

## **Pré-tratamento com luz em sementes armazenadas de Feijão-Caupi beneficia a germinação e uniformidade de crescimento**

*Pre-treatment by light in stored seeds of caupi beans benefits germination and uniformity of growth*

*Antonio Santana Batista de Oliveira Filho<sup>1</sup>, Leandra Matos Barrozo<sup>2</sup>, Joel Cabral dos Santos<sup>2</sup>, Adriana Araujo Diniz<sup>2</sup>, Tatiane Scilewski da Costa Zanatta<sup>2</sup>, Nubia Marisa Ferreira Bertino<sup>3</sup>*

**RESUMO:** O armazenamento adequado de sementes de feijão-caupi é uma etapa essencial para a conservação de sementes com alta qualidade fisiológica. Desse modo, é necessário buscar formas alternativas que, associadas às condições de armazenamento, auxiliem na preservação para o melhor desempenho das sementes. Objetivou-se testar pré-tratamentos com luz aliados ao hidrocondicionamento em sementes armazenadas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), verificando a influência destes na qualidade fisiológica das sementes. A metodologia adotada no experimento constou de uma pesquisa experimental, em que sementes de feijão-caupi foram submetidas a hidrocondicionamento e pré-tratamentos com diferentes regimes de luz (branca, escuro, vermelho, vermelho extremo, verde e azul) por um período de 5h, seguidos de secagem por 48h. As variáveis analisadas foram: emergência, índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea e raiz, massa seca da parte aérea e raiz. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 6 (períodos de armazenagem: 40, 80, 120, 160 e 200 dias, associados aos regimes de luz: branca, escuro, vermelho, vermelho extremo, verde e azul). Os resultados indicam que os regimes de luz azul, vermelho e vermelho extremo exercem efeitos no crescimento e desenvolvimento de plântulas de feijão-caupi ao longo do armazenamento. Conclui-se que os pré-tratamentos com luz azul, vermelho e vermelho extremo podem ser utilizados em sementes de feijão-caupi, no entanto, o efeito dos pré-tratamentos nas sementes é reduzido no decorrer do tempo de armazenamento.

**Palavras-chave:** Fotomorfogênese. Hidrocondicionamento. Regime de Luz.

**ABSTRACT:** Adequate storage of caupi bean seeds is an essential step for the conservation of seeds with high physiological quality. Alternative ways must be found that, associated with storage conditions, help in the preservation for the seeds' best performance. Current study tested pre-treatments with light combined with hydroconditioning in stored seeds of caupi beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and assessed their influence on the seeds' physiological quality. Methodology comprised experiment in which caupi beans underwent hydroconditioning and pretreatments with different light regimes (white, dark, red, dark-red, green and blue) for a period of 5 h, followed by drying for 48h. Variables analyzed were emergence, emergence speed index, length of shoot and root, shoot and root dry mass. Experimental design was totally randomized in a 5 x 6 factorial scheme: storage periods: 40, 80, 120, 160 and 200 days, associated with light regimes such as white, dark, red, extreme red, green and blue). Results indicate that extreme blue, red and dark-red light regimes affect growth and development of caupi bean seedlings throughout storage. Pre-treatments with extreme blue, red and dark-red light may be used in caupi bean seeds, although the effect of pre-treatments on seeds is reduced over storage time.

**Keywords:** Hydroconditioning. Light regime. Photomorphogenesis.

---

**Autor correspondente:**

Antonio Santana Batista de Oliveira Filho: a15santanafilho@gmail.com

Recebido em: 08/06/2021

Aceito em: 17/11/2021

---

<sup>1</sup> Docente dos cursos de Agronomia e Agronegócio da Faculdade de Balsas (UNIBALSAS), Balsas (MA), Brasil.

<sup>2</sup> Docente do curso de Agronomia do Campus Balsas da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Balsas (MA), Brasil.

<sup>3</sup> Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

## INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é um dos principais alimentos das populações de regiões tropicais e subtropicais do país (SILVA *et al.*, 2016) por possuir elevado valor energético (PEREIRA *et al.*, 2015). No entanto, a baixa produtividade da cultura é influenciada principalmente pela baixa qualidade das sementes utilizadas na ocasião da semeadura (SILVA *et al.*, 2014; OGAWA *et al.*, 2016), pois a cultura requer, principalmente, que o seu cultivo esteja associado ao uso de sementes de alta qualidade fisiológica (SILVA *et al.*, 2014).

Diversos são os fatores que podem ocasionar problemas germinativos na cultura do feijão-caupi, dentre esses estão o período e as condições de temperatura e umidade no armazenamento (ARAÚJO *et al.*, 2021), condições climáticas, em que a disponibilidade de água para as sementes está diretamente relacionada com a germinação e emergência (OGAWA *et al.*, 2016), genótipo, ocorrência de injúrias mecânicas, adequação das operações de secagem e beneficiamento (MARCOS FILHO, 2013).

O período e as condições de umidade e temperatura durante o armazenamento são práticas fundamentais para o controle da qualidade fisiológica das sementes de feijão-caupi (SILVA *et al.*, 2019), e de diversas outras culturas como gergelim (AZEVEDO *et al.*, 2003), soja (SMANIOTTO *et al.*, 2014) e feijão-comum (SILVA *et al.*, 2014), pois são determinantes da velocidade de deterioração das sementes. O processo de deterioração pode ser minimizado por meio de procedimentos como os pré-tratamentos na semeadura, esses podem auxiliar na qualidade fisiológica das sementes pois, por ser uma cultura tipicamente de subsistência (ANDRADE *et al.*, 2013), os produtores em sua maioria não possuem condições de umidade e temperatura adequadas para o armazenamento, surgindo então a necessidade do desenvolvimento de técnicas que aliadas ao armazenamento auxiliem o desempenho das sementes a campo.

Os pré-tratamentos são constantemente estudados com o intuito de manter a qualidade fisiológica das sementes (SOLEIMANZADEH, 2013; GALHAUT *et al.*, 2014; PAPARELLA *et al.*, 2015; RAHMAM *et al.*, 2015), pois são capazes de gerar diversos efeitos benéficos na germinação e uniformidade de crescimento das plantas. Como técnica de pré-tratamento, cita-se o hidrocondicionamento, que é um processo capaz de atuar na indução da tolerância das sementes, fazendo com que as mesmas se tornem mais resistentes (CARDOSO *et al.*, 2015) e capazes de ativar a indução da germinação, porém, sem permitir que esse evento ocorra. Esse fato permite que uma série de informações bioquímicas sejam armazenadas (FAROOQ *et al.*, 2013) melhorando as características da semente.

Atrelado ao hidrocondicionamento, a presença de luz pode contribuir para atenuar problemas causados por anormalidade no processo germinativo, embora não seja considerada um fator imprescindível para a germinação de algumas espécies (DINIZ *et al.*, 2020) como feijão-caupi (MARCOS FILHO, 2005). No processo de captação de luz, os sensores fisiológicos da luz (fitocromos) são responsáveis por desencadear diversas e complexas respostas fisiológicas através da percepção qualitativa e quantitativa da luz pelas plantas (DIAS *et al.*, 2015).

