosa* e *Sida rhombifolia*, também foram observadas por Fleck *et al.* (2001), onde se demonstrou que a luz é essencial para germinação de *B. pilosa*, e não essencial para *S. glaziovii*.

Uma tecnologia comum em cultivos protegidos é a suplementação luminosa com diodo emissor de luz (LED) (AZAD *et al.* 2018). A utilização dessa tecnologia, pode influenciar no aumento e eficiência de cultivos (FANG *et al.* 2021). Pesquisas realizadas em *Arabidopsis thaliana*, demonstraram que mudanças na quantidade, qualidade e no tempo de exposição à luz podem afetar o crescimento e desenvolvimento da espécie (UDDIN *et al.* 2018).

Ao quantificar o crescimento e a partição de matéria seca de plantas de pimenta cultivadas sob luz vermelha e com a associação de vermelho com azul e vermelho com vermelho distante (longo), foi observado que a biomassa vegetal foi reduzida quando as plantas foram cultivadas sob espectro de luz vermelha monocromática, em comparação com a vermelho e azul associadas. Isso acontece, pois, a luz vermelha é eficiente para a fotossíntese, mas a luz azul é crucial para o desenvolvimento equilibrado das plantas, influenciando a abertura de estômatos e a forma de crescimento. Quando as plantas crescem apenas com luz vermelha, sem a luz azul, o crescimento se torna desordenado e menos eficiente, resultando em uma menor produção de biomassa. Além disso, foi observado que a radiação vermelho distante resultou em plantas mais altas com maior massa de caule quando comparadas com luz vermelha monocromática (BROWN *et al.*, 1995).

Recentemente a ideia de aplicar essa tecnologia em cultivos a campo, como a soja, vem se expandindo. Estudos avaliando características fotossintéticas e de crescimento de plantas de soja sob diferentes condições e qualidade de iluminação, foi observado que a suplementação com luz vermelha e azul facilita o crescimento das plântulas, pois estas atuam de maneira complementar (MA *et al.*, 2018). O espectro de luz vermelho aplicado sozinho apresentou efeito adverso para o crescimento da cultura, estimulando o acúmulo de carboidratos nas folhas durante o dia e atrapalhando o crescimento da soja a noite. Já, o espectro de luz azul, pode ser insuficiente para o crescimento e desenvolvimento da soja. Assim, quando utilizadas as combinações de 80% azul e 20% vermelho ou 50% azul e 50%

vermelho, as plantas apresentaram maior taxa de assimilação de CO₂, condutância estomática e maior acúmulo de biomassa (FANG *et al.* 2021).

Ao avaliar plantas de soja em área comercial, suplementadas com iluminação por placas de LED em pivôs de irrigação, foi observado que 40 horas de suplementação de luz, durante o ciclo da cultura, afetou positivamente o número de entre nós, número de vagens, estatura das plantas e alongamento do ciclo, além do aumentar a produtividade de grãos em 57,3% comparado com a ausência de luz artificial (LEMES *et al.*, 2021). O autor concluiu que a suplementação de luz a nível de campo é uma técnica viável, promissora e sustentável para melhoramento da produtividade.

Considerando que esta é uma tecnologia recente em grandes culturas, que são poucos os estudos que avaliam o impacto da suplementação luminosa na qualidade fisiológica das sementes da cultura e sua implicação na emergência de plantas daninhas, este trabalho fundamenta-se nas hipóteses de que a suplementação de luz artificial aplicada antes da semeadura da cultura e/ou em período pós-emergente influencia o fluxo de emergência de plantas daninhas, e que a suplementação de luz artificial aplicada sobre a cultura nos estádios reprodutivos, aumenta a produtividade e qualidade fisiológica de sementes da cultura.

Frente ao exposto, este trabalho procura avaliar o fluxo de emergência e os parâmetros fitossociológicos de plantas daninhas e avaliar a morfologia, produção e determinar a qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em função de tempos de exposição a suplementação de luz a campo.

2 CAPÍTULO I – Fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas da cultura da soja em função de suplementação luminosa.

2.1 Introdução

O conceito de fluxo de emergência de plantas refere-se à dinâmica temporal da germinação de sementes presentes no solo, sendo influenciado por condições ambientais e práticas de manejo (BLANCO, 2014; ZANDONÁ *et al.*, 2018). Conseqüentemente, ao longo do desenvolvimento das culturas, são observados diferentes padrões de emergência, acarretando impactos substanciais na produtividade agrícola. A germinação das sementes e o surgimento das plantas podem ser impactados por fatores intrínsecos, como o estágio de maturação, dormência e longevidade das sementes (MARTINS *et al.*, 2000), e/ou por fatores extrínsecos, tais como a disponibilidade de água, temperatura, luz, oxigênio, pH, salinidade e profundidade da semente no solo (CHAUHAN *et al.*, 2006).

Cada um desses fatores tem a capacidade de alterar o comportamento das sementes de plantas daninhas no banco de sementes no solo. No entanto, cada espécie apresenta requisitos particulares em relação à presença de água, temperatura e luz para que os processos de germinação possam ocorrer. A ausência de qualquer um desses fatores pode resultar em germinação mais lenta e em menor quantidade ou até mesmo induzir a dormência (CANOSSA *et al.*, 2008; ZANDONÁ *et al.*, 2018).

A presença de luz desempenha papel crucial no processo de germinação das sementes, pois ativa a expressão de genes que iniciam os promotores da germinação por meio de sinais liberados pelo fitocromo. Esse fator luminoso está

diretamente envolvido na regulação do crescimento e desenvolvimento das plântulas. A luz é essencial para a germinação de diversas espécies de plantas daninhas e essa resposta específica é conhecida como fotoblastia (CANOSSA *et al.* 2008). Assim, algumas sementes germinam apenas em resposta a exposição rápida à luz ou após longo período de exposição, ou a nenhuma exposição (VIDAL *et al.*, 2007).

Outro fator importante para se entender o fluxo de emergência de sementes de plantas daninhas é o conhecimento da ecofisiologia das espécies e o banco de sementes presentes. As plantas daninhas são distintas por sua capacidade de gerar considerável quantidade de sementes em ambientes frequentemente perturbados. Apenas uma pequena fração dessas sementes consegue germinar e persistir, completando seu ciclo de vida. No entanto, a quantidade de sementes produzidas por uma nova planta é suficiente para sustentar ou até mesmo ampliar o tamanho da população e do banco de sementes (LACERDA, 2003).

O banco de sementes é constituído por todas as sementes viáveis presentes no solo. Possuindo dimensões espaciais, representadas pela distribuição horizontal e vertical no solo, refletindo a dispersão inicial na superfície e a subsequente movimentação no solo. Além disso, apresenta uma dimensão temporal, relacionada à dormência, que regula a germinação das sementes ao longo do tempo (SIMPSON *et al.*, 1989; RADOSEVICH *et al.*, 2007).

A constituição e a densidade do banco de sementes são determinadas pelas entradas e saídas. A quantidade de sementes que entra no sistema é definida pela “chuva de sementes”, sendo estas dispersas de forma passiva pelas plantas presentes no local, além de outros modos de dispersão, como mecânica, vento, água e animais, enquanto as retiradas ocorrem por germinação, senescência (morte), emigração e predação (RADOSEVICH *et al.*, 2007). Sendo assim o objetivo deste estudo foi quantificar o fluxo de emergência de plantas daninhas presentes no banco de sementes e os parâmetros fitossociológicos das plantas daninhas em função de diferentes tempos de exposição a suplementação luminosa.

2.2 Materiais e Métodos

O estudo foi conduzido a campo na área experimental pertencente ao Centro de Herbologia (CEHERB), localizada no Centro Agropecuário da Palma (CAP), da

Universidade Federal de Pelotas (UFPel). A área possui solo classificado como argissolo vermelho amarelo, de textura franco-arenosa, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 2009). Para as determinações realizadas em laboratório foram utilizados os laboratórios de análise de sementes pertencentes ao Departamento de Fitotecnia e o laboratório de biometria aplicada a Herbologia pertencente ao CEHERB.

2.2.1. Levantamento do banco de sementes

Para realização do levantamento do banco de sementes de plantas daninhas presentes no solo, foram realizadas amostragens de solo na camada de zero a cinco centímetros com trado calador cilíndrico de 5,0 cm de altura e 5,0 cm de diâmetro, coletando 20 pontos de amostragem na área demarcada para realização do experimento.

A determinação do banco de sementes foi realizada em casa de vegetação e em laboratório durante os meses de dezembro de 2023 a fevereiro de 2024, conforme metodologia proposta por Roberts; Nielson (1981), realizando a contagem direta de plântulas emergidas. As amostras coletadas no campo foram depositadas em bandejas plásticas na casa de vegetação. As amostras foram avaliadas a cada 15 dias até o fluxo de emergência se estabilizar, após identificação e contagem o solo era revolvido possibilitando novo fluxo. Para contabilizar todas as sementes ainda presentes na amostra que não germinaram, ao final de seis ciclos em casa de vegetação, as amostras foram lavadas e peneiradas com conjunto de peneira de 250, 355, 500, e 1000 μm .

As sementes coletadas na lavagem de solo foram postas para germinar em placas de Petri com substrato papel mata-borrão, o substrato foi umedecido com água destilada com quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. As placas foram depositadas em câmara BOD, temperatura de 30 °C diurno e 25 °C noturno com 16 horas de fotoperíodo, as sementes que germinaram foram contabilizadas. As demais que não germinaram foram submetidas a análise de viabilidade através do teste de tetrazolio (sal 2,3,5-trifenil-cloreto-de-tetrazólio) a 0,1% de concentração, sendo consideradas viáveis aquelas que apresentassem coloração rosa. Para realizar esse procedimento, as sementes foram imersas em água destilada por 24 horas, passando, em seguida, por cortes conforme as instruções específicas para cada espécie. Em seguida, foram colocadas em recipientes de vidro transparente envoltos

em papel alumínio, a fim de prevenir a exposição à luz, e submetidas a uma solução de tetrazolio por 12 horas a 30 °C (BRASIL, 2009).

Os resultados obtidos do número de sementes presentes no banco foram convertidos para metro quadrado, considerando 19,63 cm² área do trado calador e 20 amostras, totalizando 392,69 cm². Estes resultados expressam o número de sementes encontradas a 5,0 cm de profundidade. Esta faixa de coleta relaciona-se a camada que apresenta mais de 90% de emergência das plantas daninhas (LACERDA *et.al.*, 2005; MONQUERO *et al.*, 2005).

A identificação botânica das espécies foi realizada através da análise da morfologia externa das partes vegetativas e reprodutivas em uma bibliografia especializada (KISSMANN; GROTH, 1999; LORENZI, 2014). Os dados obtidos foram tabulados e analisados em software Exel e apresentados por meio de estatística descritiva.

2.2.2 Quantificação do fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas

A área possuía como cultura antecessora o azevém (*Lolium multiflorum*), sendo necessária realização de dessecação. Foi realizada dessecação da área com glifosato (720 g ha⁻¹ de equivalente ácido) + 2,4-D (806 g i.a. ha⁻¹) + cletodim (0,120 g i.a. ha⁻¹), 30 dias antes da semeadura da cultura, realizando uma aplicação sequencial de glufosinato de amônio (400 g i.a. ha⁻¹) imediatamente após a semeadura. As dessecações foram realizadas com pulverizador costal, pressurizado com CO₂ equipado com barra de dois metros, com quatro ponteiros Teejet 110015 Air, altura de aplicação de 0,5 metros do solo e vazão média das ponteiros de 150 L ha⁻¹.

A semeadura da cultura da soja no sistema de semeadura direta (SSD), foi realizada em 04 de dezembro de 2023, com semeadora mecanizada modelo SHM 17, com sete linhas de semeadura e espaçamento de 0,45m entre linhas. A cultivar de soja utilizada foi a 6968 RSF IPRO (BMX VALENTE), grupo de maturação 6.9 e hábito de crescimento indeterminado, densidade de semeadura 14 sementes por metro linear. A adubação foi realizada com fertilizante mineral NPK 03-21-21 com dose de 400 kg ha⁻¹.

O estudo foi realizado em delineamento completamente casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos compostos por quatro tempos de suplementação de luz (0, 15, 30 e 60 minutos). Em cada repetição foi utilizado refletor de diodo emissor de luz (LED) modelo COB LED FULL SPECTRUM UT02, com potência de 100 watts e abrangência de luz vermelha emitindo espectro de luz entre 630 e 660 nm, e luz azul, com espectro de luz entre 430 e 460 nm. Os refletores foram instalados a dois metros de altura, a contar do nível do solo, à distância de dois metros entre repetições e 15 metros de distância entre os tratamentos, para evitar a sobreposição de luz. Os refletores eram ativados e desativados via central pré-programada e temporizador.

A radiação luminosa emitida pelos refletores de LED foi tomada com o auxílio de um porômetro/fluorômetro modelo LI-600N, possuindo uma leitura de radiação fotossinteticamente ativa (PPFD) média de $15\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ no nível do solo (2m) e $20\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ do dossel das plantas (1,5m).

A suplementação de luz iniciou-se logo após a semeadura durante período de 21 dias, sendo ligadas às 21 h e desligadas conforme os tempos dos tratamentos. O monitoramento da emergência das plantas daninhas foi realizado a cada três dias durante o mesmo período. A área de cada unidade experimental foi composta por $0,25\text{ m}^2$ ($0,50\times 0,50\text{m}$) onde foi realizada a contagem de todas as plantas daninhas emergidas. Foram consideradas emergidas as plântulas que possuíam no mínimo um centímetro de parte aérea desenvolvida, sendo identificadas, contabilizadas e marcadas conforme sua espécie no momento das avaliações.

O fluxo de emergência de plantas daninhas foi determinado através do índice de velocidade de emergência (IVE) dado pela equação:

- $$\text{IVE} = (N1/D1 + N2/D2 + \dots + Nn/Dn)$$

Onde: IVE corresponde ao índice de velocidade de emergência; N1 é o número de plântulas emergidas na primeira contagem; D1 – número de dias para a primeira contagem; Nn - número de plântulas emergidas na última contagem e Dn - número de dias da última contagem (CARVALHO *et al.*, 2012).

Foram analisadas variáveis de parâmetros fitossociológicos propostos por Mueller-Dombois; Ellenberg (1974): densidade, frequência, abundância, número de indivíduos por espécie, número de parcelas que contêm a espécie, frequência relativa, densidade relativa, abundancia relativa, índice de valor de importância e

importância relativa. Para realização dos cálculos foram utilizadas as seguintes fórmulas:

- Frequência (F) = n.^o de parcelas que contêm a espécie/n.^o total de parcelas utilizadas;
- Densidade (D) = n.^o total de indivíduos utilizados/Área total da amostra (0,25) m⁻²;
- Abundância (A) = n.^o total de indivíduos por espécie/n.^o total de parcelas que contem a espécie;
- Frequência Relativa (Fr) = 100 x frequência da espécie ÷ frequência total de todas as espécies;
- Densidade Relativa (Dr) = 100 x densidade da espécie ÷ densidade total de todas as espécies;
- Abundância Relativa (Ar) = 100 x abundância da espécie ÷ abundância total de todas as espécies;
- Índice de Valor de Importância (IVI) = frequência relativa + densidade relativa + abundância relativa;
- Importância Relativa (Ir) = 100 x índice de valor de importância da espécie ÷ índice de valor de importância total de todas as espécies.

