



## Qualidade de luz na germinação de sementes de *Fagopyrum esculentum* Moench. e *Zea mays* L.

Raquel Stefanello<sup>1</sup>, Rafaelle Almeida Menna Barreto<sup>2</sup>, Fabieli Weber Cervo<sup>3</sup>

1. Universidade Federal de Santa Maria, E-mail: raquelstefanello@yahoo.com.br; 2. Universidade Federal de Santa Maria, E-mail: rafaelle.barreto@acad.ufsm.br, 3. Universidade Federal de Santa Maria; E-mail: fabiwebercervo@gmail.com

**RESUMO** - A luz é um dos fatores ambientais mais importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de diferentes qualidades espectrais de luz na germinação de sementes de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) e milho (*Zea mays*). Foram utilizados seis filtros de luz: branca, azul, verde, vermelha, vermelha distante e ausência de luz. Para tal, quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas em rolos de papel *germitest* e envoltas em duas folhas de papel-celofane nas respectivas cores dos tratamentos. Em seguida, foram levadas à câmara de germinação à temperatura de 20 °C (trigo mourisco) e 25 °C (milho), com fotoperíodo de 12 horas, sendo as contagens das plântulas normais realizadas no quarto e sétimo dia. Realizaram-se análises de germinação, comprimento e massa seca de plântulas. Quando submetidas a diferentes qualidades de luz, não foi observada diferença significativa na germinação de sementes de trigo mourisco e milho. Para ambas as espécies, os maiores comprimentos e massa seca de plântulas foram observados na ausência de luz e quando expostas à luz vermelha (trigo mourisco). Conclui-se que, de maneira geral, as qualidades espectrais luminosas favoreceram a germinação das sementes de trigo mourisco e milho.

**Palavras-chave:** Luminosidade. Milho. Trigo mourisco.

**ABSTRACT** - Light is one of the most important environmental factors for plant growth and development. Thus, the goal of this research was to evaluate the effect of different spectral qualities of light on the germination of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) and corn (*Zea mays*) seeds. Six light filters were used: white, blue, green, red, far red, and no light. Four groups containing 50 seeds each were distributed in rolls of germitest paper and wrapped in two sheets of cellophane paper in the treatment colors. Then, they were taken to the germination chamber at 20 °C (buckwheat) and 25 °C (corn), with a photoperiod of 12 hours, with normal seedlings counted on the fourth and seventh days. Germination, seedling length, and seedling dry mass were analyzed. When submitted to different light qualities, no significant difference was observed in buckwheat and corn seed germination. For both species, the larger lengths and greater dry masses of seedlings were observed in the absence of light and when exposed to red light (buckwheat). It was concluded that, in general, the light spectral qualities improved the germination of buckwheat and corn seeds.

**Keywords:** Luminosity. Corn. Buckwheat.



## INTRODUÇÃO

A agricultura moderna evoluiu para a aplicação de tecnologias avançadas de cultivo de plantas em ambiente controlado, de forma a garantir uma elevada produção agrícola mesmo em condições desfavoráveis. No cultivo em estufas e em câmaras de crescimento, a luz é um parâmetro chave, e um controle preciso da sua qualidade e quantidade é um desafio para aumentar o rendimento e valor dos produtos (PARADISO; PROIETTI, 2021).

A germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas são etapas críticas no desenvolvimento das plantas, que afetam diretamente a sua reprodução e distribuição (VIJAI ANAND et al., 2020). Estas etapas geralmente são dependentes da luz que é um fator primordial para algumas espécies, as quais são, em grande parte, indiferentes à luz ou fotoblásticas positivas (MEIADO et al., 2017). A qualidade, intensidade e quantidade de luz podem ser detectadas por receptores denominados fitocromos que estão diretamente envolvidos no processo de indução da germinação de sementes (LIU et al., 2019). Assim, diferentes classes de fotorreceptores percebem os comprimentos de onda correspondentes ao azul (445-500 nm), verde (500-580 nm), vermelho (620-700 nm) e vermelho distante (700-775 nm), enquanto fotorreceptores específicos captam a radiação ultravioleta (ZHENG; HE; SONG, 2019). Sendo assim, as luzes com diferentes comprimentos de onda são eficazes para o cultivo agrícola e podem ser utilizadas para otimizar as condições de cultivo e manipular o metabolismo, a qualidade e a produtividade (MONOSTORI et al., 2018).