Aliar as técnicas de hidrocondicionamento e exposição à luz pode se apresentar como uma técnica simples, de baixo custo e eficaz para auxiliar produtores no processo de armazenamento de sementes, pois os pré-tratamentos podem induzir fortemente a tolerância de plantas a diversos estresses abióticos, como déficit hídrico (SUN *et al.*, 2010), salinidade (BAKHT *et al.*, 2011) e metais pesados (GALHAUT *et al.*, 2014).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar pré-tratamentos com diferentes regimes de luz aliados ao hidrocondicionamento em sementes armazenadas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), verificando a influência destes na qualidade fisiológica.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição do experimento

O experimento foi desenvolvido no Centro de Estudos Superiores de Balsas - CESBA, pertencente à Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Utilizou-se sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Guariba, as quais foram obtidas junto a produtores rurais no município de Balsas (MA). As mesmas foram acondicionadas em garrafas tipo PET e envolvidas com papel alumínio para que, assim, se evitasse a exposição à luz. Após, foram armazenadas em refrigerador com condições de temperatura média de 6 °C. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema bifatorial 5 x 6, em que os níveis do fator A referem-se ao período de armazenamento (40, 80, 120, 160 e 200 dias), e os níveis do fator B referem-se aos diferentes regimes de luz (branco, escuro, vermelho, vermelho extremo, verde e azul).

### 2.2 Procedimentos específicos

Em intervalos de 40 dias, amostras foram retiradas e submetidas ao hidrocondicionamento e diferentes regimes de luz, sendo que, para o fornecimento de luz, utilizou-se lâmpadas fluorescentes brancas da marca Taschibra (15 W, 220 V e 50 Hz).

Para a semeadura, bandejas plásticas transparentes (30,3 cm x 22,1 cm x 7,5 cm) foram cobertas com duas folhas de papel toalha e, em seguida, umedecidas com 50 mL de água destilada. Após, as sementes foram postas nas bandejas, onde permaneceram por um período de 5 horas consecutivas em embebição, sob os diferentes regimes de luz: Luz Branca (BR) - a bandeja foi coberta com duas folhas de papel celofane na cor transparente; Escuro (ES) - a bandeja foi coberta com duas folhas de papel celofane na cor preta; Vermelho (V) - a bandeja foi coberta com duas folhas de papel celofane na cor vermelha; Vermelho Extremo (VE) - bandeja coberta com três folhas de papel celofane, duas na cor vermelha intercalada com uma azul; Verde (VD) - bandeja coberta com duas camadas de papel celofane na cor verde; e Azul (AZ) - em que a bandeja foi coberta com duas folhas de papel celofane na cor azul.

Após o período de embebição e exposição aos diferentes regimes de luz, as sementes foram postas novamente nas bandejas plásticas transparentes (30,3 cm x 22,1 cm x 7,5 cm) agora com papel toalha seco e submetidas sob a luz de cada tratamento, ao processo de secagem por um período de 48 horas a 25 °C, até o estado padrão (12% de umidade).

### 2.3 Variáveis analisadas

Em seguida à secagem, foram realizados testes de emergência, seguindo recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de 25 sementes e areia esterilizada como substrato em bandejas plásticas brancas (34,9 cm x 28,59 cm x 7,5 cm). Os testes foram realizados em condições de campo, recebendo irradiação solar e variação de temperatura do ambiente. Diariamente as plântulas eram irrigadas manualmente até que o substrato ficasse completamente úmido. As avaliações foram realizadas ao longo e/ou ao final da completa estabilização das plântulas, o parâmetro para estabilização foi o não aumento de sementes germinadas em um período de nove dias. As avaliações são descritas a seguir:

(1) Emergência: No teste de emergência, a contagem das plântulas emergidas foi realizada diariamente até a completa estabilização. Como plântulas emergidas, considerou-se aquelas cujos cotilédones apresentavam-se acima da superfície do solo.

(2) Índice de velocidade de emergência (IVE): Calculado de acordo com a fórmula de Maguire (1962):  $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ , em que: E1, E2, En = número de plântulas emergidas na primeira, segunda, até a última contagem e N1, N2, Nn = número de semanas desde a primeira, segunda, até a estabilização das plântulas.

(3) Comprimento da parte aérea (CPA): Realizado apenas nas plântulas normais, ou seja, plântulas com todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e saudáveis, ou com pequenos defeitos, ou com infecção secundária (BRASIL, 2009). Avaliou-se no 17º dia após a semeadura (estabilização completa), mensurando o

comprimento da parte aérea com auxílio de uma régua graduada em centímetros, do colo da plântula até o topo da folha primária.

(4) Comprimento da raiz (CR): Realizado apenas nas plântulas normais, no 17º dia após a semeadura (estabilização completa), mensurando o comprimento da raiz principal com auxílio de régua graduada em centímetros da ponta da raiz até o colo da plântula.

(5) Massa seca da parte aérea (MSPA): Obtida após a secagem da parte aérea. As repetições de cada lote foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, e levados à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 60 °C por um período de 24 horas. As partes aéreas foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001 g e o valor obtido expresso em g/plântula (NAKAGAWA, 1999).

(6) Massa seca da raiz (MSR): Obtida após secagem do sistema radicular. As repetições de cada lote foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, e levados à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 60 °C por um período de 24 horas. As raízes foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001 g e o valor obtido expresso em g/plântula (NAKAGAWA, 1999).

## 2.4 Análise de dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, utilizando o programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2015).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os fatores para todas as características estudadas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise de variância para Emergência (EM), Índice de velocidade de emergência (IVE), Comprimento da parte aérea (CPA), Comprimento da raiz (CR), Massa seca da parte aérea (MSPA) e Massa seca da raiz (MSR) de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), pré-tratadas com diferentes regimes de luz

Causas da Variação	Valores de F					
	EM	IVE	CPA	CR	MSPA	MSR
PA	13,51**	13,51**	187,18**	43,24**	66,62**	37,75**
RL	3,05*	3,05*	4,31**	3,21*	2,50*	3,16*
PA x RL	1,88*	1,88*	5,50**	2,00*	3,09**	2,83**
Média	81,32	4,80	12,35	17,41	3,30	1,42
Desvio padrão	9,15	0,56	0,98	1,82	0,57	0,29
CV (%)	11,25	11,68	7,93	10,45	10,28	11,16

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; CV: coeficiente de variação; PA: período de armazenamento; RL: regime de luz.