Além dessas variáveis foi calculado o coeficiente de similaridade, através da fórmula proposta por Sorensen (1972).

Foram analisadas área foliar e massa seca de cada unidade experimental, considerando todas as plantas daninhas presentes, estas foram seccionadas próximo ao solo e posteriormente encaminhadas para análise. A área foliar foi determinada em medidor fotoelétrico LI-COR, modelo LI-3100C, o equipamento registra a área de folhas individuais e calcula a área total em cm². Para análise de massa seca as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e submetida à secagem em estufa de circulação forçada de ar à 60 °C, por 72 h, após secas a massa do material foi mensurada em balança analítica de precisão.

Os dados obtidos do fluxo de emergência de plantas daninhas foram tabulados e analisados em software Exel e apresentados por meio de estatística descritiva.

Os resultados obtidos de IVE, massa seca e área foliar foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) pelo programa de análise estatística Rstudio. Em caso

de significância estatística, foi realizada análise de regressão, ajustando-se os dados à equação de regressão não linear exponencial de dois parâmetros:

$$y = a \cdot \exp^{b \cdot x}$$

onde:

- y: variável dependente
- x: variável independente
- a: valor inicial da função
- b: taxa de crescimento (se positivo) ou decaimento (se negativo).

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Levantamento do banco de sementes.

Examinando a constituição do banco de sementes foram quantificadas 10 espécies de plantas daninhas que pertencem a oito famílias botânicas (Tabela 1), dentre estas famílias a que mais se destacou foi a família Poaceae, contendo três espécies de plantas daninhas e a família Amaranthaceae com maior número de sementes presentes (41,9%).

Tabela 1 - Relação de plantas daninhas presentes na análise de banco de sementes identificadas por família, espécie e nome comum. FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS. 2024

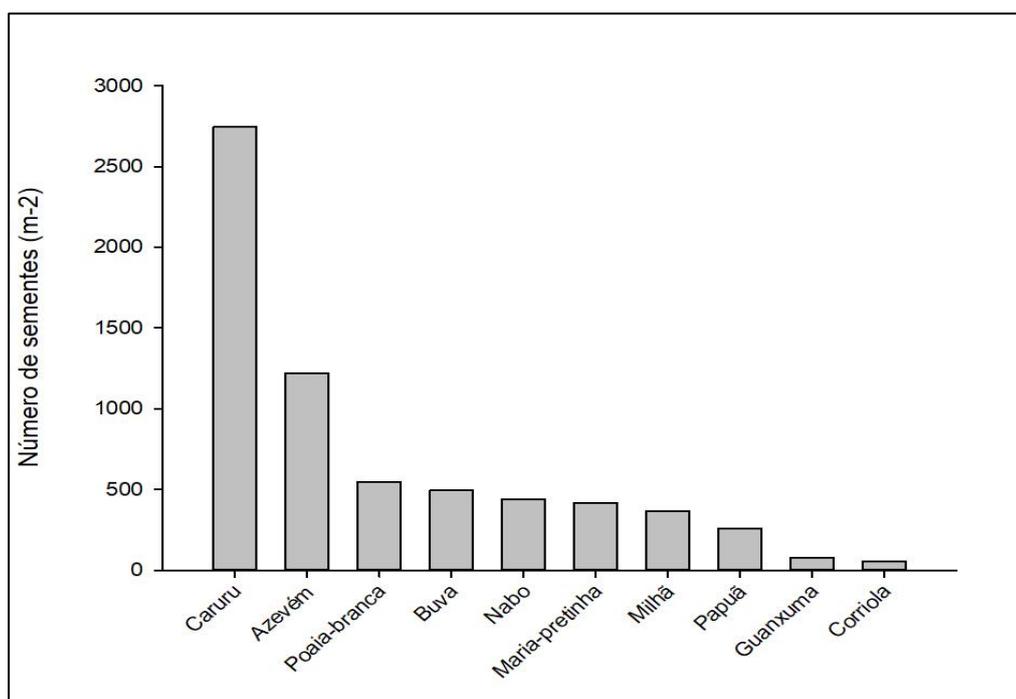
Família	Espécies daninhas	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> spp.	caruru,
Asteraceae	<i>Conyza</i> spp.	buva, voadeira
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	nabo, nabiça
Convolvulaceae	<i>Ipomoea grandifolia</i> L.	corda-de-viola, corriola
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	guanxuma,
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	milhã, capim-colchão
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	azevém
Poaceae	<i>Urochloa plantaginea</i>	papuã, capim-marmelada
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	poaia, poaia-branca
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	maria-pretinha

Foi observado na área predominância de caruru e azevém, com 41,6 e 18,4% de sementes por metro quadrado, respectivamente, seguidas por poaia-branca,

buva, nabo e maria-pretinha com 8,2; 7,5; 6,7; e, 6,3% de sementes por metro quadrado (Figura 1).

O azevém é uma espécie utilizada no Estado do Rio Grande Do Sul principalmente como forragem de estação fria, por se adaptar as condições ambientais rígidas, possuir elevado potencial produtivo e apresentar característica natural de ressemeadura, sendo utilizado principalmente como cobertura de solo ou pastagem para pecuária (PEDROSO *et al.*, 2004; JUNIOR *et al.*, 2011; COSTA, 2013). Por possuir estas características quando utilizado como cobertura ou pastagem no inverno a ressemeadura natural acrescenta o banco de sementes no solo para a próxima safra (REDIN *et al.*, 2020).

Figura 1 – Número de sementes de plantas daninhas por m⁻² a 5 cm de profundidade presentes no banco de sementes. FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS, 2024.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as espécies do gênero *Amaranthus*, o incremento no banco de sementes se deve a alta produção de sementes (KORRES *et al.*, 2018). Em alguns trabalhos foi observado produção de 25.800 e 34.300 sementes por planta de *A. palmeri* (DE SANCTIS *et al.*, 2021). *A. retroflexus* produziu 770 a 11.350 e *A. viridis* 365 a 5.780 sementes por planta dependendo da época de semeadura (KHAN *et al.*, 2021a). Em

condições de estresse hídrico, e condição com 100% da capacidade de campo, *A. viridis* e *A. retroflexus* produziram 3.070 e 1.740 sementes por planta, respectivamente (KHAN *et al.*, 2021b). Ficou demonstrado que mesmo sob efeitos bióticos e abióticos estas espécies ainda possuem elevada produção de sementes.

Os valores observados ficam abaixo dos constatados por Zandoná (2019), onde demonstrou elevada quantidade de sementes de plantas daninhas por metro quadrado (73.543) coletadas a profundidade de 0-5 cm; em outro levantamento foi encontrado 137 000 sementes m⁻², obtidas por Schweizer; Zimdahl (1984) no sistema de rotação de cevada/milho/beterraba, realizado nos Estados Unidos, a uma profundidade de 0-25 centímetros; e, 17.000 sementes m⁻² de plantas daninhas, em dois anos de condução (ZAMLJEN; ROVANŠEK; LESKOVŠEK, 2024).

Vale ressaltar que os valores apresentados não refletem a capacidade imediata de infestação da área, pois incluem sementes contadas diretamente e também contabilizam aquelas que germinaram através do método de fluxo de emergência, ou seja, sementes viáveis dormentes também são contabilizadas (KUVA *et al.*, 2008). Outro ponto a ser observado é a variabilidade entre os resultados, geralmente a composição e a densidade de espécies presente no banco de sementes é o resultado do equilíbrio entre as entradas de novas sementes e as perdas decorrentes de germinação, deterioração, parasitismo, predação e dispersão (CARMONA, 1992). Além disso, estão intimamente relacionadas com o histórico de cultivo e são influenciadas pelas práticas culturais aplicadas, variando de campo para campo (FENNER, 1985; BENOIT *et al.*, 1992).

A prática da semeadura direta ou do preparo superficial do solo leva à concentração de sementes perto da superfície, ao passo que o uso de arados tende a distribuir as sementes de maneira mais uniforme ao longo do perfil preparado (CARMONA, 1992). Este efeito foi observado em estudo, onde o banco de sementes de área de várzea foi avaliado em diferentes sistemas de produção e preparo do solo. Na camada superficial do solo, de 0 a 5 cm o sistema tradicional de produção de arroz irrigado, possui em torno de 11 mil sementes de plantas daninhas por metro quadrado, o sistema de semeadura direta de arroz irrigado, com azevém no inverno para pastejo apresentou 29 mil sementes por metro quadrado, a sucessão de arroz e soja no verão, com azevém no inverno, foi o tratamento que mais apresentou sementes de plantas daninhas por metro quadrado (38,8 mil), seguido pelo campo de sucessão no verão por três anos com cultivo de arroz consorciado com trevo-

branco, azevém e cornichão no inverno para pastejo (36,4mil) (DENARDIN *et al.*, 2018).

A presença de sementes em camadas mais superficiais pode acelerar a diminuição do banco de sementes. Na superfície, as sementes estão mais expostas às condições biológicas, como a predação, e às condições climáticas, devido à maior variação de temperatura e umidade (NICHOLS *et al.*, 2015).

2.3.2 Quantificação do fluxo de emergência e levantamento fitossociológico de plantas daninhas

Ao analisar os valores do coeficiente de similaridade entre os tratamentos tempo de luz, observou-se que os tratamentos 0-60' e 15-60' foram os que apresentaram os maiores índices 0,91 e 0,92, demonstrando deste modo que as espécies presentes entre estes tratamentos são mais semelhantes em comparação com os demais tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Coeficiente de similaridade dos levantamentos fitossociológicos realizados em diferentes tempos de suplementação de luz. FAEM/UFPel, Capão do Leão-RS. 2024

Tempo de suplementação de luz (min)	0	15	30	60
0	1.00	0.83	0.89	0.91
15	-	1.00	0.73	0.92
30	-	-	1.00	0.80
60	-	-	-	1.00

As espécies de plantas daninhas encontradas no levantamento fitossociológico, são as mesmas decorrentes do levantamento do banco de sementes, exceto as espécies *Raphanus raphanistrum* e *Lolium multiflorum*, as quais são plantas daninhas de culturas de inverno.

O número de espécies de plantas daninhas foi variável entre os tratamentos, apresentando para os tratamentos tempo de luz 0, 15, 30 e 60', respectivamente, 5, 7, 4 e 6 espécies de plantas daninhas (Tabela 3). Em relação ao número total de indivíduos encontrados, o tratamento 60' de tempo de luz, foi o que apresentou maior acúmulo de indivíduos, com total de 398 plantas, proporcionando assim a maior

densidade de plantas por metro quadrado (2.123), sendo constituído por 89,7% de plantas do gênero *Amaranthus*.

Tabela 3 - Número de presença em quadrados (NQ), número de indivíduos (NI), frequência (F), frequência relativa (Fr), densidade (D), densidade relativa (Dr), abundância (A), abundância relativa (Ar) e índice de importância relativa (Ir) das espécies daninhas presentes na área sob diferentes tempos de suplementação de luz. FAEM/UFPel, Capão do Leão-RS. 2024.

Espécies daninhas	NQ	NI	F	Fr (%)	D(p/m ²)	Dr(%)	A	Ar(%)	Ir(%)
Tempo de suplementação de luz (0')									
<i>Amaranthus</i> spp.	3	53	1.00	25.00	282.67	66.25	17.67	65.42	52.22
<i>Richardia brasiliensis</i>	3	5	1.00	25.00	26.67	6.25	1.67	6.18	12.48
<i>Conyza</i> spp.	3	17	1.00	25.00	90.67	21.25	4.67	17.29	21.18
<i>Solanum americanum</i>	2	4	0.67	16.75	21.33	5.00	2.00	7.40	9.72
<i>Urochloa plantaginea</i>	1	1	0.33	8.25	5.33	1.25	1.00	3.70	4.40
Total			4.00		426.67		27.01		
Tempo de suplementação de luz (15')									
<i>Amaranthus</i> spp.	3	71	1.00	17.64	378.67	54.62	23.67	50.89	41.05
<i>Richardia brasiliensis</i>	2	3	0.67	11.82	16.00	2.31	1.00	2.15	5.42
<i>Conyza</i> spp.	2	11	0.67	11.82	58.67	8.46	5.50	11.83	10.70
<i>Solanum americanum</i>	3	17	1.00	17.64	90.67	13.08	5.67	12.19	14.30
<i>Urochloa plantaginea</i>	3	15	1.00	17.64	80.00	11.54	5.00	10.75	13.31
<i>Digitaria sanguinalis</i>	3	11	1.00	17.64	58.67	8.46	3.67	7.89	11.33
<i>Ipomoea grandifolia</i>	1	2	0.33	5.82	10.67	1.54	2.00	4.30	3.89
Total			5.67		693.33		46.51		
Tempo de suplementação de luz (30')									
<i>Amaranthus</i> spp.	3	70	1.00	33.33	373.33	61.40	23.33	53.02	49.25
<i>Richardia brasiliensis</i>	3	26	1.00	33.33	138.67	22.81	8.67	19.70	25.28
<i>Conyza</i> spp.	2	12	0.67	22.33	64.00	10.53	6.00	13.64	15.50
<i>Solanum americanum</i>	1	6	0.33	11.00	32.00	5.26	6.00	13.64	9.97
Total			3.00		608.00		44.00		
Tempo de suplementação de luz (60')									
<i>Amaranthus</i> spp.	3	357	1.00	27.25	1904.00	89.70	119.00	83.22	66.72
<i>Richardia brasiliensis</i>	2	24	0.67	18.26	128.00	6.03	12.00	8.39	10.89
<i>Conyza</i> spp.	2	6	0.67	18.26	32.00	1.51	3.00	2.10	7.29
<i>Solanum americanum</i>	2	4	0.67	18.26	21.33	1.01	2.00	1.40	6.89
<i>Digitaria sanguinalis</i>	1	3	0.33	8.99	16.00	0.75	3.00	2.10	3.95
<i>Ipomoea grandifolia</i>	1	4	0.33	8.99	21.33	1.01	4.00	2.80	4.26
Total			3.67		2122.67		143		

As espécies mais frequentes foram as do gênero *Amaranthus*, mantendo seu valor em 1,00 (Tabela 3). Ainda, destas espécies também foram observados os maiores parâmetros fitossociológicos de densidade, densidade relativa, abundância, abundância relativa e importância relativa.

As espécies *Richardia brasiliensis*, *Conyza* spp. e *Solanum americanum*, foram espécies frequentes entre todos os tratamentos de tempo de luz com valores próximos ao *Amaranthus* spp. sendo, 1,00, 0,67, 1,00 e, 0,67 para *Richardia brasiliensis*; 1,00, 0,67, 0,67 e 0,67 para *Conyza* spp.; e, 0,67, 1,00, 0,33 e 0,67 para *Solanum americanum*. Além de serem frequentes entre todos os tratamentos as espécies possuem os demais parâmetros fitossociológicos inferiores quando comparadas com a espécie *Amaranthus* spp.

Urochloa plantaginea, *Digitaria sanguinalis* e *Ipomoea grandifolia*, foram as espécies com menor frequência entre os tratamentos de tempo de luz, e são as que apresentam menores valores para os parâmetros fitossociológicos avaliados.