O estímulo luminoso atua como fonte de energia para a fotossíntese, regula a germinação das sementes, o alongamento do caule, a estruturação das raízes, o estiolamento das plântulas, a expansão das folhas, o fototropismo, o tempo de floração, o movimento dos estômatos e a síntese de metabólitos (LIU; DENG, 2020; YADAY et al., 2020). Consequentemente, as plantas usam informações da luz para ajustar suas características morfo anatômicas e fisiológicas e regular a expressão gênica para melhor corresponder às condições da luz ambiente (LANDI et al., 2020), sendo seu crescimento e desenvolvimento relacionados com sua eficiência em se adaptar às condições de luminosidade a qual estão submetidas.

As mudanças nas variáveis climáticas, como temperatura e luz, podem influenciar o processo germinativo das sementes e o estabelecimento das plantas, principalmente devido às variações na qualidade da luz e sua relação com os fotorreceptores das plantas (WEBER et al., 2019). Assim, uma das formas práticas de analisar a influência da qualidade de luz na germinação das sementes em laboratório é através do uso de papel-celofane de cores variadas. O seu aspecto de uma película transparente permite absorver todas as frequências de luz e refletir somente a cor desejada, sendo possível alterar o comprimento de onda da luz que a semente receberá (AGUIAR SILVA et al., 2021).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes qualidades espectrais de luz na germinação de sementes de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) e milho (*Zea mays*) que são espécies de relevante importância econômica e nutricional.



## MATERIAL E MÉTODOS

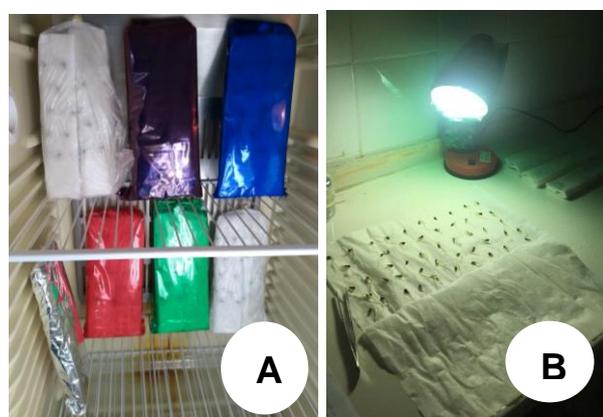
### Local da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Foram utilizadas sementes de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench), família Polygonaceae e milho (*Zea mays* L. - cultivar 505), família Poaceae, adquiridas de empresas tradicionais na comercialização de sementes.

### Procedimentos metodológicos

Foi avaliada a influência da qualidade de luz na germinação das sementes em diferentes comprimentos de onda: azul (450 nm), verde (500 nm), vermelho (700 nm), vermelho distante (760 nm), luz branca (380 a 760 nm), bem como na ausência de luz (Figura 1). Para a obtenção das diferentes qualidades de luz (azul, verde e vermelha), seguiu-se a metodologia de Roso et al. (2021), onde rolos de papel *germitest* foram envolvidos por duas folhas de papel-celofane com cores correspondentes ao tratamento utilizado. Na condição vermelho distante os rolos foram envolvidos por duas folhas de papel-celofane vermelho e duas azuis. Para a condição luz branca os rolos não foram envolvidos em papel-celofane, enquanto a ausência de luz foi obtida envolvendo os rolos em duas camadas de papel-alumínio. Para que não ocorresse interferência da luz na germinação, as avaliações foram realizadas em câmara escura na presença de luz com filtro de segurança composto de três camadas de papel-celofane verde (LEITE; STEFANELLO; ESSI, 2022).

**Figura 1.** Disposição dos rolos de papel *germitest* em cada tratamento (A) e avaliação da germinação sob luz verde (B).



Fonte: os autores.