Ao longo do período de armazenamento, a emergência de plântulas reduziu para todos os pré-tratamentos. Para os regimes de luz branca (Figura 1a), vermelho extremo (Figura 1d) e verde (Figura 1e) obteve-se um comportamento linear decrescente. Para os regimes de luz escuro (Figura 1b) e vermelho (Figura 1c) obteve-se um comportamento quadrático com ponto de mínima de 68% aos 152 dias e 73% aos 148 dias, respectivamente, para o regime de luz azul (Figura 1f), obteve-se um comportamento quadrático com ponto de máxima de 85% aos 92 dias.

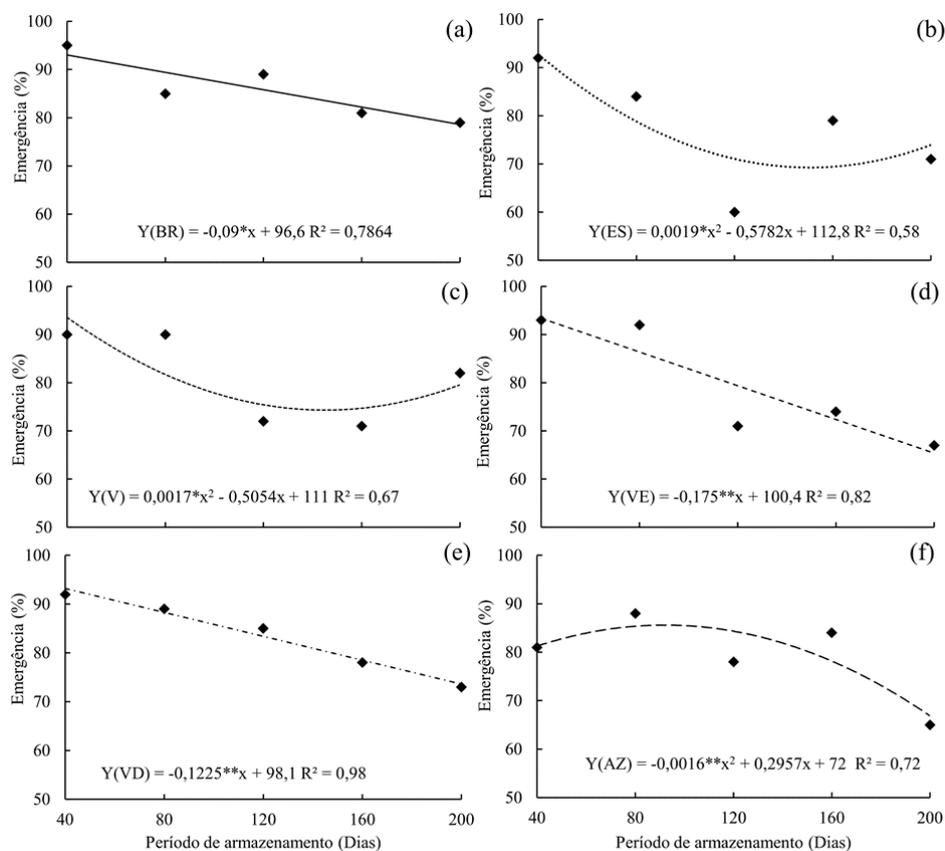
Aos 40 dias de armazenagem as sementes apresentavam emergência média de 90%, exceto para o regime de luz azul (81%), ocorrendo redução aos 200 dias para 75% da capacidade de emergência para todos os regimes de luz (Figura 1), o que demonstra uma tendência de as sementes reduzirem a qualidade fisiológica com o aumento do período de armazenamento.

O metabolismo da semente, apesar de ser reduzido após a colheita, continua ativo e, desse modo, ao longo do armazenamento a semente consome reservas afetando a qualidade fisiológica (SMANIOTTO *et al.*, 2014). Observação semelhante foi relatada por Silva *et al.* (2018), em que os autores afirmam que, quanto maior o período de armazenagem, menor a qualidade fisiológica de sementes de feijão. Estudos na cultura da soja evidenciaram que a partir de 180 dias de armazenamento ocorre redução da qualidade fisiológica, isso afeta o “stand” da lavoura, podendo reduzir o desenvolvimento da cultura e interferir na produtividade (PICCININ *et al.*, 2013).

Em relação aos regimes de luz, o vermelho foi o que obteve a maior emergência (82%) de sementes aos 200 dias (Figura 1c). Isso pode estar atrelado ao fato de que, em grande parte das sementes, na região do vermelho ocorre a maior taxa germinativa (PIÑA-RODRIGUES, 1988; SMITH, 2000). Isso pode ser explicado pelo fato de que, quando a forma inativa do fitocromo absorve luz vermelha, altera a conformação estrutural de seu cromóforo e se converte na forma ativa (VICTÓRIO *et al.*, 2009), induzindo uma maior germinação e conseqüentemente emergência de plântulas. Estudos demonstrando o efeito da luz vermelha em outras espécies como *Miconia cinnamomifolia* são relatados por Amaral e Paulilo (1992), e *Lactuca sativa* por Pimentel e Contreras (2014).

Diferenças significativas entre os diferentes regimes de luz são notadas principalmente aos 120 dias, sendo que as sementes submetidas ao escuro (Figura 1b) apresentaram resultados mais inferiores (60%). Fato este que pode estar associado às condições de clima presentes neste período (estação chuvosa, com pouca luminosidade), o que pode ter levado as sementes a um baixo nível de pigmento Fve pré-existente, não sendo suficiente para induzir as fases da germinação no escuro, mas não influenciando nos demais tratamentos. Os resultados obtidos corroboram, em parte, com Medeiros *et al.* (2019), em que observaram, em sementes de *Senna*

cana, emergência satisfatória sob ambiente de luz vermelha, diferindo significativamente do ambiente com ausência de luz.



**Figura 1.** Porcentagem de Emergência de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), pré-tratadas com diferentes regimes de luz (RL): branca-BR (a), escuro-ES (b), vermelho-V (c), vermelho extremo-VE (d), verde-VD (e) e azul-AZ (f) em função de diferentes períodos (P) de armazenagem. \*\*significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade.