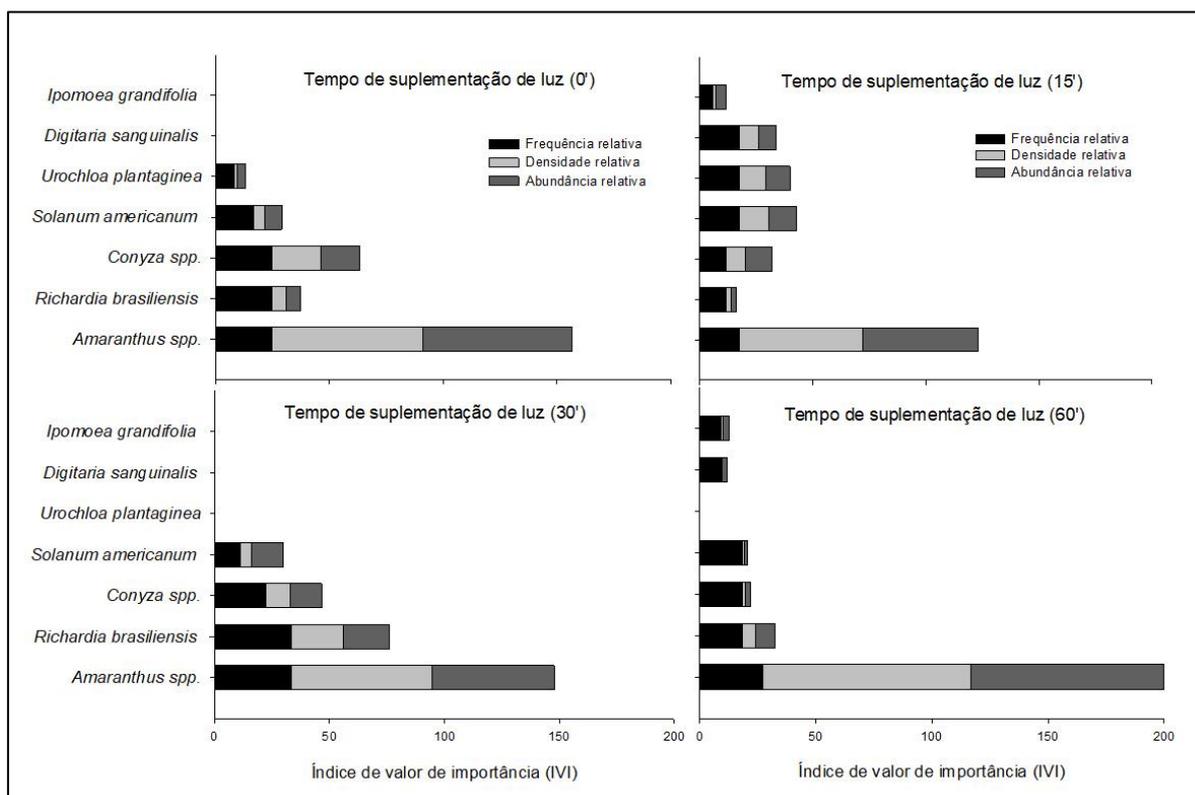
O índice de valor de importância (IVI), demonstra qual espécie tem maior influência no espaço em que se encontram (RODRIGUES *et al.*, 2022). Neste sentido, conforme apresentado anteriormente a espécie *Amaranthus* spp. se destacou nas avaliações, sendo verificado os maiores valores de IVI (156,67; 123,15; 147,76 e 200,16), para os tratamentos tempo de luz 0, 15, 30 e 60', respectivamente (Figura 2), seguidos por *Richardia brasiliensis* (37,43; 16,27; 75,84 e 32,68), *Conyza* spp. (63,54; 32,10; 75,84 e 32,68) e *Solanum americanum* (29,15; 42,91; 29,90 e 20,66). As espécies *Urochloa plantaginea* e *Digitaria sanguinalis* apresentaram valor de IVI próximo à *Conyza* e *Solanum* em 15' de luz (39,93 e 33,99) (Figura 2).

O predomínio de *Amaranthus* spp. pode ser justificado por esta se tratar de uma planta daninha de difícil manejo, devido a diversas características que envolvem o tamanho do banco de sementes, a alta produção de sementes (CARVALHO *et al.*, 2008) e a resistência a herbicidas. São predominantemente anuais e se reproduzem exclusivamente por meio de sementes, sendo que uma única planta de grande porte é capaz gerar mais de 200.000 sementes (KISSMANN *et al.*, 1999; LORENZI, 2014). Está elevada produção de sementes aumenta a possibilidade de falhas de controle no campo (BRAZ; TAKANO, 2022).

Outra característica que dificulta o controle das plantas de *Amaranthus* está nos seus mecanismos de dormência das sementes. Essas plantas possuem tegumento de semente bastante rígido, o que proporciona restrição mecânica para

que o embrião inicie o processo de germinação e a posterior emergência da plântula (BRAZ; TAKANO, 2022).

Figura 2 – Índice de valor de importância das principais espécies de plantas daninhas na área em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.



Fonte: Elaborado pelo autor.

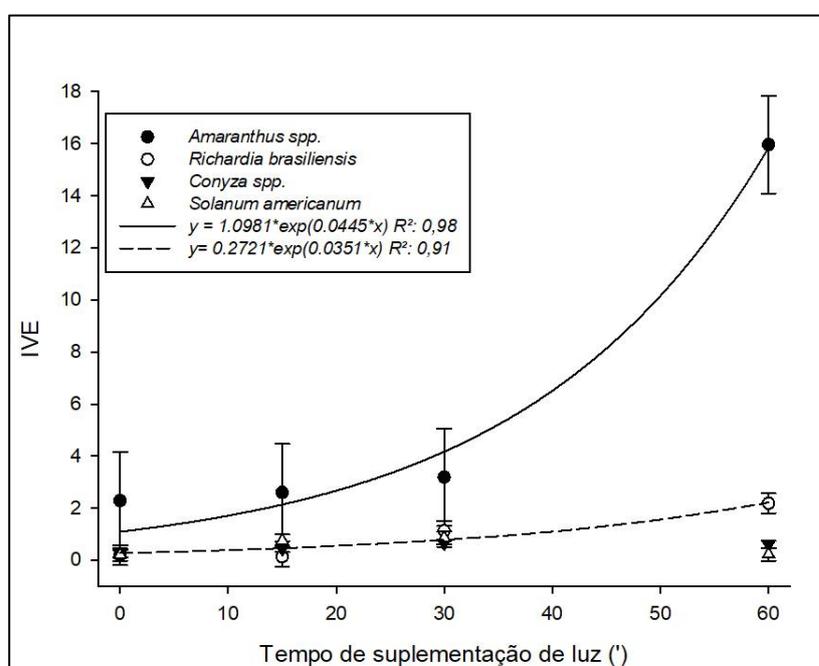
O *Amaranthus* spp. possui sensibilidade a luz, sendo a germinação das espécies *A. hybridus* e *A. retroflexus* geralmente maior quando as sementes são expostas à luz vermelha. Porém, a luz pode ser uma exigência apenas para a germinação das sementes dormentes presentes no banco de sementes do solo (GALLAGHER *et al.*, 1998; CORREIA *et al.*, 2006). Outro fator que pode ter influenciado a baixa população presente das outras espécies é a competição interespecífica exercida pela espécie dominante, o caruru. Porém, mesmo em baixas densidades populacionais estas espécies podem ainda causar danos devido a elevada competitividade.

Pode-se perceber em relação às espécies presentes no levantamento fitossociológico realizado, que a maioria das espécies são dicotiledôneas, resultados

parecidos também foram observados em outros estudos de várias culturas como soja (PAN *et al.*, 2020; LOPES *et al.*, 2024), girassol (ADEGAS, *et al.*, 2010), algodão (SALGADO *et al.*, 2002) e tomate (PETRIKOVSKI *et al.*, 2020).

Nas avaliações do índice de velocidade de emergência (IVE), para as espécies daninhas presentes na área, observou-se pela análise de regressão que a suplementação de luz influenciou na germinação das espécies, do gênero *Amaranthus* e *Richardia brasiliensis* (Figura 3). E não influenciou as demais espécies como *Conyza spp* e *Solanum americanum*.

Figura 3 – Índice de velocidade de emergência (IVE) das espécies daninhas em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O maior IVE obtido para a espécie ocorreu quando suplementada com 60' de luz diária, este resultado pode ter sido influenciado pela alteração do fotoperíodo para a espécie, entretanto para a germinação outro fator importante e a temperatura. O fotoperíodo influencia o índice de velocidade de emergência (IVE) de plantas daninhas ao regular a germinação e o crescimento inicial. Fotoperíodos longos, ou curtos podem estimular, ou inibir a germinação, sincronizar o desenvolvimento com condições ambientais ideais, regular hormônios que promovem o crescimento e

quebrar a dormência das sementes, aumentando a velocidade de emergência e a capacidade competitiva das plantas daninhas.

Em um estudo foi observado que plantas do gênero *Amaranthus* respondem de maneira diferente os efeitos de luz e de temperatura na germinação, sendo as maiores taxas de velocidades de germinação aquelas obtidas sob condições de fotoperíodo com alternância de temperatura (CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2007). Resultados semelhantes foram observados por Weaver (1984), e Oladiran; Mumford (1985) os quais contataram que regimes de temperatura alternada com a presença de luz podem favorecer altas taxas de germinação. No entanto, não foi observado nenhuma influência da luz na germinação de espécies de *Amaranthus* (HAO *et al.*, 2017).

Richardia brasiliensis, possui efeito positivo a luz, demonstrando altas taxas germinativas com temperatura entre 15° e 35 °C e presença de luz. 63,50% de sementes germinadas, indicando que a espécie possui fotoblastismo positivo, enquanto na ausência de luz a porcentagem de germinação foi de 1% (PEREIRA DE MOURA *et al.*, 2024). O fotoblastismo da espécie, pode ter influenciado no IVE, principalmente com 60 minutos de suplementação de luz, como no caso do *Amaranthus*.

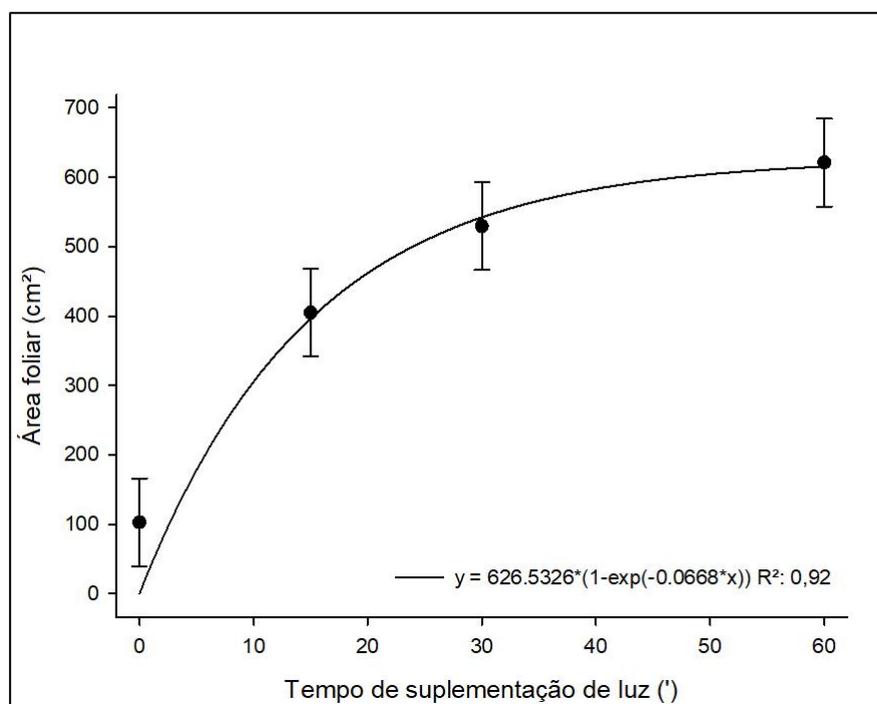
Trazendo esta tecnologia para o controle de plantas daninhas, a suplementação de luz pode ser usada de maneira estratégica ao induzir a germinação fora do ciclo das culturas, facilitando o controle mecânico ou químico antes que causem competição. Também pode-se evitar a germinação durante o cultivo, controlando a luz, ou usar ciclos de suplementação para esgotar o banco de sementes dessas plantas, e a suplementação antes da aplicação de herbicidas aumenta a eficiência no controle dessas espécies invasoras.

Referentes aos resultados da área foliar, é perceptível que, conforme aumenta a suplementação diária de luz, a área foliar das plantas daninhas também aumenta. Entre os tratamentos testados, houve diferença significativa na área foliar produzida, exibindo crescimento exponencial (Figura 4).

O tratamento com 60' de luz suplementar, incrementou, 31,3% mais área foliar que a testemunha (0'). Enquanto que os tratamentos 30' e 15' produziram 25,7 e 18,2% de área foliar respectivamente, a mais que a testemunha (Figura 4). Os tratamentos com suplementação de luz são semelhantes entre si, diferindo somente

da testemunha, os resultados demonstram também que com maior tempo de suplementação de luz há maior acúmulo de área foliar.

Figura 4 – Área foliar das plantas daninhas em resposta aos diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O tratamento com 60' de luz suplementar, incrementou, 31,3% mais área foliar que a testemunha (0'). Enquanto que os tratamentos 30' e 15' produziram 25,7 e 18,2% de área foliar respectivamente, a mais que a testemunha (Figura 4). Os tratamentos com suplementação de luz são semelhantes entre si, diferindo somente da testemunha, os resultados demonstram também que com maior tempo de suplementação de luz há maior acúmulo de área foliar.

Quando uma planta recebe mais luz por um período mais longo, ela tende a expandir sua área foliar. Isso acontece porque a luz adicional melhora a fotossíntese, promove a produção de clorofila e favorece o desenvolvimento e crescimento das folhas. Por outro lado, em condições de baixa luminosidade, as plantas também podem aumentar sua área foliar, mas o processo é diferente. Nesse caso, as plantas frequentemente ampliam sua área foliar para otimizar a absorção de luz. Esse fenômeno, chamado de "alargamento foliar" ou "expansão adaptativa", leva a planta a produzir folhas maiores e mais amplas para compensar a menor disponibilidade de

luz. No entanto, isso pode resultar em um crescimento mais lento ou uma menor eficiência na fotossíntese se a luz continuar insuficiente (TAIZ *et al.* 2017).