A influência da qualidade luminosa foi avaliada através do teste de germinação, comprimento e massa seca de plântulas. O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, dispostas em três folhas de papel *germitest* umedecidas com água destilada (2,5 vezes o peso do papel). Em seguida, foram envoltas em duas folhas de papel-



celofane com as respectivas cores dos tratamentos e levadas à BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), à temperatura de 20 °C (trigo mourisco) e 25 °C (milho), com fotoperíodo de 12 horas. As contagens foram realizadas no 4° (primeira contagem) e 7° dia de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Para avaliar o comprimento das plântulas mediu-se aleatoriamente, com auxílio de uma régua, o hipocótilo/parte aérea e a raiz de dez plântulas. Os valores de cada repetição foram somados e divididos pelo número de plântulas, sendo os resultados expressos em centímetros. A massa seca de plântulas foi avaliada em conjunto com o teste de comprimento onde dez plântulas de cada repetição foram secas em estufa (aproximadamente 60 °C, até a obtenção de massa constante), sendo os resultados expressos em miligramas.

### Análise dos dados

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram constituídos pelas diferentes qualidades de luz. Procedeu-se à análise de variância pelo teste F e, quando detectado efeito significativo, foi realizada a análise através do programa Sisvar® versão 5.6 (FERREIRA, 2014). As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott em 0,05 de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que não houve diferença significativa na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e na germinação de sementes de trigo mourisco (Tabela 1). Os maiores comprimentos do hipocótilo foram observados na ausência de luz (3,9 cm) e quando expostas à luz vermelha (3,53 cm), enquanto maior massa seca do hipocótilo foi observada na ausência de luz (4,85 mg). Maiores comprimentos de raiz foram verificados na presença de luz branca (9,92 cm) e, conseqüentemente, refletindo em maior massa seca de raiz (2,25 mg). No entanto, quando expostas à luz vermelha distante as plântulas apresentaram menor comprimento de hipocótilo e de raiz e, como efeito, menor massa seca dos mesmos.

**Tabela 1.** Germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento radicular (CR), massa seca do hipocótilo (MSH) e massa seca da raiz (MSR) de plântulas de trigo mourisco submetidas a diferentes qualidades de luz.

Qualidade de luz	G (%)	PC (%)	CH (cm)	CR (cm)	MSH (mg. plântula <sup>-1</sup> )	MSR (mg. plântula <sup>-1</sup> )
Branca	97 a <sup>ns</sup>	94 a <sup>ns</sup>	3,02 b*	9,92 a*	3,60 b*	2,25 a*
Verde	93 a	91 a	2,70 c	8,41 b	3,00 c	1,67 c
Azul	94 a	93 a	3,15 b	7,43 c	3,17 c	1,50 d
Vermelha	94 a	93 a	3,53 a	8,36 b	3,45 b	1,97 b
Vermelho distante	93 a	89 a	2,28 d	5,54 e	2,77 c	0,92 f
Ausência de luz	93 a	90 a	3,90 a	6,41 d	4,85 a	1,12 e
CV (%)	3,93	3,91	8,86	6,98	8,57	10,79

\* As médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (p-valor<0,05). ns: não significativo. CV: coeficiente de variação.



As plântulas de trigo mourisco que não receberam luz eram esbranquiçadas (sem clorofila), estioladas, alongadas (maior comprimento do hipocótilo), aparentemente frágeis e com sistema radicular reduzido em comparação com as plântulas mantidas sob iluminação. Esses resultados são semelhantes aos observados por Pinto, Coutinho e Borges (2020), onde em *Psidium guineense* Swartz houve maior proporção de plântulas estioladas na condição de ausência de luz, enquanto a presença promoveu a formação de plântulas normais. De acordo com Taiz et al. (2017), a luz exerce influência no desenvolvimento das plantas, sendo que plântulas caracterizadas como estioladas apresentam caules alongados, cotilédones dobrados e a ausência de clorofila quando cultivadas no escuro.