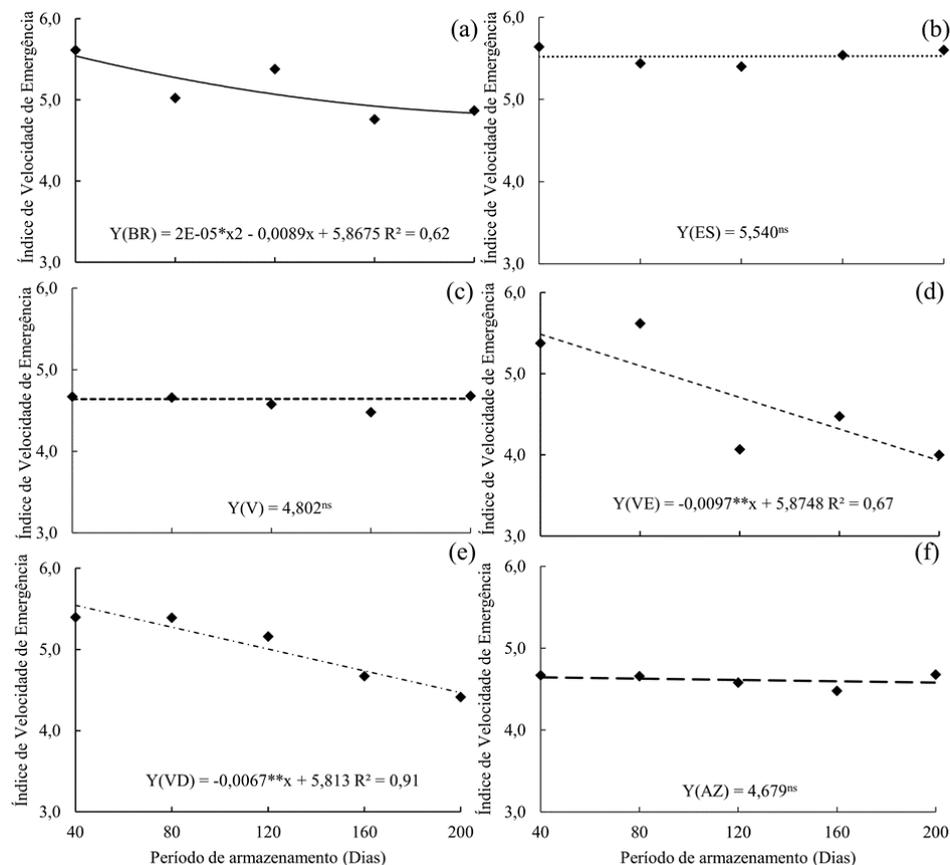
Em relação ao índice de velocidade de emergência (IVE) (Figura 2), não houve ajuste a nenhum modelo de regressão para os tratamentos escuro (Figura 2b), vermelho (Figura 2c) e azul (Figura 2f). Quanto às sementes tratadas com vermelho extremo (Figura 2d) e verde (Figura 2e), obteve-se um comportamento linear decrescente, com redução da velocidade de emergência, para sementes tratadas com luz branca (Figura 2a), regressão quadrática com ponto de mínima de 5,0 aos 200 dias.

O desempenho satisfatório da luz branca quando comparada a luz vermelho extremo, verde e azul pode ser explicado pelo fato de que os pré-tratamentos foram realizados a uma temperatura entre 25 e 30 °C, a qual é um aliado importante para o aumento do IVE (ALVES *et al.*, 2016).

Na germinação de sementes de *Platymiscium floribundum*, Alves *et al.* (2016) observaram que, quando as sementes foram submetidas à temperatura de 30 °C, houve melhor

desempenho da luz branca para o IVE, corroborando com o obtido no presente trabalho. Esse efeito pode ser explicado, também, pelo fato de que a temperatura ótima de germinação da semente, para a maioria das espécies cultivadas, situa-se entre 20 e 30 °C (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000) e que, na presença de luz, o fluxo de inúmeras substâncias dentro das células e entre elas é regulado (TAIZ *et al.*, 2017), favorecendo a velocidade do processo germinativo na condição de luz branca.

Os dados de IVE para os regimes de luz, exceto para escuro e vermelho, se assemelham aos de emergência, em que, após os 40 dias de armazenamento, houve uma redução da variável, demonstrando uma tendência de diminuição da qualidade fisiológica conforme o aumento do período de armazenamento. Essa diminuição está associada, principalmente, ao processo de deterioração das sementes, que afeta as características de vigor e composição química (SANTOS *et al.*, 2005; ABREU *et al.*, 2013; CHHABRA *et al.*, 2019).



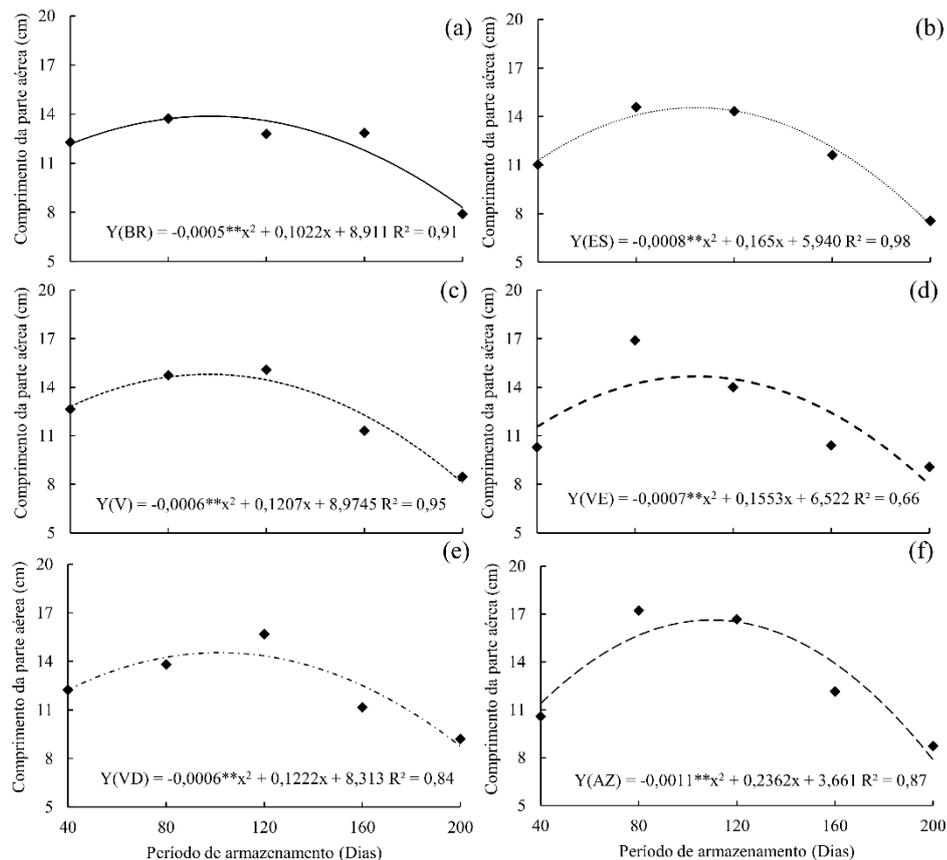
**Figura 2.** Índice de velocidade de emergência de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), pré-tratadas com regimes de luz (RL): branca-BR (a), escuro-ES (b), vermelho-V (c), vermelho extremo-VE (d), verde-VD (e) e azul-AZ (f) em função de diferentes períodos (P) de armazenagem. \*\*significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade.