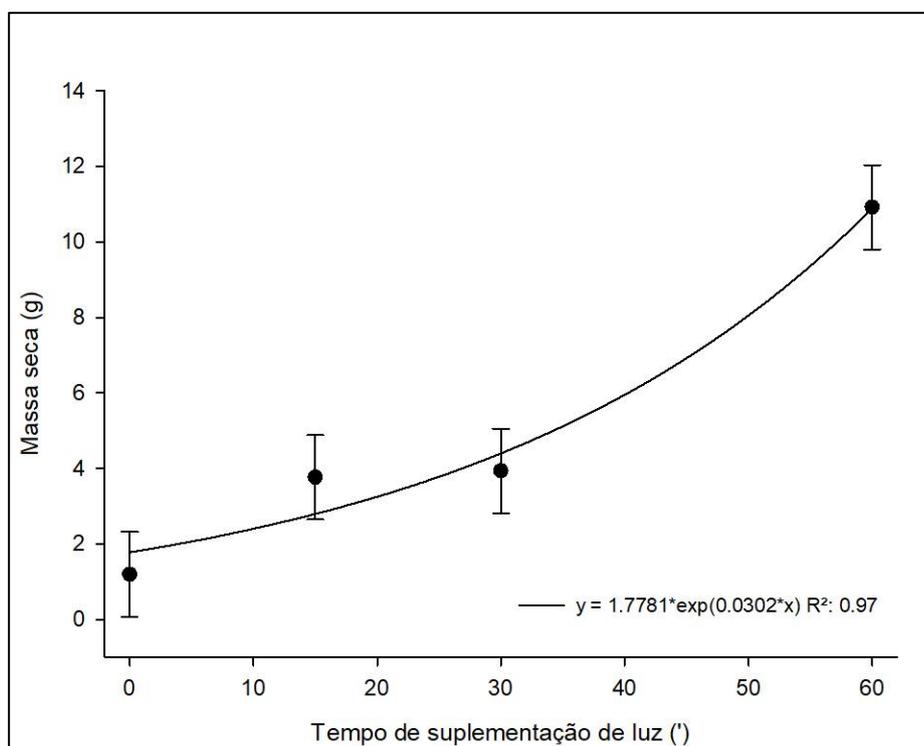
Tendências parecidas foram verificadas avaliando o uso de LED sobre as características morfoanatômicas em mudas de *Corymbia citriodora* (AZEVEDO, 2022). Segundo o autor, nas condições de iluminação proporcionadas pelas LED azul e LED azul + vermelho, o índice de área foliar (IAF) aumentou progressivamente até atingir 60 dias após a emergência (DAE), seguido por declínio até o final das medições. Para a iluminação com LED branca, houve aumento no IAF até 74 DAE, com diminuição linear observada a partir desse ponto. No caso da iluminação com LED vermelho, o IAF apresentou aumento linear até 102 DAE, seguido de redução após esse período.

Em trabalho realizado com a cultura da alface em diferentes intensidades luminosas, constatou-se área foliar máximo quando as plantas foram cultivadas a uma intensidade de $2,4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, enquanto plantas cultivadas sem a suplementação de luz apresentaram redução de 17% na variável (MEDELO, 2021).

O mesmo comportamento de crescimento exponencial foi observado para os resultados de produção de massa seca, onde houve diferença entre os tratamentos (Figura 5). O tratamento de 60' de suplementação de luz produziu em média, 49% mais massa seca que a testemunha 0'. Os tratamentos 15' e 30' produziram 13 e 13,8% de massa seca respectivamente a mais que a testemunha. Em números, o tratamento de 60' foi o que mais produziu massa seca, 10,9 gramas, 55,6% do total, demonstrando que quanto mais tempo de luz fornecia, as plantas acumulam mais massa seca.

Resultados semelhantes de massa seca de parte aérea, foram verificados em plantas de alface as quais apresentaram 17% de aumento de massa seca quando comparadas a sem suplementação de luz (MEDELO, 2021).

Figura 5 – Massa seca (g) das espécies de plantas daninhas na área em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No entanto, a aplicação da suplementação luminosa em diferentes tempos não resultou em diferenças nas variáveis estudadas durante o estágio vegetativo (V8) das plantas de milho (CARVALHO, 2023). Também não foram constatadas alterações iniciais de massa seca das folhas de morangueiro com a utilização da suplementação de luz na indução de florescimento da cultura (COSTA *et al.*, 2019).

Os resultados obtidos mostram que, à medida que o índice de área foliar aumenta, há tendência de aumento nos valores acumulados de massa seca. Isso ocorre porque a área foliar e a produção de massa seca estão intimamente ligadas à radiação fotossinteticamente ativa, que é interceptada e acumulada pelas folhas. Assim, incremento no índice de área foliar resulta em maior interceptação de radiação e acúmulo de fotoassimilados (CARON, *et al.*, 2012).

Outro fator que pode influenciar no acúmulo de massa seca e a qualidade da luz utilizada, vale ressaltar que as lâmpadas utilizadas no experimento emitem uma mistura de luz azul e vermelha. Vários estudos demonstram que a utilização de espectro de luz azul junto com o vermelho resulta em melhores acúmulos de massa

seca, quando comparados com espectros monocromáticos (FANG *et al.*, 2021; IZZO *et al.*, 2020).

Em estudos que analisaram as características fotossintéticas e de crescimento de mudas de soja em diferentes condições e qualidades de iluminação, foi observado que a adição de luzes vermelha e azul facilita o crescimento das plântulas. No entanto, o uso exclusivo do espectro de luz vermelha teve efeito adverso no crescimento da cultura, levando ao acúmulo de carboidratos nas folhas durante o dia e prejudicando o crescimento da soja à noite (MA *et al.*, 2018). Por outro lado, o espectro de luz azul por si só pode ser inadequado para o crescimento e desenvolvimento da soja. Assim, ao combinar 80% de luz azul e 20% de luz vermelha ou 50% de luz azul e 50% de luz vermelha, as plantas demonstraram maior taxa de assimilação de CO₂, condutância estomática elevada e maior acúmulo de biomassa (FANG *et al.*, 2021). Resultados semelhantes foram constatados para plantas de pimenta (BROWN *et al.* 1995), arroz (MATSUDA *et al.*, 2004), trigo (DONG *et al.*, 2014) e alface (WANG *et al.*, 2016).

Através dos resultados constata-se que as plantas daninhas presentes são afetadas positivamente pela suplementação de luz, principalmente para as espécies do gênero *Amaranthus*, um dos principais competidores com a cultura da soja

Os efeitos da qualidade da luz incluem influências na germinação de sementes, direção de crescimento de órgãos, murcha das folhas, aceleração da floração, ramificação das plantas e ajustes fisiológicos autônomos, embora, os efeitos mais comuns são o alongamento do caule e o aumento da proporção entre parte aérea e raiz (MEROTTO *et al.*, 2009). Esses efeitos como consequência ocasiona diminuição da ramificação e massa seca das plantas, nas plantações, os prejuízos mais significativos causados pelos efeitos da qualidade da luz estão ligados ao atraso no desenvolvimento inicial, o que, por sua vez, influencia diretamente a produção de grãos (MEROTTO *et al.*, 2009; WEINIG *et al.*, 2001).

A interferência de plantas daninhas é um fator limitante para o sucesso da produção na soja (STEFANIC *et al.*, 2022), através dos resultados obtidos hipotetiza-se que a emergência precoce e a uniformidade das plantas daninha obtidas com a suplementação de luz facilite o controle dessas plantas. Com a utilização de herbicidas pré-emergentes e/ou pós-emergentes aplicados no início do desenvolvimento da cultura, podemos aumentar o período anterior a interferência (PAI), encurtando o período crítico de interferência (PCPI) das plantas daninhas na

cultura, e com isso reduzir a competição em relação à cultura (RADOSEVICH *et al.*, 2007). Um problema que surge para o controle das plantas daninhas nas áreas com suplementação de luz, é o aumento de massa seca e da densidade de plantas, onde está prejudicada a eficácia dos herbicidas (DOS SANTOS *et al.*, 2024), bem como o aumento da área foliar, que pode provocar o efeito guarda-chuva sobre outras plantas daninhas diminuindo a eficácia de herbicidas de contato.

2.4 Conclusão.

A suplementação diária de luz possui impacto significativo na emergência de plantas daninhas, particularmente nas espécies do gênero *Amaranthus* e *Richardia brasiliensis*. Observa-se que um aumento no tempo de suplementação de luz está associado a um maior Índice de Valor de Importância (IVE) para essas plantas. Entre as espécies estudadas, as plantas daninhas do gênero *Amaranthus* foram as mais prevalentes e apresentaram os maiores parâmetros fitossociológicos, bem como o maior índice de valor de importância (IVI). Além disso, a suplementação diária de luz tem efeito positivo no acúmulo de massa seca e na área foliar das espécies de plantas daninhas presentes no experimento. A suplementação de luz pode, portanto, servir como uma ferramenta valiosa no manejo de plantas daninhas. O controle da disponibilidade de luz pode ser usado para induzir a germinação fora do ciclo das culturas, facilitando o controle mecânico ou químico antes que causem competição, ou usar ciclos de suplementação para esgotar o banco de sementes.

3. CAPÍTULO II - Avaliação de componentes de rendimento, produção e qualidade fisiológica de sementes de soja em função de diferentes tempos de suplementação luminosa.

3.1 Introdução

Brasil tornou-se o maior produtor mundial de soja, com avanços significativos em produtividade e expansão de áreas cultivadas. A modernização da agricultura, com a incorporação de tecnologias avançadas e mecanização, tem sido crucial para esse crescimento.

A produção eficiente das culturas agrícolas é influenciada pela constituição genética da cultivar, pelas condições ambientais no local de cultivo e pela interação complexa entre o genótipo e o ambiente. O desenvolvimento da cultura da soja pode ser impactado por diversos fatores físicos e biológicos, incluindo a disponibilidade de luz, temperatura, incidência de patógenos e ocorrência de estresse hídrico, entre outros. Dentre os diversos elementos ambientais capazes de impactar o desenvolvimento vegetal, destaca-se a luz como um dos fatores primordiais, desempenhando papel significativo na detecção sazonal e atuando como possível sinal para modificar os padrões de desenvolvimento (MELO *et al.*, 2004; CHORY *et al.*, 1996; RODRIGUES *et al.*, 2001).

A produtividade sob condições de luz limitada pode ser aumentada pela suplementação com lâmpadas fluorescentes, lâmpadas de sódio de alta pressão, lâmpadas de iodetos metálicos ou lâmpadas LED (HOVI *et al.*, 2004; TEWOLDE *et al.*, 2016). Esta tecnologia é muito comum para desenvolvimento de cultivos em ambiente protegido, mas também já está sendo implantado em culturas grandes produzidas ao ar livre. Para a cultura da soja esta tecnologia aumentou a produtividade (LEMES *et al.*, 2021).

O uso de LEDs na agricultura como forma de suplementação interfere em vários atributos da planta, mas estes estão ligados principalmente à qualidade da luz fornecida (BIAN *et al.*, 2018), além de possuir interferência na velocidade de

desenvolvimento das plantas, no número de estômatos, na taxa de germinação, na produção de clorofila e carotenoides (KOWALCZYK *et al.*, 2022).

A suplementação da luz na cultura da soja, promove aumento do número de grãos por vagem e número de vagens por planta e, conseqüente, aumento de produtividade e melhorias nos parâmetros quantitativos e qualitativos da soja (DOS SANTOS *et al.*, 2024). Não há indícios na literatura que a utilização de suplementação luz possa interferir na qualidade fisiológica de sementes de soja.

O objetivo deste estudo foi avaliar aspectos morfológicos de plantas de soja em função diferentes tempos de exposição a suplementação de luz, analisando também os componentes de rendimento, produtividade e a qualidade fisiológica das sementes de soja produzidas com luz suplementar.

3.2 Materiais e Métodos

A semeadura, cultivar, adubação, tratos culturais e manejo de luz, foram as mesmas descritas no capítulo I. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizados, com seis repetições, sendo cada repetição formada por uma linha de semeadura. Neste estudo, a suplementação de luz iniciou-se em janeiro, quando as plantas se encontravam em estágio fenológico V6, cessando a suplementação em abril quando atingiram estágio fenológico R6, antes de atingir a maturidade fisiológica, possibilitando assim a maturação das plantas. No total foram 69 dias de suplementação de luz, os tratamentos 0, 15, 30 e 60 minutos dia^{-1} , receberam 0; 17,25; 34,5; 69 horas de luz, respectivamente.

Conforme formam atingindo o ponto de maturidade fisiológica, estágio R7, as plantas presentes em uma linha de 1,50m lineares de área ($0,675\text{m}^2$) de cada tratamento foram colhidas manualmente. Foram realizadas avaliações de estatura de planta (cm), medidas com auxílio de fita métrica da base ao ápice da planta, número de entrenós, espaçamento de entrenós (cm) medidos no terço superior das plantas, número de legumes por planta, número de legumes total e número de sementes. Os legumes foram destacados manualmente das plantas e secados em estufa de circulação de ar a $45\text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura até a umidade das sementes ficarem próximas a 13%.

Posteriormente, realizou-se a limpeza das amostras e pesadas em balança de precisão e medição do teor de umidade através do método indireto, medido pela

condutividade elétrica da semente. Os dados referentes ao peso foram corrigidos para 13% de umidade.

As amostras foram beneficiadas manualmente utilizando conjunto de peneiras de furo redondo de diâmetro 5,5 e 6,5mm e separador espiral para melhor padronização de forma e tamanho.

As análises de qualidade fisiológica de sementes foram realizadas através do teste de germinação em substrato rolo de papel (RP), utilizando 400 sementes, divididas em oito repetições de 50 sementes cada, dispostas de forma aleatória no substrato. As mesmas foram distribuídas em papel Germitest® contendo três folhas de papel na base da amostra e uma folha como cobertura, já umedecidas com água destilada sendo a quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Posteriormente, as amostras foram enroladas e colocadas na câmara de germinação BOD à temperatura variada entre 20 °C noturno e 30 °C diurno, por sete dias com fotoperíodo diário de 12 horas (BRASIL, 2009).

O vigor e a viabilidade das sementes foram avaliados através do teste de tetrazolio utilizando-se duas repetições de 100 sementes cada, onde primeiramente as sementes foram pré-condicionadas em papel Germitest®, o papel foi umedecido com água equivalente a 2,5 vezes seu peso seco, em seguida foram armazenadas na câmara de germinação BOD por 16 horas com temperatura de 25 °C para as mesmas absorverem água (embebição). Após este procedimento, as sementes foram submersas em solução de tetrazolio a 0,075% (FRANÇA-NETO *et al.*, 1998), armazenadas em câmara BOD com temperatura controlada entre 38 °C por três horas. Ao atingirem a coloração ideal, a solução foi descartada e as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas submersas até serem realizadas as devidas avaliações.

As variáveis estatura, número de nó e espaçamento entre nó foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) pelo programa de análise estatística Rstudio. As variáveis legumes por planta, sementes por planta, total de legumes, total de sementes, número de sementes por legume e produtividade foram submetidas a análise de covariância, sendo estas as variáveis dependentes e o número de plantas a covariável. Em caso de significância estatística, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os dados de germinação, vigor e viabilidade em caso de significância estatística, foram realizadas através da análise de regressão, ajustando-se os dados à equação de regressão linear:

$$y = a+bx$$

onde:

- y: variável dependente
- a: intercepto da regressão linear, valor de y quando x=0
- b: inclinação da curva
- x: variável independente

3.3 Resultados e Discussão

A utilização da suplementação de luz na área de estudo fez com que a cultura da soja alongasse seu ciclo, alcançando maturidade fisiológica em momentos distintos. Nos tratamentos 0, 15, 30 e 60' de suplementação diária de luz o ponto de maturidade fisiológica da soja (R7) foi obtido aos 129, 140, 149 e 153 dias após a emergência, respectivamente.