Da mesma forma que para o trigo mourisco, os resultados da análise indicaram que não houve diferença significativa na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e na germinação de sementes de milho (Tabela 2). Os maiores comprimentos e massa seca da parte aérea foram observados quando as plântulas não foram expostas à nenhuma condição de luz (12,03 cm e 36,67 mg, respectivamente). Neste caso, as plântulas apresentavam-se estioladas e com coloração esbranquiçada. Além disso, os maiores comprimentos de raiz (13,97 cm) e, conseqüentemente, maior massa seca de raiz (26,45 mg) foram verificados nas plântulas expostas à luz branca.

**Tabela 2.** Germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de plântulas de milho submetidas a diferentes qualidades de luz.

Qualidade de luz	G (%)	PC (%)	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (mg. plântula <sup>-1</sup> )	MSR (mg. plântula <sup>-1</sup> )
Branca	97 a <sup>ns</sup>	93 a <sup>ns</sup>	8,79 b*	13,97 a*	27,92 b*	26,45 a*
Verde	94 a	87 a	8,52 b	11,82 b	25,67 b	19,30 b
Azul	97 a	89 a	7,95 b	11,63 b	26,17 b	19,90 b
Vermelha	97 a	89 a	6,97 b	10,76 b	24,85 b	16,45 c
Vermelho distante	97 a	92 a	7,98 b	11,38 b	27,02 b	16,52 c
Ausência de luz	95 a	93 a	12,03 a	11,99 b	36,67 a	15,55 c
CV (%)	4,91	3,22	8,72	6,54	6,03	7,20

\* As médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (p-valor<0,05). ns: não significativo. CV: coeficiente de variação.

Resultados similares ao deste estudo foram obtidos por Araújo et al. (2020) onde verificaram que não houve diferença significativa no teste de germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit submetidas a diferentes condições de luz (branca, verde, azul e vermelha), bem como na ausência de luz. Adicionalmente, Diel et al. (2019) concluíram que os ambientes luminosos nas cores verde, vermelho e vermelho distante influenciaram positivamente a germinação das sementes de pimenta biquinho (*Capsicum chinense* Jacq.). Analisando sementes de *Echium plantagineum* L., Roso et al. (2021) aferiram que os filtros de luz vermelha proporcionaram maior germinação (45%) em comparação com os de luz vermelha distante (22%), quando as sementes não foram submetidas à superação da dormência.

Em experimento com trigo, Li et al. (2022) constataram que o crescimento das plântulas



foi significativamente influenciado pelos feixes luminosos, onde a luz vermelha promoveu o crescimento das plântulas, manifestado principalmente como aumento da altura da planta, massa fresca e seca da parte aérea. Por outro lado, Gallardo-Yobal et al. (2022) averiguaram que a qualidade da luz influenciou a germinação das sementes de *Magnolia alejandrae* García-Mor. & Iamónico, tendo a maior germinação (76%) sob luz branca, seguida de 45% sob luz vermelha, 9% sob luz vermelha distante e 5% na ausência de luz, demonstrando que as sementes desta espécie são indiferentes à luz.

Em relação à ausência de iluminação, resultados semelhantes ao deste estudo foram considerados em experimento com *Chamaecrista rotundifolia* (Pers.) Greene onde as folhas das plântulas germinadas na ausência de luz apresentaram coloração esbranquiçada. Neste caso, a síntese de clorofila não ocorreu, uma vez que a produção é estimulada quando os fitocromos estão na forma ativa (F<sub>ve</sub>) (SILVA et al., 2020). Adicionalmente, na ausência de luz, as plântulas de *Markhamia stipulata* (Wall.) Seem. eram pálidas; as folhas não se expandiram, mas permanecem pequenas, rudimentares e amareladas; com o cotilédone pequeno e amarelado (RAKHMAWATI; RAHMADIYANTO, 2015).