Para o comprimento da parte aérea das plântulas, a resposta matemática do efeito biológico seguiu crescimento e posterior redução, adequando-se a uma regressão quadrática para todos os pré-tratamentos estudados. Observou-se que o comprimento de parte aérea

ajustou-se a um modelo de regressão quadrática, sendo que todos os tratamentos atingem seus pontos de máxima (BR: 14,13 cm; ES: 14,45 cm; V: 15,04 cm; VE: 15,14 cm; VD: 14,54 cm; e AZ: 16,34 cm) entre 100 a 111 dias, regredindo posteriormente (Figura 3). As sementes pré-tratadas com o regime de luz azul apresentaram comprimento da parte aérea superior significativo (16,3 cm) quando comparado aos pré-tratamentos com luz branca (14,13 cm) (Figura 3a), escuro (14,45 cm) (Figura 3b) e verde (14,54 cm) (Figura 3f).

A intensidade e a qualidade da luz são fatores importantes para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, impondo-lhes fortes variações morfoanotômicas como o desenvolvimento das folhas (GOMES *et al.*, 2008). Nesse contexto, essa maior influência da luz azul (Figura 3f) se deve ao fato de que esta possui papel crucial nas relações hídricas e trocas gasosas e, conseqüentemente, no crescimento e produção vegetal (COSGROVE, 1981), exercendo influência positiva e coordenada no genoma da planta e no plastídeo, influenciando o desenvolvimento de cloroplastos nas células das plantas e a síntese de clorofila (RICHTER *et al.*, 1985). Estudos demonstraram que a luz azul estimula o crescimento de plântulas de *Acacia catechu* (AGRAWAL; PRAKASH, 1978) e *Amaranthus* spp (SINGHAL *et al.*, 1983).

Os regimes de luz vermelho e vermelho extremo (Figuras 3c e 3d) também obtiveram resultados satisfatórios para o comprimento de parte aérea (15,04 e 15,14 cm respectivamente), isso se dá em virtude da ação da luz na região do vermelho e vermelho extremo promover mudanças na forma isomérica do fitocromo permitindo o balanço entre a forma ativa (Fve) e inativa (Fv), e quando a taxa Fve/Fv é elevada, ocorre maior estímulo à germinação (SMITH, 1982; BEWLEY; BLACK, 1994; VIVIAN *et al.*, 2008). A forma inativa do fitocromo (Fv) ocorre com pico de absorção na região do vermelho (660 nm) e a forma ativa (Fve) ocorre com pico de absorção na faixa do vermelho extremo (730 nm) (BORGES; RENA, 1993).



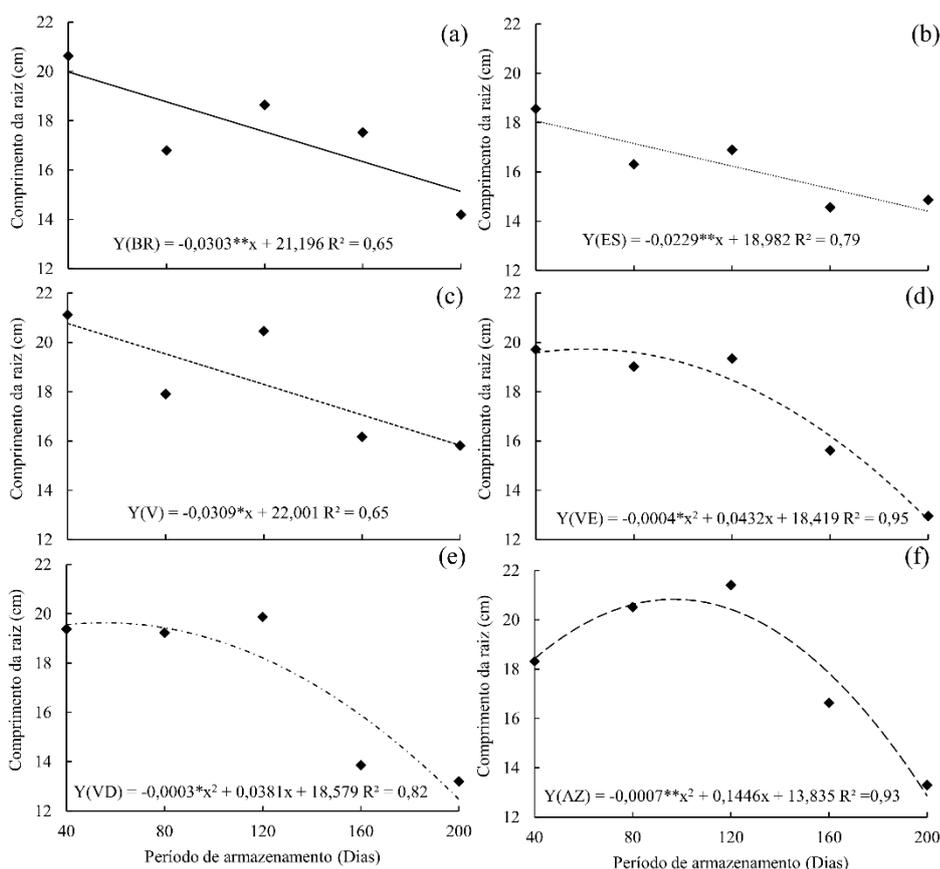
**Figura 3.** Comprimento de parte aérea (CPA) (cm), de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), pré-tratadas com regimes de luz (RL): branca-BR (a), escuro-ES (b), vermelho-V (c), vermelho extremo-VE (d), verde-VD (e) e azul-AZ (f) em função de diferentes períodos (P) de armazenagem. \*\*significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade.

Em relação à variável comprimento de raiz, observou-se que os pré-tratamentos com regimes de luz branco (Figura 4a), escuro (Figura 4b) e vermelho (Figura 4c) se ajustaram ao modelo de regressão linear decrescente e os regimes vermelho extremo (Figura 4d), verde (Figura 4e) e azul (Figura 4f) regressão quadrática com pontos de máxima de 19,5 cm em 54 dias, 19,7 cm em 63 dias e 21 cm em 103 dias respectivamente, indicando que, ao longo do período de armazenamento, as plântulas tenderam a reduzir o comprimento da raiz. Após 120 dias de armazenamento, o desenvolvimento da raiz das plântulas para todos os tratamentos apresentou resultados inferiores em relação aos períodos anteriores (Figuras 4a, 4b, 4c, 4d e 4f).

Em relação aos diferentes regimes de luz, as plântulas expostas ao regime de luz azul e vermelha apresentaram maior comprimento da raiz (em torno de 21 cm) entre 90 e 120 dias, decrescendo posteriormente. Apenas quando expostas ao escuro (Figura 4b) as sementes obtiveram desenvolvimento da raiz inferior às demais (16,5 cm).

Tanto a luz vermelha como a luz azul são efetivas na indução de respostas fotomorfogênicas, sendo que a luz azul está envolvida em vários processos fisiológicos da planta, como o fototropismo e morfogênese, desse modo, a influência da luz azul no crescimento das raízes pode ser compreendida como resposta morfológica da planta ao regime

de luz (HENRIQUE *et al.*, 2011; ALVES *et al.*, 2016). O comportamento do regime de luz vermelha ocorre, pois, quando a forma inativa do fitocromo absorve luz vermelha se converte na forma ativa (VICTÓRIO *et al.*, 2009), induzindo a germinação e o crescimento das plântulas. Solano *et al.* (2020) indicam que a luz vermelha favoreceu o desenvolvimento de raízes secundárias nas espécies *Pisum sativum* L. e *Cucumis melo* L.