A luz artificial é um meio de alongar o fotoperíodo, este que em conjunto com a temperatura está diretamente ligado ao ciclo da cultura (FLOSS, 2022). O impacto do fotoperíodo no desenvolvimento da soja varia entre as cultivares, cada cultivar tem fotoperíodo crítico de horas de luz acima do qual o florescimento é retardado. Como resultado, a soja é classificada como planta de dia curto, florescendo quando a duração do dia é menor que seu fotoperíodo. Quando o dia dura mais que o fotoperíodo, as plantas não recebem o sinal para florescer e permanecem em estado vegetativo, em outras palavras, dias longos atrasam o desenvolvimento reprodutivo e a maturidade fisiológica, prolongando a fase pós-floração e a duração do período crítico (NICO *et al.*, 2015; RODRIGUES *et al.*, 2001; TEJO *et al.*, 2019). Resultados semelhante sobre alongamento do ciclo da cultura da soja foram observados em outros estudos (DOS SANTOS *et al.*, 2024; KELLY *et al.*, 2021; LEMES *et al.*, 2021; HAN *et al.*, 2006).

A utilização da luz artificial interferiu em alguns parâmetros morfológicos da planta como: estatura, número de entrenó e espaçamento de entrenó (Tabela 4). A testemunha (0') que não recebeu luz artificial, teve as médias mais baixas quando comparada com os demais tratamentos. As maiores médias obtidas para as variáveis estatura e número de entrenó foram obtidas com 30' de suplementação de luz, seguidos pelo tratamento de 15' e 60'.

Como comentado anteriormente, o aumento do fotoperíodo faz com que a soja atrase o florescimento e continue seu desenvolvimento vegetativo, este pode ser um dos motivos que influencia o desenvolvimento morfológico da cultura.

Tabela 4 – Parâmetros morfológicos de plantas de soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPel, Capão do Leão-RS. 2024.

Tempo de suplementação de luz (')	Estatura de planta (cm)	Número de nó	Espaçamento de entrenó (cm)
0	95,00 c ¹	18 c	5,73 b
15	115,00 b	23 b	8,12 a
30	122,00 a	26 a	7,81 a
60	111,00 b	24 b	8,08 a
C.V. ² (%)	3,62	4,52	5,52

¹ Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ² coeficiente de variação.

Fotoperíodos prolongados retardaram a maturidade da soja, estimulando o crescimento do caule principal e dos ramos, resultando em maior número de nós e peso seco na maturidade (KELLY *et al.*, 2021). Estatura de plantas e número de nós por planta foram maiores em tratamentos com luz suplementar quando comparados com tratamentos sem suplementação de luz. Resultados semelhantes podem ser observados em outras culturas como tomate (PALMITESSA *et al.*, 2020; WANG *et al.*, 2022), manjerição (LIN *et al.*, 2021) e milho safrinha (CARVALHO, 2023).

A suplementação de luz promove maior acumulação de biomassa vegetal das plantas, possivelmente com o alongamento do ciclo da cultura, esta permanece mais alguns dias no campo, possibilitando com que as plantas continuem realizando fotossíntese e acumulando fotoassimilados (PARADISO; PROIETTI, 2022).

Nas análises de componentes de rendimento da soja, não foram observadas diferenças significativas pelo teste F para as variáveis legume por planta e semente por planta (Tabela 5). Para as variáveis número total de legumes, verificou-se incremento na produção quando as plantas se encontravam com 15' de suplementação diária de luz, bem como 15 e 60' para a variável número total de sementes.

Tabela 5 – Componentes de rendimento de plantas de soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS, 2024.

Tempo de suplementação de luz (')	Legumes por planta	Sementes por planta	Total de legumes	Total de sementes
0	49 ^{NS2}	93 ^{NS}	752 b ¹	1412 b
15	55	100	934 a	1701 a
30	56	111	817 ab	1576 ab
60	54	106	892 ab	1740 a
C.V. ³ (%)	16,38	16,42	10,31	8,71

¹ Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ² não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$); ³ coeficiente de variação.

Na avaliação do número de legumes em função número de sementes por legume (Tabela 6), não foram verificadas significância estatística pelo teste F para as variáveis possuindo uma e duas sementes por legume. Houve significância estatística para as variáveis com zero e três sementes por legumes.

Verificou-se que o tratamento sem suplementação de luz diária produziu menos legumes sem semente quando comparadas com os demais tratamentos que continham suplementação de luz. O tratamento com 60' de suplementação de luz foi o tratamento que teve mais incremento na produção de legumes com três sementes, produzindo 11,18% a mais de legumes que a testemunha.

O número de legumes por planta é diretamente dependente do número de nós desenvolvidos na planta (FLOSS, 2022). Como já observado, a suplementação de luz ou aumento do fotoperíodo, afeta as estruturas vegetativas e reprodutivas, modificando assim o número de nós por planta. Da mesma forma, estes efeitos na iluminação da planta após a floração, atrasa o início do desenvolvimento dos primeiros legumes dentro de nó, prolongando a floração e simultaneamente mais flores e legumes serão produzidos no mesmo nó (NICO *et al.*, 2015).

Tabela 6 – Número de legumes em função do número de sementes por legumes de plantas de soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz, FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS. 2024.

Tempo de suplementação de luz (')	Número de sementes por legumes			
	3	2	1	0
0	144 c ¹	402 ^{NS2}	175 ^{NS}	31 b
15	196 b	477	159	102 a
30	207 ab	425	106	80 ab
60	231 a	453	139	68 ab
C.V. ³ (%)	12.71	11.06	28.77	35.32

¹ Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ² não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$); ³ Coeficiente de variação.

Para a produtividade não se observou significância estatística entre os tratamentos (Tabela 7). Como observado o alongamento do ciclo da cultura, fez com que as plantas ficasse mais tempo no campo até atingirem a maturação, dessa forma ficaram expostas às condições climáticas e suscetíveis a ataques de pragas, como percevejo.

Tabela 7 – Produtividade da soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz. FAEM/UFPeI, Capão do Leão-RS. 2024.

Tempo de suplementação de luz (')	Produtividade (kg ha ⁻¹)
0	3704 ^{NS1}
15	4075
30	3346
60	3423
C.V. ² (%)	18.08

¹ Não significativo, pelo teste de F ($p \leq 0,05$). ² Coeficiente de variação.

Os tratamentos 30 e 60 minutos sofreram com elevadas precipitações próximo à colheita, fazendo assim que as sementes iniciassem o processo de germinação pela elevada umidade, degradando os tecidos de reserva, assim afetando no peso de grãos e posteriormente na produtividade.

Ao elevar o fotoperíodo da cultura, foi observado o aumento dos componentes de rendimento e da produtividade para a cultura da soja (LEMES *et al.*, 2021; DOS SANTOS *et al.*, 2024). Como já comentado neste capítulo a luz é um meio importante para realização de fotossíntese, acúmulo de biomassa e posteriormente aumento da

produtividade da cultura de soja e várias outras culturas. Em condições contrárias, ou seja, ambiente com pouca presença de luz ou em sombreamento, a cultura da soja possui tendência de redução na produtividade. Em experimento realizado com telas de sombreamento, a redução de 35% de luminosidade sobre a cultura da soja, diminuiu a produtividade em cerca de 37%, podendo chegar até 76% de redução quando a cultura foi sombreada em 75% (JUMRANI; BHATIA, 2020).

Vale ressaltar que os tempos de luz aplicados neste experimento não são os mesmos quando instalada suplementação luminosa junto a um pivô de irrigação central, pois os parâmetros encontrados no campo são totalmente diferentes, possuindo variáveis como velocidade angular, comprimento do pivô central, altura da lâmpada e angulação da lâmpada.

Supondo que o pivô central de comprimento total de 140 metros com a primeira lâmpada instalada a 50 metros do centro e última lâmpada instalada a 140 metros do centro, e velocidade máxima de 240 m h^{-1} na última torre, o pivô levaria 3,66 horas para completar uma volta e, se a lâmpada de suplementação for instalada a altura de quatro metros e possuir angulação de 120° , esta irá cobrir cerca de 4,61 metros lineares, desta forma cada planta ficará exposta 1,15' de luz a cada volta do pivô central, medido na última torre, enquanto a lâmpada próximo à torre do pivô terá tempo de exposição de 3,22' de luz por planta (SILVA; AZEVEDO, 1998; PAZUCH, 2021).

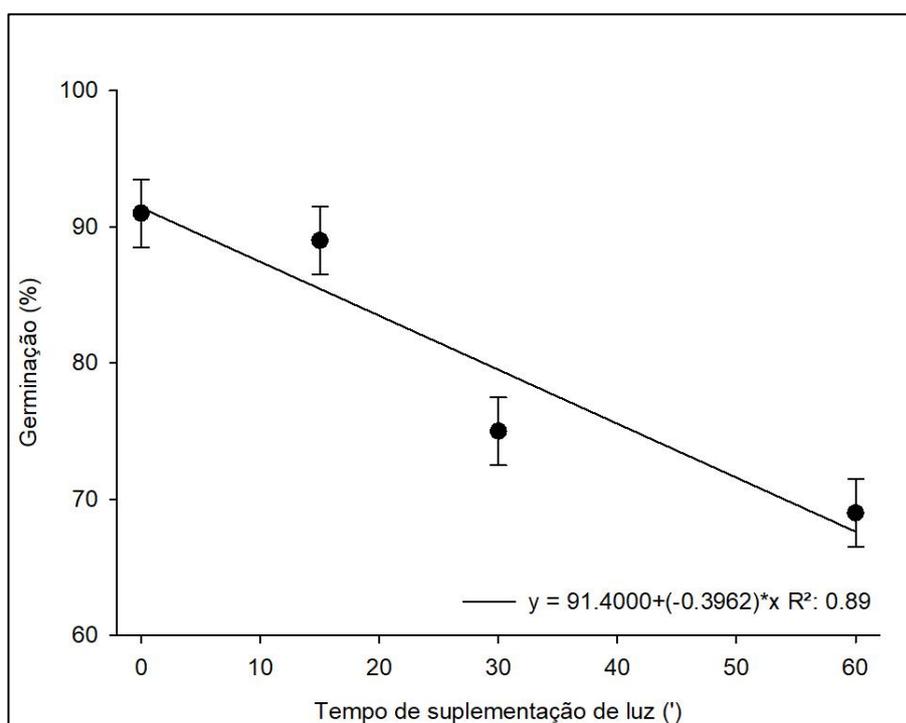
Para a instalação deste sistema de iluminação artificial em pivô-central deve ser realizado estudos destes parâmetros a fim de encontrar o mais adequado e que forneça os tempos de suplementação de luz mais apropriados para as culturas que irão ser trabalhadas. Para aumentarmos o tempo de exposição das plantas a luz, é possível diminuir a velocidade do pivô, posteriormente com menor velocidade o tempo que o mesmo irá levar para realizar a volta completa será maior. Outro ponto que pode ser alterado é a área de disposição das lâmpadas no pivô, utilizando o exemplo anterior uma lâmpada cobre 4,61 metros lineares, ao instalar dois conjuntos de lâmpadas esta área de cobertura será duplicada, aumentando assim o tempo de exposição de cada planta a luz.

Pensando no potencial de utilização da suplementação de luz na produção de sementes de soja, foi realizado avaliação de germinação e tetrazolio para analisar o comportamento da qualidade fisiológica das sementes colhidas.

Para a variável percentagem de germinação de sementes de soja, observou-se ajuste dos dados ao modelo de regressão linear (Figura 6). Deste modo, para cada incremento unitário no tempo de suplementação constatou-se redução 0,3962 por cento de germinação na semente de soja.

Referente aos tratamentos, 0 e 15 minutos não diferiram entre si, e foram superiores aos tratamentos 30 e 60 minutos

Figura 6 – Porcentagem de germinação de sementes de soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz. FAEM/UFPEL, Capão do Leão – RS, 2024.



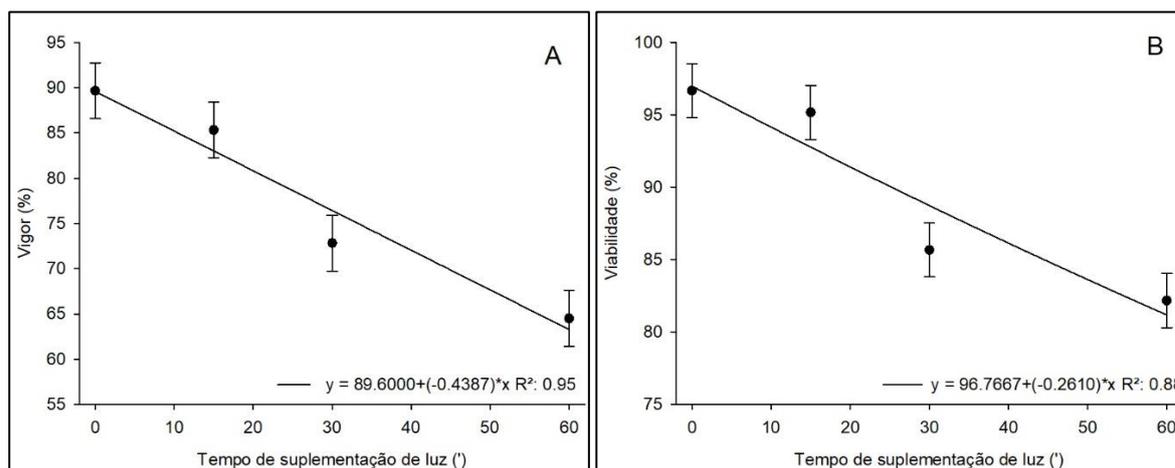
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os tratamentos 30 e 60 minutos apresentam baixa germinação, pois ficaram mais tempo armazenados no campo devido ao alongamento do ciclo. Próximo ao período de colheita destes dois tratamentos ocorreu maior acúmulo de precipitação (Anexo A; Anexo B), ocasionando nas sementes maior dano de deterioração por umidade consequentemente diminuindo a germinação. A mesma tendência é observada nos resultados de vigor e viabilidade no teste de tetrazolio (Figura 7).

Para a variável percentagem de vigor e viabilidade de sementes de soja, observou-se ajuste dos dados ao modelo de regressão linear (Figura 7). Deste modo,

para cada incremento unitário no tempo de suplementação constatou-se redução 0,4387 e 0.2610 por cento de vigor e viabilidade na semente de soja respectivamente.

Figura 7 – Porcentagem de vigor (A) e viabilidade (B) no teste de tetrazolio de sementes de soja obtidas em diferentes tempos de suplementação de luz. FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2024.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A qualidade fisiológica da semente de soja pode ser comprometida por diversos fatores de deterioração ocorridos no campo, incluindo danos causados por percevejos, umidade excessiva e danos mecânicos resultantes do uso de máquinas colhedoras. O dano causado por umidade nas sementes resulta das variações no nível de umidade causadas por chuvas, neblina e orvalho, especialmente quando combinadas com temperaturas elevadas, essas condições provocam rugas características na casca das sementes, especificamente na região oposta ao hilo (KRZYZANOWSK; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018). Além disso, as sementes com elevado teor de água pode iniciar as atividades respiratórias envolvidas na germinação, o que ocasiona o consumo antecipado dos tecidos de reservas provocando desgaste fisiológico, e por consequência baixos índices de germinação e vigor (ULLMANN *et al.*, 2015).