Dados da literatura apontam que os comprimentos de onda correspondentes à luz vermelha e à luz azul são considerados mais influentes no crescimento das plantas (JUNG et al., 2021). Outros estudos mostram que a luz vermelha promoveu o acúmulo de carboidratos em alface (AZAD et al., 2020), enquanto a luz azul apresentou papel positivo na síntese e acúmulo de polifenóis e flavonóides (JUNG et al., 2021). De um modo geral, entende-se que a luz azul estimula a abertura dos estômatos, a altura da planta e a biossíntese da clorofila, enquanto a luz vermelha distante regula a floração em plantas de dia longo e a combinação vermelho - vermelho distante tem influência na ramificação e alongamento do caule, expansão das folhas e reprodução (ZHENG; HE; SONG, 2019). Entre outras pesquisas verificou-se que as regiões azul e vermelha do espectro eletromagnético afetaram o desenvolvimento da planta por um efeito dose-dependente que pode ser cumulativo (ZHONG et al., 2021). No entanto, esses efeitos dependem da espécie e variam com a composição espectral e intensidade (ZHENG; HE; SONG, 2019).

Na sinalização, a qualidade e a quantidade de luz são captadas por fotorreceptores e influenciam vários processos, incluindo amadurecimento de frutos e desenvolvimento de sementes (PIANO et al., 2019), em alguns casos afetando a germinação e modulando tanto a dormência quanto o vigor das sementes (YANG; LIU; LIN, 2020). Por todas essas razões, as plantas exploram a luz não apenas como fonte de energia, mas, também para aquisição de informações ambientais (GALVÃO; FANKHAUSER, 2015). Devido ao processo de ativação dos fitocromos, as plantas são capazes de distinguir diferentes períodos do dia com base na intensidade e comprimento de onda da luz que recebem e direcionar seus processos biológicos de acordo com suas necessidades, como as fases de floração e germinação (LEGRIS; INCE; FANKHAUSER, 2019).

Por fim, os resultados desta pesquisa evidenciam a capacidade de germinação das sementes de trigo mourisco e milho em ambientes com e sem luminosidade, uma vez que ocorreu germinação em todas as qualidades de luz testadas. Embora as bases moleculares desse efeito necessitem ser esclarecidas, os resultados sugerem o papel desempenhado por diferentes qualidades de luz na germinação das sementes e no crescimento inicial das plântulas destas espécies. Essas evidências são relevantes para aplicações na produção agrícola, pois conhecer a ecologia e a fisiologia da semente é imprescindível quando se pretende desenvolver



programas de conservação de sementes ou para a produção de mudas, principalmente de espécies com elevado potencial econômico, como às utilizadas para cobertura do solo e até mesmo como fonte de alimentos.

## CONCLUSÃO

De maneira geral, as qualidades espectrais luminosas favoreceram a germinação das sementes de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) e milho (*Zea mays*).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Santa Maria pelo suporte financeiro para realização desta pesquisa.

## CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram que o trabalho não possui conflito de interesses.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR SILVA, K. et al. Germinação de sementes de *Mentha* spp. em função do comprimento de onda de luz. **Desafios**, v.8, n.2, 66-75. 2021.
- ARAÚJO, P. S. et al. Superação de dormência e qualidade da luz na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Research, Society and Development**, v.9, n.10, e2829108450. 2020.
- AZAD, M. O. K. et al. The evaluation of growth performance, photosynthetic capacity, and primary and secondary metabolite content of leaf lettuce grown under limited irradiation of blue and red LED light in an urban plant factory. **Agriculture**, v.10, n.2, p. 28, 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- DIEL, M. I. et al. Temperature and light quality influence seed germination of two biquinho pepper cultivars. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v.25, n.5, p.1007-1014, 2019.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- GALLARDO-YOBAL, S. I. et al. Light quality and temperature fluctuation promote the germination of *Magnolia alejandrae* (Magnoliaceae, sect. Macrophylla), a critically endangered species endemic to northeast Mexico. **Botanical Sciences**, v.100, n.3, p.631-644, 2022.
- GALVÃO, V. C.; FANKHAUSER, C. Sensing the light environment in plants: Photoreceptors and early signaling steps. **Current Opinion in Neurobiology**, v.34, p.46-53, 2015.