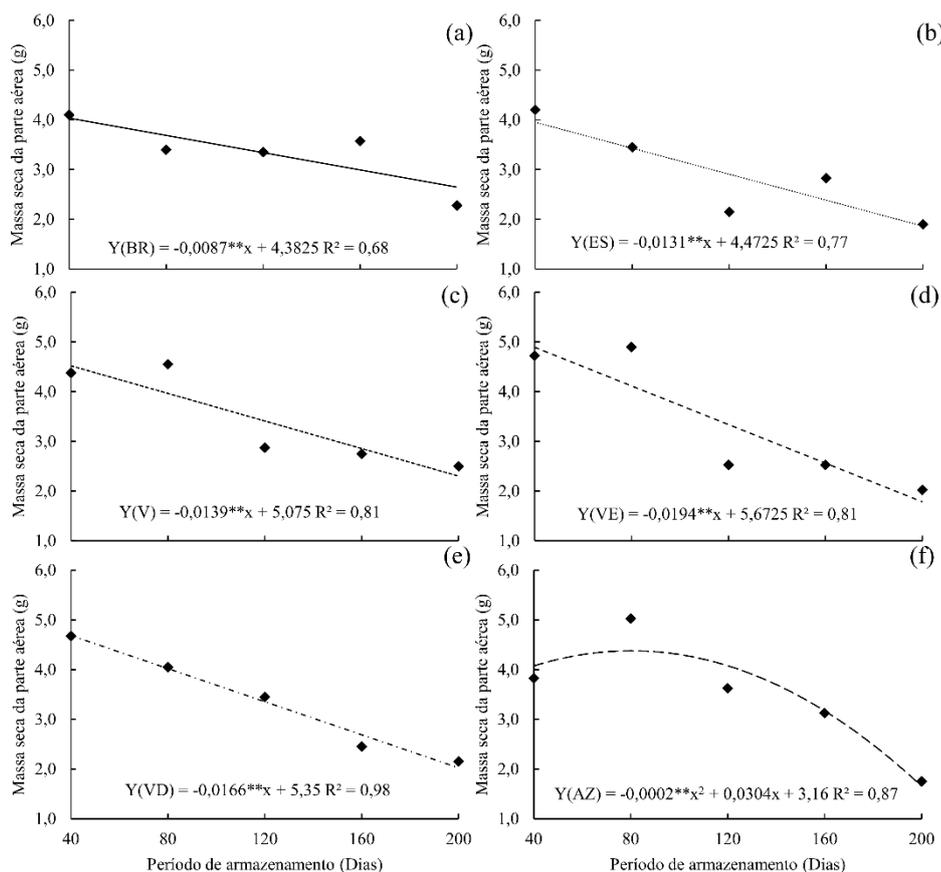
**Figura 4.** Comprimento da raiz (CPR) (cm), de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), pré-tratadas com regimes de luz (RL): branca-BR (a), escuro-ES (b), vermelho-V (c), vermelho extremo-VE (d), verde-VD (e) e azul-AZ (f) em função de diferentes períodos (P) de armazenagem. \*\*significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade.

Com exceção do regime de luz azul (Figura 5c), todos os pré-tratamentos se ajustaram ao modelo de regressão linear decrescente ao longo do tempo de armazenagem para a variável massa seca da parte aérea (Figura 5a, b, c, d, e). Com esses resultados, pode-se afirmar que, quanto maior o período de armazenagem, menor o desempenho dos pré-tratamentos com diferentes regimes de luz, pois há decréscimo do efeito destes.

Sementes pré-tratadas com luz vermelha e vermelho extremo apresentaram maior massa seca da parte aérea, com máximos estimados entre 4,5 e 5,00 g aos 40 e 80 dias de armazenagem (Figura 5c, d). Quando submetidas ao regime escuro (Figura 5b) as sementes apresentaram-se com desempenho inferior (3,1 e 2,1 g aos 40 e 80 dias de armazenagem) em relação às

postas sobre a luz. Os resultados demonstram a importância da eficiente absorção de luz para o crescimento de plantas de feijão-caupi.

Os resultados indicam desempenho favorável do regime de luz vermelho e vermelho extremo estimado entre 4,5 e 5,00 g aos 40 e 80 dias de armazenagem, este fato pode ser explicado pelo fato de a luz vermelha influenciar na maior ação dos fitocromos, atuando assim no desenvolvimento da plântula (VICTÓRIO *et al.*, 2009).

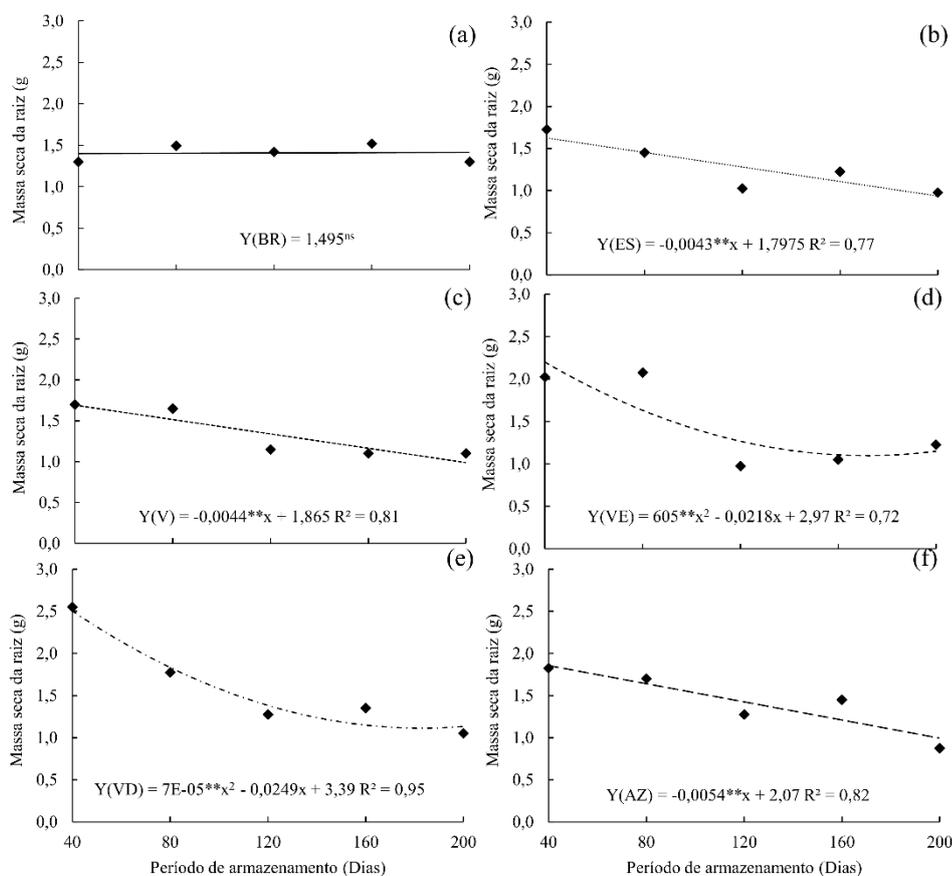


**Figura 5.** Massa seca de parte aérea (MSPA) (g), de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), pré-tratadas com regimes de luz (RL): branca-BR (a), escuro-ES (b), vermelho-V (c), vermelho extremo-VE (d), verde-VD (e) e azul-AZ (f) em função de diferentes períodos (P) de armazenagem. \*\*significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade.