Através dos dados analisados pode ser observado que a utilização de suplementação de luz afetou somente a morfologia e o ciclo da cultura, deixando este mais tempo exposta na lavoura submetendo-a riscos bióticos e abióticos, o uso desta tecnologia no campo não influenciou na produtividade, não sendo viável para produção de soja em lavoura, além de reduziu os níveis de reduzir os níveis de

qualidade fisiológica das sementes produzidas, o que pode ser prejudicial para um produtor de semente.

3.4. Conclusão.

A suplementação diária de luz na cultura da soja prolonga o ciclo das plantas e influencia na morfologia, resultando em maiores médias de estatura, número de nós e espaçamento entre nós em comparação com as plantas sem suplementação de luz. Mas não influencia na produtividade e na produção e desenvolvimento dos componentes de rendimento da cultura da soja.

Sob a qualidade fisiológica das sementes de soja colhidas, a suplementação de luz influencia de maneira indireta, o decréscimo nos valores de qualidade ocorreu devidamente a degradação dos tecidos de reserva por permanecer mais tempo no campo devido ao alongamento do ciclo ocasionado pela suplementação de luz e excesso de chuva próximo à colheita.

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos confirmam parcialmente a hipótese. A suplementação de luz artificial tem impacto significativo sobre o fluxo de emergência das plantas daninhas, especialmente para espécies do gênero *Amaranthus*, que demonstra aumento no índice de velocidade de emergência (IVE) com 60 min de luz suplementar diária. Essa espécie destaca-se como a mais frequente e influente entre as plantas daninhas, com altos índices de densidade e importância relativa. A luz suplementar contribuiu para o aumento na massa seca e área foliar das plantas, indicando que o tratamento facilitou a emergência e o desenvolvimento das plantas daninhas.

No entanto, a influência da luz suplementar na soja apresenta um quadro diferente. A suplementação de luz artificial modifica algumas características morfológicas da cultura, como estatura da planta, número de nós e espaçamento entre nós. Apesar dessas modificações na morfologia, a produtividade da soja, não apresenta diferenças entre os tratamentos.

Além disso, a qualidade fisiológica das sementes de soja foi afetada pela luz suplementar de forma indireta. O decréscimo na qualidade das sementes foi atribuído ao prolongamento do ciclo das plantas e às condições climáticas adversas, como o excesso de chuva próximo à colheita, que impactaram negativamente os tecidos de reserva das sementes.

Em síntese, a suplementação de luz artificial revela-se eficaz para influenciar o fluxo de emergência das plantas daninhas, principalmente para o gênero *Amaranthus*, mas não é benéfico para a produtividade e qualidade das sementes de soja. Os resultados sugerem que, embora a luz suplementar possa desempenhar papel na gestão de manejo de plantas daninhas e em aspectos morfológicos da soja, sua aplicação deve ser cuidadosamente ajustada às condições específicas do ambiente e das culturas para maximizar seus benefícios.

5. Referências

ADEGAS, F.S.; OLIVEIRA, M.F.; VIEIRA, O.V.; PRETE, C.E.C.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta daninha**, Viçosa, v. 28, p. 705-716, dez. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000400002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/CSJVCKBRV9BKsSn3qjdmLzR/#>. Acesso em: 10 mai. 2024.

AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R.P.; SCHAEGLER, C.E.; TIRONI, S.P.; SANTOS, L.S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 271-278, jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000200003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/38w45d7PPbg7sJFKKJwCfQD/?lang=pt#>. Acesso em: 19 mai. 2024.

AZAD, M.O.K.; KIM, W.W.; PARK, C.H.; CHO, D.H. Effect of artificial LED light and far infrared irradiation on phenolic compound, isoflavones and antioxidant capacity in soybean (*Glycine max* L.). **Sprout. Foods**, [s. l.], v.7, n. 10, p. 174, out. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods7100174>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/7/10/174>. Acesso em: 10 mai. 2024.

AZEVEDO, G.C.V de. **Uso de diodos emissores de luz sobre as características morfoanatômicas em mudas de *corymbia citriodora***. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Wesphalen, 2022.

BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. 1. Ed. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. 547 p. ISBN 978-65-00-16757-3

BENOIT, D.L.; DARKSEN, D.A.; PANNETON, B. Innovative approaches to seedbank studies. **Weed Science**, [s. l.], v.40, n. 4, p.660-669, dec. 1992. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043174500058276>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/innovative-approaches-to-seedbank-studies/5FB7C11C7A6B5CE2341BEE3F9D9FCA5C>. Acesso em: 12 mai. 2024.

BIAN, Z.; JIANG, N.; GRUNDY, S.; LU, C. **Uncovering LED light effects on plant growth: New angles and perspectives-LED light for improving plant growth, nutrition and energy-use efficiency**. *In*: International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant. Acta Hortic. 2017, p. 491–498.

BLANCO, F.M.G. Classificação e mecanismos de sobrevivência das plantas daninhas. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos; Rima, 2024. 434 p. ISBN 978-85-7656-298-6.

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

BRAZ, G.B.P.; TAKANO, H.K. Chemical control of multiple herbicide-resistant *Amaranthus*: A review. **Advances in Weed Science**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. e0202200062, oct. 2022. DOI: <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2022;40:Amaranthus009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aws/a/dT4vcrDkbV9cB5GWFZw5FpK/?lang=en>. Acesso em: 10 mai. 2024.

BRAZ, G.B.P.; CRUVINEL, A.G.; CANEPPELE, A.B.; TAKANO, H.K.; SILVA, A.G.D.; OLIVEIRA, R.S.D. Sourgrass interference on soybean grown in Brazilian Cerrado. **Revista Caatinga**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 350-358, jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n211rc>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/WdRxwmW7HXF3wLWF6nyhNsB/?lang=en>. Acesso em: 19 mai. 2024.

BROWN, C.S.; SCHUERGER, A.C.; SAGER, J.C. Growth and Photomorphogenesis of Pepper Plants under Red Light-emitting Diodes with Supplemental Blue or Far-red Lighting. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, [s. l.], v.120, n.5, p. 808-813, 1995.

CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção II**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ/LPV 2000.

CANOSSA, R.S.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; BRACCINI, A.L.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; BLAINSKI, E. Temperatura e luz na germinação das sementes de apaga-fogo (*Alternanthera tenella*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.4, p.745-750, dez. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000400005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/kqxcL5mYmnkSS8RNjzQfkNF/?lang=pt#>. Acesso em: 10 mai. 2024.

CARMONA, R. Banco de sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agroecossistemas. **Planta Daninha**, [s. l.], v.13, p.3-9, mar. 1995. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83581995000100001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/LcQqVt8xnSvxKJ8kC76YsTh/?for#>. Acesso em: 15 mai. 2024.

CARMONA, R. Problemática e manejo de banco de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Brasília, v.10, n.1, p.5-16, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83581992000100007>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pd/a/3bWFcgWbGJhkLNDYVN87XsD/?lang=pt>. Acesso em: 12 mai. 2024.

CARON, B.O.; SOUZA, V.Q.D.; TREVISAN, R.; BEHLING, A.; SCHMIDT, D.; BAMBERG, R.; ELOY, E. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, p. 833-842, out. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000500005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/JkBYmHfGTNHbhsFQqKf76Ln/#>. Acesso em: 15 mai. 2024.

CARVALHO, N.M. de.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep. 2012.

CARVALHO, P.A. de. **Suplementação artificial de luz na cultura do milho**. 2023. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2023.

CARVALHO, S.J.P. de; CHRISTOFFOLETI, P.J. Influência da luz e da temperatura na germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. **Bragantia**, Campinas v.66, n.4, p.527-533, abr. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/SzLdWpwXzWSsdSJKLjWsfHN/#>. Acesso em: 19 mai. 2024.

CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Crescimento e desenvolvimento de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.317-326, jul. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000200007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/zGfy4DJ4wdg9MgdKDCqwqxy/>. Acesso em: 10 mai. 2024.

CASAL, J.J.; SÁNCHEZ, R.A. Phytochromes and seed germination. **Seed Science Research**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 317-329, set. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258500004256>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/phytochromes-and-seed-germination/6B67420C593166289ED159C36A571166>. Acesso em: 15 mai. 2024.

CHAUHAN, B.S.; GILL, G.; PRESTON, C. Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. **Weed Science**, [s. l.], v.54, n.5, p.854-860, out. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-06-047R.1>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/factors-affecting-seed-germination-of-annual-sowthistle-sonchus-oleraceus-in-southern-australia/0143406D4E554999721AD2242A97198C>. Acesso em: 15 mai. 2024.

CHORY, J.; CHATTERJEE, M.; COKK, R.K.; ELICH, T.; FANKHAUSER, C.; LI, J.; NAHPAL, P.; NEEF, M.; PEEPER, A.; POOLE, D.; REED, J.; VITART, V. From seed germination to flowering, light controls plant development via the pigment phytochrome. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 93, n. 22, p. 12066-12071, oct. 1996. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.93.22.12066>. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.93.22.12066>. Acesso em: 19 mai. 2024.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra brasileira de grãos**, v.11, n.7, safra 2023/24 – décimo levantamento. Brasília, p.1-120, jul. 2024.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; KLINK, U.P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 245-253, jun. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000200006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/HCbYnvJMqBKP85HHtpx5xty/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 12 mai. 2024.

COSTA, O.S.D. Importância do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em sistema de integração lavoura-pecuária. *In*: III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal. Universidade de São Paulo, **Anais [...]**. São Paulo, 2013.

COSTA, S.I.; FERREIRA, L.V.; BARRETO, C.F.; VIGNOLO, G.K.; REISSER JUNIOR, C.; ANTUNES, L.E.C. **Suplementação de Luz na Indução do Florescimento de Morangueiro Cultivado em Sistema Fora de Solo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2019, 17 p. ISSN 1678- 2518; 322.

CRAINE, J.M.; DYBZINSKI, R. Mechanisms of plant competition for nutrients, water and light. **Functional Ecology**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 833-840, mar. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12081>. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2435.12081>. Acesso em: 19 mai. 2024.

DE SANCTIS, J.H.S.; KNEZEVIC, S.Z.; KUMAR, V.; JHALA, A.J. Effect of single or sequential POST herbicide applications on seed production and viability of glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) in dicamba- and glyphosate-resistant soybean. **Weed Technology**. [s. l.], v. 35, n. 3, p. 449-456, jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1017/wet.2021.7>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/effect-of-single-or-sequential-post-herbicide-applications-on-seed-production-and-viability-of-glyphosateresistant-palmer-amaranth-amaranthus-palmeri-in-dicambaglyphosateresistant-soybean/22B4AE837170683A184363B39CD96C6E>. Acesso em: 10 mai. 2024.

DENARDIN, L.G.O. et al. In: CARMONA, F.C. et al. **Sistemas Integrados de Produção Agropecuária em Terras Baixas**. Porto Alegre: Gráfica e Editora RJR, 2018.

DONG, C.; FU, Y.; LIU, G.; LIU, H. Growth, photosynthetic characteristics, antioxidant capacity and biomass yield and quality of wheat (*Triticum aestivum* L.) exposed to LED light sources with different spectra combinations. **Journal of agronomy and crop science**, [s. l.], v. 200, n. 3, p. 219-230, mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12059>. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jac.12059?casa_token=7_SYLadSrPYAAAAA%3AHCsTQBFLeS-qCfXWFeUjVtGjhd339gdOhIT3jsK_UvWAvAHvvoqUb2S5ONSnOrHEXQjNVi088ISvog. Acesso em: 15 mai. 2024.

DOS SANTOS, E.A.; VACARI, A.A.; FERREIRA, D.P.; CARDOSO, F.A.S.; LEMES, E.M.; BARROSO, G.M.; COELHO, V.P.d.M.; SILVA, L.P.d.S.; MODESTO, P.d.S. Physiology and Development of Soybean under Light Supplementation Treated with Herbicides in the Field. **Agronomy**, [s. l.], v. 14, n. 4, p. 824, mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14040824>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/4/824>. Acesso em: 15 mai. 2024.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

EMBRAPA. Laboratório de Agrometeorologia. **Boletim Climatológico Mensal**. Disponível em: <https://agromet.cpact.embrapa.br/>. Acesso em: 15 mai. 2024.

FANG, L.; MA, Z.; WANG, Q.; NIAN, H.; QIBIN MA, Q.; HUANG, Q.; MU, Y. Plant growth and photosynthetic characteristics of soybean seedlings under different led lighting quality conditions. **Journal of Plant Growth Regulation**, [s. l.], v.40. p. 668-678, abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10131-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-020-10131-2>. Acesso em: 12 mai. 2024.

FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman and Hall, 1985.

FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D.; VIDAL, R.B.; MEROTTO Jr. A. Efeitos de fontes nitrogenadas e de luz na germinação de sementes de *Bidens pilosa* e *Sida rhombifolia*. **Ciência agrotecnica**, [s. l.], v. 25, n.3, p. 595-600, jun. 2001.

FLECK, N.G.; CANDEMIL, C.R.G. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n.1, p. 27-32, 1995.

FLOSS, E.L. **Maximizando o rendimento da soja; ecofisiologia, nutrição e manejo**. 2.ed. Passo Fundo: Aldeia Sul, 2022

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; DA COSTA, N.P. **O teste de tetrazolio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1998.

GALLAGHER, R.S.; CARDINA, J. Phytochrome-mediated *Amaranthus* germination I: effect of seed burial and germination temperature. *Weed Science*, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 48-52, feb.1998. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043174500090159>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/phytochromemediated-amaranthus-germination-i-effect-of-seed-burial-and-germination-temperature/E8CEECD52A7682CB56B231336D48090E>. Acesso em: 10 mai. 2024.

GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S.; SILVA, A.F.; CONCENÇO, G. Estimating yield losses in soybean due to sourgrass interference. **Planta Daninha**, [s. l.], v. 37, p. e019190835, jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100047>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/6fRC4DS4qgBDpZsbxDZcVsc/?lang=en#>. Acesso em: 22 mai. 2024.

GOULART, F.A.P.; MARTINS, M.B.; SCHMITZ, M.F.; AGOSTINETTO, D.; ANDRES, A. Rotação de culturas e preparo do solo sobre o banco de sementes de plantas daninhas em terras baixas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s. l.], v. 18, n. 4. P. 1-7, out. 2019. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v18i4.680>. Disponível em: <https://ipv6.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/680>. Acesso em: 22 mai. 2024.

GUO, P.; AL-KHATIB, K. Temperature effects on germination and growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmerii*) and common waterhemp (*A. rudis*). **Weed Science**, [s. l.], v. 51, n. 6, p. 869-875, dez. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1614/P2002-127>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/temperature-effects-on-germination-and-growth-of-redroot-pigweed-amaranthus-retroflexus-palmer-amaranth-a-palmeri-and-common-waterhemp-a-rudis/690000E46A6821B5729DD8E4B889A22F>. Acesso em: 12 mai. 2024.