- JUNG, W. et al. Application of light-emitting diodes for improving the nutritional quality and bioactive compound levels of some crops and medicinal plants. **Molecules**, v.26, n.5, p.1477, 2021.
- LANDI, M. et al. Plasticity of photosynthetic processes and the accumulation of secondary metabolites in plants in response to monochromatic light environments: A review. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1861, n.2, p.148131, 2019.
- LEGRIS M.; INCE Y. Ç.; FANKHAUSER C. Molecular mechanisms underlying phytochrome-controlled morphogenesis in plants. **Nature Communications**, v.10, n.1, p.5219, 2019.
- LEITE, L. G.; STEFANELLO, R.; ESSI, L. Seed germination of *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling, an endemic and threatened species. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.44, n.1, e58431, 2022.
- LI, J. et al. Effects of light quality on growth, nutritional characteristics, and antioxidant properties of winter wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.). **Frontiers in Plant Science**, v.13, p.e978468, 2022.
- LIU, H.; LIN, R.; DENG, X. W. Photobiology: Light signal transduction and photomorphogenesis. **Journal of Integrative Plant Biology**, v.62, n.9, p.1267-1269, 2020.
- LIU, Q. Q. et al. Responses of seed germination and seedling growth of *Cunninghamia lanceolata* and *Schima superba* to different light intensities. **Journal of Applied Ecology**, v.30, p.2955-2963, 2019.
- MEIADO, M. V. et al. Avanços nos estudos sobre sementes e plântulas de cactos do Brasil. **Gaia Scientia**, v.11, n.4, p.88-113, 2017.
- MONOSTORI, I. et al. LED lighting - modification of growth, metabolism, yield and flour composition in wheat by spectral quality and intensity. **Frontiers in Plant Sciences**, v.9, p.605, 2018.
- 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**, v.41, p.e742780, 2022.
- PIANO, D. et al. Characterization under quasi-native conditions of the capsanthin/capsorubin synthase from *Capsicum annuum* L. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.143, p.165-175, 2019.
- PINTO, M. Q. F.; COUTINHO, G.; BORGES, K. C. F. Fotoblastismo na germinação de sementes de araçazeiro (*Psidium guineense* Swartz.). **Magistra**, v.31, p.568-576, 2020.
- RAKHMAWATI, S. U.; RAHMADIYANTO, A. N. The effects of light color on seed germination of *Markhamia stipulata* (Wall.) Seem. In: ICBS Conference Proceedings, International Conference on Biological Science, **KnE Life Sciences**, v.3, n.4, p.233-240, 2015.
- ROSO, R. et al. Light quality and dormancy overcoming in seed germination of *Echium plantagineum* L. (Boraginaceae). **Brazilian Journal of Biology**, v.81, n.3, p.650-656, 2020.
- SILVA, A. E. et al. Microclimate changes, photomorphogenesis and water consumption of *Moringa oleifera* cuttings under different light spectrums and exogenous phytohormone concentrations. **Australian Journal of Crop Science**, v.14, n.5, p.751-760, 2020.
- TAIZ, L. et al. (2017). Fisiologia e desenvolvimento vegetal. (6 ed.). Porto Alegre: Artmed, 2017.



VIJAI ANAND, K. et al. Bioengineered magnesium oxide nanoparticles as nano-priming agent for enhancing seed germination and seedling vigour of green gram (*Vigna radiata* L.). **Materials Letters**, v.271, p.127792, 2020.

WEBER, S. et al. Anthocyanin synthesis and light utilisation can be enhanced by reflective mulch – visualisation of light penetration into a tree canopy. **Journal of Plant Physiology**, 233, 52-57, 2019.

YADAY, A. et al. Light signaling and UV-B-mediated plant growth regulation. **Journal of Integrative Plant Biology**, v.62, p.1270-1292, 2020.

YANG, L. W., LIU, S.; LIN, R. The role of light in regulating seed dormancy and germination. **Journal of Integrative Plant Biology**, 62, 1310-1326, 2020.

ZHENG, L., HE, H.; SONG, W. Application of light-emitting diodes and the effect of light quality on horticultural crops: a review. **HortScience**, v.54, n.10, p.1656-1661, 2019.

ZHONG, M. et al. The blue light receptor CRY1 interacts with GID1 and DELLA proteins to repress GA signaling during photomorphogenesis in *Arabidopsis*. *Molecular Plant*, v.14, n.8, p.1328-1342, 2021.