Ao analisar a massa seca de raiz (Figura 6), observou-se que os dados se ajustaram ao modelo de regressão quadrático para os tratamentos submetidos aos regimes de luz vermelho (Figura 6c) e verde (Figura 6e), com pontos de mínima de 1,10 g aos 171 dias e 1,11 g em 180 dias. As sementes tratadas com luz branca (Figura 6a) não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, os demais tratamentos apresentaram regressão linear decrescente, do mesmo modo as sementes tratadas com luz branca obtiveram resultados inferiores (1,4 g) em relação a todos os demais pré-tratamentos utilizados nos primeiros 100 dias de armazenagem.

Ao que se indica, a luz verde não é eficiente em aumentar a proporção de formas ativas do fitocromo em sementes de feijão, observa-se que os comprimentos de ondas influenciam algumas espécies de forma diferente, onde a luz verde, para outras espécies como *Solidago* spp, (WALCK *et al.*, 2000), *Atriplex sagittata* (MANDAK; PYSEK, 2001) e *Compositae* (LUNA *et al.*, 2004) foi capaz de estimular o crescimento e desenvolvimento.

Os regimes de luz vermelho e vermelho extremo preservaram a maior massa seca de raiz de plântulas (1,2 g) de sementes armazenadas até 200 dias. O efeito destes tratamentos pode estar atrelado ao fato de que diferentes espectros de luz podem aumentar a proporção de formas ativas dos fitocromos, interferindo positivamente no desenvolvimento vegetal (VICTÓRIO *et al.*, 2009). Dado que corrobora o fato de que a luz vermelha ao ser percebida pelos fitocromos desencadeia uma série de processos bioquímicos como aumento da biossíntese de giberelina (GA<sub>3</sub>) um importante precursor da germinação (TOYOMASU *et al.*, 1998). Aliado a uma germinação mais rápida e uniforme, as plântulas aumentam o crescimento e acúmulo de biomassa seca (YAGMUR; KAYDAN, 2008), corroborando com o resultado obtido no presente trabalho.



**Figura 6.** Massa seca de raiz (MSR) (g), de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), pré-tratadas com regimes de luz (RL): branca-BR (a), escuro-ES (b), vermelho-V (c), vermelho extremo-VE (d), verde-VD (e) e azul-AZ (f) em função de diferentes períodos (P) de armazenagem. \*\*significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade.

## 4 CONCLUSÕES

Os regimes de luz azul, vermelho e vermelho extremo podem ser utilizados no pré-tratamento de sementes de feijão-caupi.

O efeito dos pré-tratamentos com luz em sementes de feijão-caupi é reduzido ao longo do armazenamento, refletindo redução da qualidade fisiológica.

O efeito dos pré-tratamentos em sementes de feijão-caupi é observado principalmente nos primeiros 120 dias de armazenamento.

## 5 AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão da bolsa.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, L. A. S. *et al.* Deterioração de sementes de girassol durante o armazenamento. **J. Seed Sci**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 240-247, jul. 2013.
- AGRAWAL, P. K.; PRAKASH, G. Control of seed germination in some Indian trees. **Trop. Ecol**, v. 19, n. 2, p. 174-177, 1978.
- ALVES, M. M. *et al.* Germinação de sementes *Platymiscium floribundum* Vog. (Fabaceae) sob a influência da luz e temperaturas. **Ci. Fl**, v. 26, n. 3, p. 971-978, jul./set., 2016.
- AMARAL, L. I. V.; PAULILO, M. T. S. Efeito da luz, temperatura, reguladores de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudin. **INSULA Ver. de Bot**, v. 21, p. 59-86, 1991.
- ANDRADE, J. R. *et al.* Crescimento inicial de genótipos de feijão caupi submetidos a diferentes níveis de água salina. **Agropecu. Cient. Semi-árido**, v. 9, n. 4, p. 36-40, set./dez., 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v9i4.430>.
- ARAÚJO, D. J. *et al.* Conservação de sementes de feijão-caupi sob diferentes condições de armazenamento. **Diversitas J**, v. 6, n. 1, p. 74-88, jan./mar., 2021. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v6i1-1200.
- AZEVEDO, M. R. *et al.* Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Rev. Bras. de Eng. Agrícola e Ambient**, v. 7, n. 3, p. 519-524, out., 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662003000300019>.

BAKHT, J. *et al.* Response of maize (*Zea mays* L.) to seed priming with NaCl and salinity stress. **Span. J. Agric. Res**, v. 9, n. 1, p. 252-261, mar., 2011. DOI: <https://doi.org/10.5424/sjar/20110901-113-10>.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396p.

BEWLEY, J. D. *et al.* **Seeds**: Physiology of development, germination and dormancy. New York, 2013. 392p.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUEZ, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 83-135.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CARDOSO, E. D. *et al.* E. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do condicionamento osmótico. **Rev. Agric. Neotr.**, Cassilândia, v. 2, n. 2, p. 42-48, abr./jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v2i2.264>.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CHHABRA, R. *et al.* Seed aging, storage and: an irresistible physiological phenomenon. **Agric. Rev.**, Haryana, v. 40, n. 3, p. 1-5, jul./set., 2019. DOI: <https://doi.org/10.18805/ag.R-1914>.

COSGROVE, D. J. Rapid suppression of growth by blue light occurrence, time course, and general characteristics. **Plant Physiol**, v. 67, n. 3, p. 584-590, mar. 1981. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.67.3.584>.

DIAS, T. *et al.* Compostos fenólicos e capacidade antioxidante em frutos de tomateiros mutantes fotomorfogenéticos. **Ciênc. Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 782-787, maio, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140098>.

DINIZ, F. O. *et al.* Germination of *Physalis peruviana* L. seeds under varying conditions of temperature, light, and substrate. **Rev. Ciênc. Agron**, Fortaleza, v. 51, n. 1, p. 1-9, ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200003>.

FAROOQ, M. *et al.* Seed priming with ascorbic acid improves drought resistance of wheat. **J Agron Crop Sci**, Germany, v. 199, n. 1, p. 2-22, abr. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2012.00521.x>.