HAN, T.; WU, C.; TONG, Z.; MENTREDDY, R.S.; TAN, K.; GAI, J. Postflowering photoperiod regulates vegetative growth and reproductive development of soybean. **Environmental and Experimental Botany**, [s. l.], v. 55, n. 1-2, p. 120-129, jan. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.10.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847204001340>. Acesso em: 15 mai. 2024.

HAO, J. H., LV, S. S., BHATTACHARYA, S., & FU, J. G. Germination response of four alien congeneric *Amaranthus* species to environmental factors. **PLoS One**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. e0170297, jan. 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170297>. Disponível em:
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0170297>.
Acesso em: 15 mai. 2024.

HEAP I. **International survey of herbicide-resistant weeds**. *Weed science*. 2024. Disponível em: [https://www. weedscience.org](https://www.weedscience.org). Acesso em: 15 mai. 2024.

HILHORST, H.W.M.; KARSSSEN, C.M. Dual effects of light on the gibberelin and nitrate-stimulated seed germination of *Sisymbrium officinale* and *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**. [s. l.], v. 86, n. 3, p. 591-597, fev. 1988. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.86.2.591>. Disponível em: <https://academic.oup.com/plphys/article/86/2/591/6083075?login=false>. Acesso em: 10 mai. 2024.

HOLT, J.S. Plant responses to light: a potential tool for weed management. **Weed Science**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 474-482, jun. 1995. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043174500081509>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/plant-responses-to-light-a-potential-tool-for-weed-management/3458AA410E7FF1387D66E2275348B827>. Acesso em: 15 mai. 2024.

HOVI T.; NAKKILA J.; TAHVONEN R. Intra-canopy lighting improves production of year-round cucumber. **Scientia Horticulturae**. [s. l.], v. 102, n. 3, p. 283-294, nov. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.04.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423804000755>. Acesso em: 22 mai. 2024.

IZZO, L.G.; MELE, B.H.; VITALE, L.; VITALE, E.; ARENA, C. The role of monochromatic red and blue light in tomato early photomorphogenesis and photosynthetic traits. **Environmental and Experimental Botany**, [s. l.], v. 179, p. 104195, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104195>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847220302215>. Acesso em: 12 mai. 2024.

JUMRANI, K; BHATIA, V.S. Influence of different light intensities on specific leaf weight, stomatal density photosynthesis and seed yield in soybean. **Plant Physiology Reports**, [s. l.], v. 25, p. 277-283, mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40502-020-00508-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40502-020-00508-6#citeas>. Acesso em: 15 mai. 2024.

JUNIOR, A.A.B.; VOGT, G.A.; TREZZI, M.M.; DA VEIGA, M. Intervalos de tempo entre a dessecação de pastagem de azevém e a semeadura de feijão, soja e milho. **Scientia agraria**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 89-96, mar. 2011.

KELLY, S.J.; CANO, M.G.; FANELLO, D.D.; TAMBUSI, E.A.; GUIAMET, J.J. Extended photoperiods after flowering increase the rate of dry matter production and nitrogen assimilation in mid maturing soybean cultivars. **Field Crops Research**, [s. l.], v. 265, p. 108104, may. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108104>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429021000502>. Acesso em: 25 mai. 2024.

KHAN, A.M.; MOBLI, A.; WERTH, J.A.; CHAUHAN, B.S. Effect of emergence time on growth and fecundity of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and slender amaranth (*Amaranthus viridis*): emerging problem weeds in Australian summer crops. **Weed Science**, [s. l.], v. 69, n. 3, p. 333-340, feb. 2021a. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.9>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/effect-of-emergence-time-on-growth-and-fecundity-of-redroot-pigweed-amaranthus-retroflexus-and-slender-amaranth-amaranthus-viridis-emerging-problem-weeds-in-australian-summer-crops/058F28F6C1A9624B53CD7C342CF8353C>. Acesso em: 10 mai. 2024.

KHAN, A.M.; MOBLI, A.; WERTH, J.A.; CHAUHAN, B.S. Effect of soil moisture regimes on the growth and fecundity of slender amaranth (*Amaranthus viridis*) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). **Weed science**, [s. l.], v. 69, n. 1, p. 82-87, jan. 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2020.89>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/effect-of-soil-moisture-regimes-on-the-growth-and-fecundity-of-slender-amaranth-amaranthus-viridis-and-redroot-pigweed-amaranthus-retroflexus/9A94CDA715DA0E8D64CB242D15438876>. Acesso em: 15 mai. 2024.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1999. v.2.

KORRES, N.E.; NORSWORTHY, J.K.; YOUNG, B.G.; REYNOLDS, D.B.; JOHNSON, W.G.; CONLEY, S.P.; et al. Seedbank persistence of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) across diverse geographical regions in the United States. **Weed Science**, [s. l.], v. 66, n. 4, p. 446-456, jul. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2018.27>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/seedbank-persistence-of-palmer-amaranth-amaranthus-palmeri-and-waterhemp-amaranthus-tuberculatus-across-diverse-geographical-regions-in-the-united-states/FC86032EBC72A54F01ECE192DCB73C77>. Acesso em: 12 mai. 2024.

KOWALCZYK, K.; SIECZKO, L.; BORUCKI, W.; SUJKOWSKA-RYBKOWSKA, M.; MIRGOS, M.; NIEDZIŃSKA, M.; BEDERSKA-BŁASZCZYK, M.; KOWALCZYK, W.; GESZPRYCH, A.; GAJC-WOLSKA, J. The Effect of LED and HPS Assimilation Lighting on Leaf Anatomy, Chlorophyll and Carotenoid

Autofluorescence Signals, and Some Physiological and Chemical Leaf Traits Related to the Productivity of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) in High-Wire Cultivation. **Agronomy**, [s. l.], v. 12, n. 9, p. 2004, aug. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12092004>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/9/2004>. Acesso em: 15 mai. 2024.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2018.

KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A.; SALGADO, T.P.; PAVANI, M.C.D.M. Banco de sementes de plantas daninhas e sua correlação com a flora estabelecida no agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, p.735-744, dez. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000400004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/jrd7SsFh9349CHtKDZn33pn/?lang=pt#>. Acesso em: 25 mai. 2024.

LACERDA, A.L.S. **Fluxos de emergência e banco de sementes de plantas daninhas em sistemas de semeadura direta e convencional e curvas dose-resposta ao glyphosate**. 2003. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LACERDA, A.L.S.; VICTORIA FILHO, R; MENDONÇA, C.G. levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigados por pivô central. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 1-7, mar. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582005000100001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/qdw8rK5Vs7FgsSY4bkJvLzs/?lang=pt>. Acesso em: 10 mai. 2024.

LEMES, E.; AZEVEDO, B.; DOMICIANO, M.; ANDRADE, S. Improving Soybean Production Under Light Supplementation at Field - A Case Study. **Journal of Agricultural Studies**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 259-259, ago. 2021. DOI: <https://doi.org/10.5296/jas.v9i3.18889>. Disponível em: <https://macrojournal.org/index.php/jas/article/view/842>. Acesso em: 15 mai. 2024.

LIN, K.H.; HUANG, M.Y.; HSU, M.H. Morphological and physiological response in green and purple basil plants (*Ocimum basilicum*) under different proportions of red, green, and blue LED lightings. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 275, p. 109677, jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109677>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423820305057>. Acesso em: 12 mai. 2024.

LOPES, C.C.; FONTES, L. de O.; LAZZARINI, L.E.S.; FREITAS, F.C.L. de; COSTA FILHO, J.H. da; SOUSA, E.R. de. Phytosociological survey of weed plants in soybean culture in the Gurguéia Valley. **Scientia Agraria Paranaensis**,

[s. l.], v. 20, n. 1, p. 75–80, jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.18188/sap.v20i1.25964>. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/25964>. Acesso em: 10 mai. 2024.

LORENZI, H. **Manual de identificação de plantas daninhas**. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2024.

MA, Z.; NIAN, H.; LUO, S.; MA, Q.; CHENG, Y.; UM, Y. Growth responses of soybean (*Glycine max* L.) seedlings as affected by monochromic or mixture radiation provided by light-emitting diode. **International Federation of Automatic Control**, [s. l.], v.51, n.17, p.770–777, set. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.102>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896318312199>. Acesso em: 15 mai. 2024.

MARTINS, C.C.; MARTINS, D.; NEGRISOLI, E.; STANGUERLIM, H. Comportamento germinativo de sementes de leiteiro (*Peschiera fuchsiaefolia*): efeito da temperatura e luz. **Planta Daninha**, [s. l.], v.18, n.1, p.85-91, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582000000100009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/rzMr43KKDgLVQ9DWRThtKCq/?lang=pt#>. Acesso em: 15 mai. 2024.

MATSUDA, R.; OHASHI-KANEKO, K.; FUJIWARA, K.; GOTO, E.; KURATA, K. Photosynthetic characteristics of rice leaves grown under red light with or without supplemental blue light. **Plant and Cell Physiology**, Oxford, v.45, n.12, p.1870-1874, dec. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1093/pcp/pch203>. Disponível em: <https://academic.oup.com/pcp/article/45/12/1870/1827071?login=false>. Acesso em: 18 mai. 2024.

MEDELO, M.J.Y. **Luz vermelha noturna e mulching no crescimento da alface**. 2021. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal, 2021.

MELO, F.P.L.; NETO, A.V.A.; SIMABURKURO, E.A.; TABARELLI, M. **Recrutamento e estabelecimento de plântulas**. In: A.G. FERREIRA; F. BORGHETTI (eds.) *Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed. 2004. p. 149-162.

MEROTTO Jr. A.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G.; ALMEIDA, M.L. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p.9-16, abr. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582002000100002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/XVJ7GG7CSvzbqTGRkXVksM/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 12 mai. 2024.

MEROTTO Jr., A.; FISCHER, A.J.; VIDAL, R.A. Perspectives for using light quality knowledge as an advanced ecophysiological weed management tool. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 407-419, jun. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000200025>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/Cv8hW7ND5QdRBHbsW3kdzJn/?lang=en>. Acesso em: 10 mai. 2024.

MONDO, V.H.V.; CARVALHO, S.J.P.; DIAS, A.C.R.; FILHO, J.M. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, [s. l.], v. 32, n. 1, p.131-137, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000100015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/FCXbkqsnxf3sTrNmH6LP6vv/#>. Acesso em: 11 mai. 2024.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, Campinas, v.64, p.203-209, jan. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000200006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/5N6HThrm4GgVMLkS8DVQ9Ry/#>. Acesso em: 15 mai. 2024.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H.A. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974.

NAGY, F.; KIRCHER, S.; SCHÄFER, E. Intracellular trafficking of photoreceptors during light-induced signal transduction in plants. **Journal of Cell Science**, [s. l.], v. 114, n. 3, p. 475-480, fev. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1242/jcs.114.3.475>. Disponível em: <https://journals.biologists.com/jcs/article/114/3/475/26575/Intracellular-trafficcking-of-photoreceptors-during>. Acesso em: 15 mai. 2024.

NICO, M.; MIRALLES, D.J.; KANTOLIC, A.G. Post-flowering photoperiod and radiation interaction in soybean yield determination: Direct and indirect photoperiodic effects. **Field Crops Research**, [s. l.], v. 176, p. 45-55, may. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.02.018>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037842901500060X>. Acesso em: 10 mai. 2024.

NICHOLS, V.; VERHULST, N.; COX, R.; GOVAERTS, B. Weed dynamics and conservation agriculture principles: a review. **Field Crops Research**, [s. l.], v.183, p. 56-68, nov. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429015300150>. Acesso em: 21 mai. 2024.

OLADIRAN, J.A.; MUMFORD, P.M. The stimulation of seed germination by temperature and light in agronomic *Amaranthus* species. **Biochemie und Physiologie der Pflanzen**, [s. l.], v. 180, n. 1, p. 45-54, 1985. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0015-3796\(85\)80078-0](https://doi.org/10.1016/S0015-3796(85)80078-0). Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0015379685800780>.
Acesso em: 15 mai. 2024.

PALMITESSA, O.D.; PACIELLO, P.; SANTAMARIA, P. Supplemental LED Increases Tomato Yield in Mediterranean Semi-Closed Greenhouse. **Agronomy**, [s. l.], v. 10, n. 9, p. 1353, sep. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091353>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/9/1353>. Acesso em: 12 mai. 2024.

PAN, J., ZHANG, L., WANG, L., & FU, S. Effects of long-term fertilization treatments on the weed seed bank in a wheat-soybean rotation system. **Global Ecology and Conservation**, [s. l.], v. 21, p. e00870, mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00870>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989419305372>. Acesso em: 15 mai. 2024.

PARADISO, R.; PROIETTI, S. Light-Quality Manipulation to Control Plant Growth and Photomorphogenesis in Greenhouse Horticulture: The State of the Art and the Opportunities of Modern LED Systems. **Journal of Plant Growth Regulation**, [s. l.], v. 41, n. 2, p. 742-780, mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10337-y>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-021-10337-y#citeas>. Acesso em: 10 mai. 2024.

PAZUCH, F. **Desenvolvimento, construção e validação de um pivô central experimental**. 2021. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2021.

PEDROSO, C.E.S.; MEDEIROS, R.B.; da SILVA, M.A.; da JORNADA, J.B.J.; SAIBRO, J.C.; TEIXEIRA, J.R.F. Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estágios fenológicos de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 33, n. 5, p. 1340-1344, out. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000500028>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/xkwswmH78dZNFpXZm9RFZrN/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 25 mai. 2024.

PEREIRA DE MOURA, V.G.; SALVIATO VIEIRA, J.P.U.; SCHEDENFFELDT, B.F.; SILVA HIRATA, A.C.; MONQUERO, P.A. Effect of temperature, light, seeding depth and mulch on germination of *Commelina benghalensis* and *Richardia brasiliensis*. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 84, p. e281402. Apr. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.281402>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/NkVVWFTRYcDWTsgdxpmmJNm/?lang=en#>. Acesso em: 12 mai. 2024.

PETRIKOVSKI, R.; ZALAI, M.; TÓTHNÉ BOGDÁNYI, F.; TÓTH, F. The Effect of Organic Mulching and Irrigation on the Weed Species Composition and the Soil

Weed Seed Bank of Tomato. **Plants** [s. l.], v. 9, n. 1, p. 66, jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9010066>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/1/66>. Acesso em: 10 mai. 2024.

RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S.; GHERSA, C.M. **Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.

REDIN, M.; WEBERS, E. R.; FINKEN, E. S.; BONES, S. A. S.; BACK, P. I. K.; GRELLMAN, D. K.; STEINHAUS, J. C. Viabilidade de sementes de plantas daninhas em solo de várzea com arroz irrigado. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s. l.], v. 19, n. 3. P. 1-6, set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v19i3.706>. Disponível em: <https://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/706>. Acesso em: 11 mai. 2024.

ROBERTS, H.A.; NIELSON, J.E. Changes in the soil seed bank of four long term crop herbicide experiments. **Journal of Applied Ecology**, [s. l.], v.18, p.661-668, aug. 1981. DOI: <https://doi.org/10.2307/2402425>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2402425>. Acesso em: 15 mai. 2024.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; BERTAGNOLLI, P.F.; LUZ, J.S.D. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 431-437, mar. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000300006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/jfDtZBDKPDZShNzMNrLPPRx/?lang=pt#>. Acesso em: 15 mai. 2024.