GALHAUT, L. *et al.* Seed priming of *Trifolium repens* L. improved germination and early seedling growth on heavy metal-contaminated soil. **Water Air Soil Pollut**, Switzerland, v. 225, n. 1905, p. 1-15, mar. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-014-1905-1>.

GOMES, I. A. C. *et al.* Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. Oeiras sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. **Ciênc. Rural**, Santa

Maria, v. 38, n. 1, p. 109-115, jan./fev., 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000100018>.

HENRIQUE, P. C. *et al.* Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesq. Agropec. Bras**, Goiânia, v. 46, n. 5, p. 458-465, maio, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000500002>.

LUNA, B. *et al.* Sensitivity to green safelight of 12 Mediterranean species. **Seed Sci. Technol**, v. 32, n. 1, p. 113-117, abr., 2004. DOI:10.15258/sst.2004.32.1.12.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid selection evolution for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, mar., 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.

MANDAK, B.; PYSEK, P. The effects of light quality, nitrate concentration and presence of bracteoles on germination of different fruit types in the heterocarpous *Atriplex sagittata*. **J. Ecol**, v. 89, n. 2, p. 149-158, abr., 2001. <https://www.jstor.org/stable/3072189>.

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

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 23, n. 1, 2013.

MEDEIROS, J. X. *et al.* Overcoming dormancy and influence of light on the physiological quality of *Senna cana* (Fabaceae) Seeds. **J. Exp. Agric. Int**, Greece, v. 32, n. 5, p. 1-9, mar., 2019. DOI: <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v32i530116>.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In*: F. C. KRZYZANOSKI, R. D.; VIEIRA, J. B.; FRANÇA NETO (Eds.). **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. (Cap. 2, p. 1-24).

OGAWA, N. S. *et al.* Submersão de sementes de feijão do grupo preto e desenvolvimento inicial de plântulas. **Nucleus**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 283-290, out., 2016. DOI: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1644>.

PAPARELLA, S. *et al.* Seed priming: state of the art and new perspectives. **Plant Cell Rep**, Heidelberg, v. 34, n. 1, p. 1281-1293, mar., 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00299-015-1784-y>.

PEREIRA, L. B. *et al.* Fertilization management in bean crop under organic production system. **Pesq. Agropec. Trop**, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 29-38, jan./mar. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4528018>.

PICCININ, G. G. *et al.* Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas. **Ambiência**, Guarapuava, v. 9, n. 2, p. 289-298, maio/ago., 2013. DOI: <https://doi.org/10.5777/ambiencia.2013.02.04>.

PIMENTEL, I.; CONTRERES, S. Red and Far-red Light Treatments to Modify Thermoinhibition, Photoblasticity, and Longevity in Lettuce Seeds. **HortTechnology**, v. 24, n. 4, p. 463-470, ago., 2014. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.24.4.463>.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Manual de análise de sementes florestais**. Fundação Cargil, 1988. p. 30-37.

RAHMAN, M. *et al.* Seed priming and *Trichoderma* application: a method for improving seedling establishment and yield of dry direct seeded boro (winter) rice in Bangladesh. **Univers. J. Agric. Res**, San Jose, v. 3, n. 2, p. 59-67, jan., 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.13189/ujar.2015.030205>.

RICHTER, G. *et al.* Red light inhibits blue light-induced chloroplast development in cultured plant cells at the mRNA level. **Plant Mol. Biol**, v. 5, n. 3, p. 175-182, maio, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00015681>.

SANTOS, C. M. R. *et al.* Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Rev. Bras. Sementes**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 104-114, out., 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000100013>.

SILVA, E. C. *et al.* Germinação e vigor em sementes de feijão mungo-verde em função do período de armazenamento. **Sci. Agrar. Paranaensis**, Paraná, v. 17, n. 3, p. 385-388, 2018.

SILVA, F. H. A. *et al.* Physical and physiological attributes of saved cowpea seeds used in the brazilian semi-arid region. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 1, p. 113-120, jan./mar. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n112rc>.

SILVA, G. C. *et al.* Dry grain yield and production components in cowpea genotypes under irrigated and rainfed cultivation. **Rev. Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 342-350, out./dez., 2016. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i4.3385>.

SILVA, M. M. *et al.* Physiological quality and seed storage of common bean grown in the north of Minas Gerais. **Rev. Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 1, p. 97-103, jan./abr., 2014.

SINGHAL, B. K.; SEN, D. N.; BHANDARI, D. C. Spectral sensitivity of seed germination and seedling growth in *Amaranthus* species. **Bangladesh J. Bot**, v. 12, n. 2, p. 171-177, 1983.

SMANIOTTO, T. A. S. *et al.* Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient**, v. 18, n. 4, p. 446-453, abr., 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000400013>.

SMITH, H. Light quality photoperception and plant strategy. **Ann. Rev. Plant Physiol**, v. 33, p. 481-518, jun., 1982. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.33.060182.002405>.

SMITH, H. Phytochromes and light signal perception by plants - an emerging synthesis. **Nature**, Reino Unido, v. 407, n. 6804, p. 585-591, out., 2000.

SOLANO, C. J. *et al.* Impacts of LEDs in the Red spectrum on the germination, early seedling growth and antioxidant metabolism of pea (*Pisum sativum* L.) and melon (*Cucumis*

melo L.). **Agriculture**, v. 10, n. 6, p. 204, jun., 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10060204>.

SOLEIMANZADEH, H. Effect of seed priming on germination and yield of corn. **Intern. J. Agric. Crop Sci**, Reino Unido, v. 5, n. 4, p. 366-369, 2013.

SUN, Y-Y. *et al.* Effects of seed priming on germination and seedling growth under water stress in rice. **Acta Agron. Sin**, Chinese, v. 36, n. 11, p. 1931-1940, jun., 2010. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1875-2780\(09\)60085-7](https://doi.org/10.1016/S1875-2780(09)60085-7).

18

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TOYOMASU, T. *et al.* Phytochrome regulates gibberellin biosynthesis during germination of photoblastic Lettuce seeds. **Plant Physiol**, v. 118, n. 4, p. 1517-1523, dez., 1998. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.118.4.1517>.

VICTÓRIO, C. P. *et al.* Efeitos da qualidade de luz na germinação e desenvolvimento inicial in vitro de *Phyllanthus tenellus*. **Rev. Ciênc. Agron**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 400-405, jul./set., 2009.

VIVIAN, R. *et al.* Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. **Plant. Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 695-706, mar., 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000300026>.

WALCK, J. L.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Increased sensitivity to green light during transition from conditional dormancy to nondormancy in seeds of three species of *Solidago* (Asteraceae). **Seed Sci. Res**, v. 10, n. 04, p. 495-499, dez., 2000. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258500000532>.

YAGMUR, M. *et al.* Alleviation of osmotic strength of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. **Afr. J. Biotechnol**, v. 7, n. 13, p. 2156-2162, jul., 2008.