RODRIGUES, R.J.; CARVALHO, G.R.; GONÇALVES, A.H.; CARVALHO, J.P.F.; ALCÂNTARA, E.N.D.; RESENDE, L.S. Phytosociology of weeds on Cerrado Mineiro coffee growing farms. **Advances in Weed Science**, [s. l.], v. 40, p. e020220029, jul. 2022. DOI: <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2022;40:00013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aws/a/H4qd6Q57FtHSycNhZzHxpLP/?format=html&lang=en#>. Acesso em: 24 mai. 2024.

SALGADO, T.P.; ALVES, P.L.C.A.; MATTOS, E.D.; MARTINS, J.F.; HERNANDEZ, D.D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Planta Daninha**, Viçosa v.20, n.3, p.373-379, dez. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582002000300007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/VMq4YdG6Nd46qsQ8sQKWMmd/#>. Acesso em: 15 mai. 2024.

SCHWEIZER, E.E.; ZIMDAHL, R.L. Weed seed decline in irrigated soil after six years of continuous corn (*Zea mays*) and herbicides. **Weed Science**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 76-83, jan. 1984. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043174500058549>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed->

science/article/abs/weed-seed-decline-in-irrigated-soil-after-six-years-of-continuous-corn-zea-mays-and-herbicides/224A7B008B3E8EB039FCED9E8CE665F4. Acesso em: 10 mai. 2024.

SILVA, E.M. da; AZEVEDO, J.A. de. **Dimencionamento da lateral de irrigação do pivo central**. PLANALTINA: EMBRAPA-CPAC, 1998.

SIMPSON, R.L.; LECK, M.A.; PARKER, V.T. **Seed banks: General concepts and methodological issues**. Ecology of soil seed banks. New York: Academic Press, 1989.

SORENSEN, T. A. **Method of stablishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content**. Ecologia 3.ed. México: Interamericana, 1972.

STEFANIC, E.; RASIC, S.; LUCIC, P.; TOLIC, S.; ZIMA, D.; ANTUNOVIC, S.; JAPUNDŽIĆ-PALENKIĆ, B.; STEFANIC, I. Weed Community in Soybean Responses to Agricultural Management Systems. **Agronomy**, [s. l.], v. 12, n. 11, p. 2846, nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12112846>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/11/2846>. Acesso em: 15 mai. 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seed based on forms of phytochrome insted of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 103-107, mar. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-31312001000100011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfv/a/L7JDRBBGDqvqdFb4hHDMttF/?lang=en#>. Acesso em: 22 mai. 2024.

TEJO, D.P.; FERNANDES, C.D.S.; BURATTO, J.S. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista científica eletrônica de Agronomia da FAEF**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 1-9, 2019.

TEWOLDE, F.T.; LU, N.; SHIINA, K.; MARUO, T.; TAKAGAKI, M.; KOZAI, T.; YAMORI, W. Nighttime supplemental LED inter-lighting improves growth and yield of single-truss tomatoes by enhancing photosynthesis in both winter and summer. **Frontiers in Plant Science**, [s. l.], v. 7, p. 448, apr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00448>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2016.00448/full>. Acesso em: 12 mai. 2024.

UDDIN, A. F. M. J.; HOQ, M. Y.; RINI, S. N.; URME, F. B. R.; AHMAD, H. Influence of supplement LED spectrum on growth and yield of Strawberry. **Journal of Bioscience and Agriculture Research**. v. 16, n. 02, p. 1348-1355, 2018.

USDA, United States Department of Agriculture – **International, Production, Assessment, Division - World Production Soybean 2024**. Disponível em: <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2222000#>. Acesso em: 27 mai. 2024.

USDA, United States Department of Agriculture – **Production, Supply and Distribution**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/topCountriesByCommodity#chart28>. Acesso em: 26 mai. 2024.

VIDAL, R.A.; KALSING, A.; GOULART, I.C.G.R.; LAMEGO, F.P.; CHRISTOFFOLETI, 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**, Viçosa, v.25, n.2, p.309-315, jul. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000200010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/QTpN8QrLPdPkGg3WHMPsdXF/?lang=pt#>. Acesso em: 15 mai. 2024.

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**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 695-706, set. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000300026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/8PjyFPGMR7SWnCVjyFDfWDM/>. Acesso em: 12 mai. 2024.

WANG, J.; LU, W.; TONG, Y.X.; YANG, Q.C. Leaf morphology, photosynthetic performance, chlorophyll fluorescence, stomatal development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) exposed to different ratios of red light to blue light. **Frontiers in plant science**, [s. l.], v. 7, p. 250, mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00250>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2016.00250/full>. Acesso em: 12 mai. 2024.

WANG, S.; MENG, X.; TANG, Z.; WU, Y.; XIAO, X.; ZHANG, G.; HU, L.; LIU, Z.; LYU, J.; YU, J. Red and Blue LED Light Supplementation in the Morning Pre-activates the Photosynthetic System of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Leaves and Promotes Plant Growth. **Agronomy**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 897, apr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12040897>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/4/897>. Acesso em: 11 mai. 2024.

WEAVER, S. E. 1984. Differential growth and competitive ability of *Amaranthus retroflexus*, *A. powellii* and *A. hybridus*. **Canadian journal of plant science**, [s. l.], v. 64, n. 3, p. 715-724, jul. 1984. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps84-098>. Disponível em: <https://cdnscepub.com/doi/abs/10.4141/cjps84-098>. Acesso em: 15 mai. 2024.

WEINIG, C.; DELPH, L. F. Phenotypic plasticity early in life constrains developmental response later. **Evolution**, [s. l.], v. 55, n. 5, p. 930-936, may. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2001.tb00610.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.0014-3820.2001.tb00610.x>. Acesso em: 10 mai. 2024.

ZAMLJEN, S. A.; ROVANŠEK, A.; LESKOVŠEK, R. Weed seed bank response during the early conversion period to less intensive tillage systems. **Soil and Tillage Research**, [s. l.], v. 242, p. 106164, oct. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2024.106164>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016719872400165X>. Acesso em: 14 mai. 2024

ZANDONÁ, R.R. **Influência da temperatura no fluxo de emergência de plantas daninhas e no período de interferência, em diferentes épocas de semeadura da soja**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

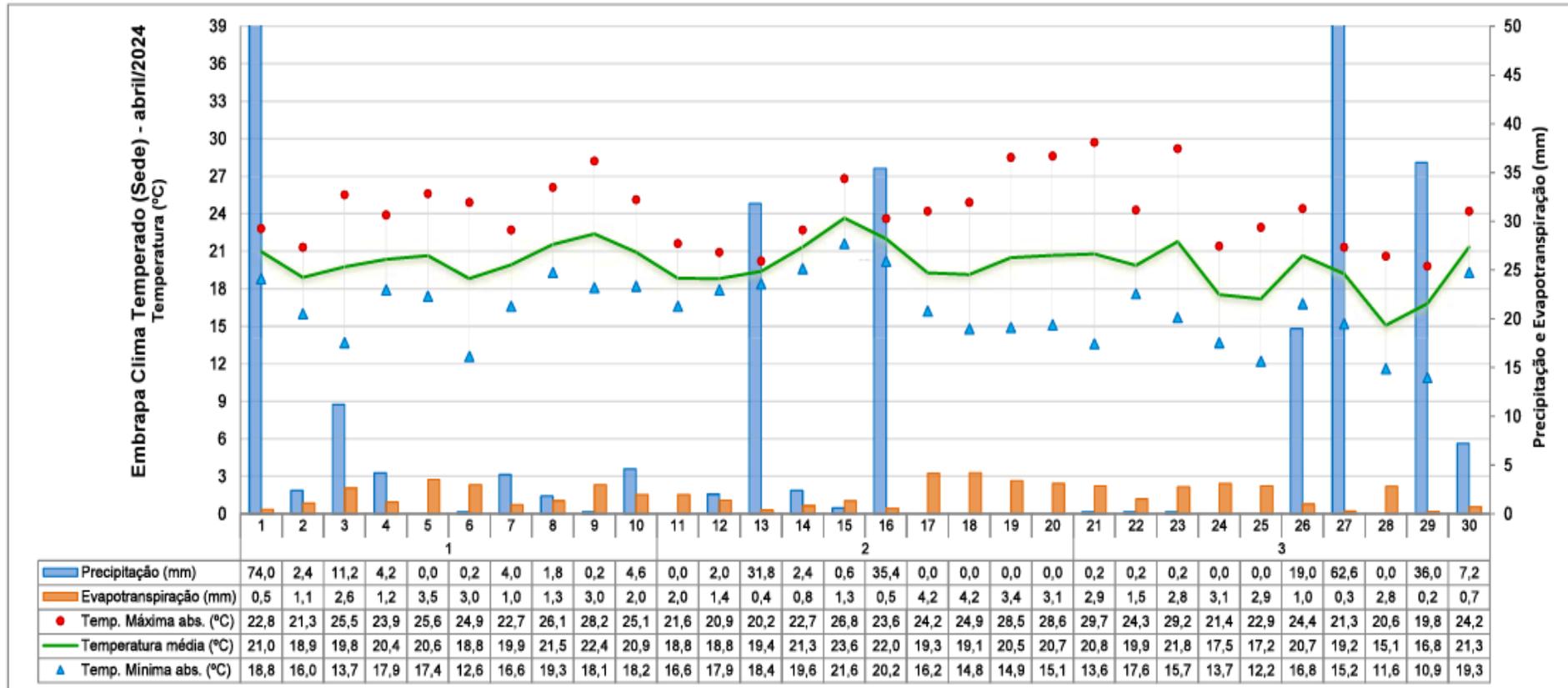
ZANDONÁ, R.R. **Modelagem do fluxo de emergência e caracterização da longevidade do banco de sementes de espécies de plantas daninhas na cultura da soja e manejo com herbicidas pré-emergentes**. 2019. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

ZANDONÁ, R.R.; AGOSTINETTO, D.; RUCHEL, Q. Modelagem matemática do fluxo de emergência de plantas daninhas: ferramenta para decisão no manejo de cultivos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s. l.], v.17, n. 1, p.3-11, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v17i1.538>. Disponível em: <https://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/538>. Acesso em: 12 mai. 2024.

ZIMDAHL, R.L. **Fundamentals of Weed Science**. 3. ed. Fort Collins: Academic Press, 2007.

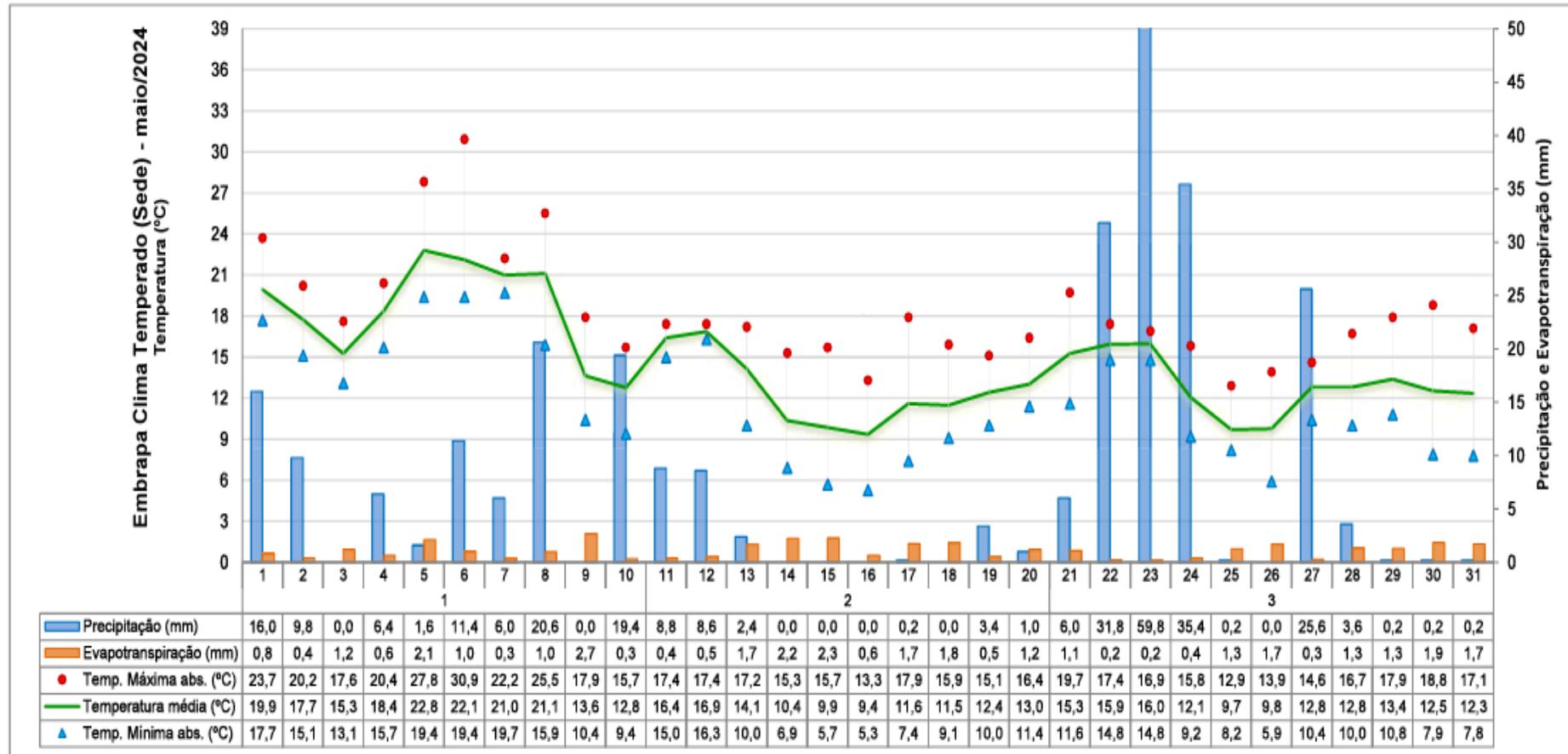
Anexo

Anexo A – Condições climáticas dos meses de colheita Abril de 2024.



Fonte: Embrapa/Laboratório de Agrometeorologia

Anexo B – Condições climáticas dos meses de colheita Maio de 2024.



Fonte: Embrapa/Laboratório de Agrometeorologia

Vita

João Guilherme Müller é filho de João Miguel Müller e Vânia Maria Muller. Nasceu em 16 de agosto de 1996, no município de Tapera, Rio Grande do Sul. Filho de produtores rurais do interior do estado do Rio Grande do Sul, sua infância foi marcada pelo ambiente rural, onde aprendeu desde cedo a importância do trabalho, da dedicação e da educação. Desde jovem, esteve imerso nas atividades agrícolas, o que moldou sua visão de mundo e influenciou diretamente suas escolhas educacionais e profissionais. cursou ensino fundamental na Escola Estadual de Ensino Médio Dionísio Lothaio Chassot. cursou Técnico em Agropecuária no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Sertão. No ano de 2017 ingressou no curso de Agronomia pelo Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai (IDEAU) em Passo Fundo, encerrando as atividades em 2022. Ingressando no mesmo ano no curso de Mestrado pelo programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de sementes da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), sob orientação do Professor Dr. Dirceu Agostinetto junto ao laboratório de Herbologia CEHERB.