



**PEDRO HENRIQUE CUSSIOLI**

**QUALIDADE DE LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES  
DE TOMATE.**

**LAVRAS-MG  
2019**

**PEDRO HENRIQUE CUSSIOLI**

**QUALIDADE DE LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE  
TOMATE**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Orientadora  
Dra. Heloisa Oliveira Dos Santos

Coorientadora  
Ana Luiza Reale

**LAVRAS-MG  
2019**

**PEDRO HENRIQUE CUSSIOLI**

**QUALIDADE DE LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE  
TOMATE**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em 13 de junho de 2019

Heloisa Oliveira dos Santos	DAG/UFLA
Dayliane Bernardes de Andrade	DAG/UFLA
Thaísa Fernanda de Oliveira	DAG/UFLA
Raquel Maria de Oliveira Pires	DAG/UFLA

Profa. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos  
Orientadora

Ana Luiza Reale  
Co Orientadora

**LAVRAS – MG**  
**2019**

*A minha mãe (Patricia), ao meu pai (Alfredo), Ao meu sobrinho: Antônio José,  
Aos meus tios, saudoso Antônio Cussioli, Leonilda Maria Cussioli, Jose Romeu  
Cussioli e Carla Sarni.*

*Aos irmãos:Rafael e Leonardo. E a meus avos, Jose Cussiol, Edith Drudi, Daise  
Bertoni.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me dar forças e nunca me deixar desistir, pelas graças recebidas e por permitir mais essa vitória.

Aos meus pais, Alfredo e Patrícia por serem exemplo e por todo trabalho que enfrentaram para essa conquista, dê de conselhos até minha manutenção em lavras.

Aos meus irmãos Leonardo e Rafael pela presença, apoio, incentivo e companheirismo.

Aos meus Avós e toda família pelo apoio e confiança. Principalmente meu avô José Cussioli, que sempre lutou por mim.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelas oportunidades de aprendizado e ensinamentos dessa renomada instituição de ensino.

A minha orientadora Dra. Heloisa Oliveira Dos Santos, pelo exemplo, amizade, incentivo e disponibilidade sempre que precisei.

Ao Gen (núcleo de estudo em genética e melhoramento) pelo aprendizado recebido enquanto membro do mesmo.

Aos amigos e companheiros de trabalho do LAS (Laboratório de sementes)

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo, principalmente os da minha república dê de que moraram comigo até ex-moradores que sempre me apoiaram.

A empresa hortiagro por disponibilizar as sementes para realização do experimento.

As instituições que me ajudaram financeiramente e com apoio como CAPES, CNPq e Fapemig.

Agradeço também as alunas de mestrado Ana Reale e Ana Maria, pelo apoio e paciência ao me amparar quando preciso.

Agradeço Dayliane Bernardes de Andrade pelo apoio e ajuda com o equipamento groundeye na análise estatística.

Agradeço aos membros da banca por terem aceitado participar e contribuir com as correções necessárias.

## RESUMO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma das principais hortaliças produzidas no Brasil, chegando ao mercado todos os anos, 1,5 milhão de toneladas. Mesmo com esse nível de importância, ainda se tem alguns entraves dentro do processo de produção, com destaque para o processo de produção de mudas. Estudos sobre a influência da luz na germinação e desenvolvimento inicial são importantes para o cultivo de tomate para a produção de mudas em campo. O estudo da germinação de sementes contribui para a propagação e melhor planejamento para o estabelecimento das espécies vegetais. Diante do exposto objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho fisiológico, germinação, comprimento de raiz e hipocótilo de plântulas de tomateiro sob influência de diferentes comprimentos de luz. O experimento foi conduzido no Laboratório de sementes da Universidade Federal de Lavras, LAS-UFLA. Para a avaliação do desempenho fisiológico das sementes foram empregadas primeira e segunda contagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea e de raiz primária e razão parte aérea raiz utilizando equipamento growndeye para a avaliação do comprimento de plântula. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e testes de média. A germinação de sementes de tomateiro é afetada positivamente quando expostas ao tratamento com luzes LEDs vermelha. Quando colocadas na luz vermelha e após a primeira contagem feita a troca para luzes LEDs azul, sendo estes resultados marcantes e importantes para aceleração do processo de produção de mudas e também na maior distribuição de raízes na planta.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon sculentum*, fitocromos, comprimento de luz, LED, análise de imagens

## ABSTRACT

The tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Is one of the main vegetables produced in Brazil, reaching the market every year, 1.5 million tons. Even with this level of importance, there are still some obstacles in the production process, with emphasis on the process of seedling production. Studies on the influence of light on germination and initial development are important for tomato cultivation for the production of field seedlings. The study of seed germination contributes to the propagation and better planning for the establishment of plant species. In view of the above, the objective of this work was to evaluate the physiological performance, germination, root length and hypocotyl of tomato seedlings under different light lengths. The experiment was conducted at the Laboratorio de Sementes of the Universidade Federal de Lavras, LAS-UFLA. For the evaluation of the physiological performance of the seeds, the first and second counts of germination, germination speed index (IVG), shoot length and primary root length, and root shoot ratio using growndeye equipment were used to evaluate seedling length. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and mean tests. The germination of tomato seeds is positively affected when exposed to treatment with red LED lights. When placed in the red light and after the first count made the exchange for blue LED lights, these results are striking and important for acceleration the process of production of seedlings and also the greater distribution roots in the plant.

**Key words:** *Lycopersicum sculentum*, phytochromes, light length, LED, image analysis

## SUMARIO

	<b>Pág</b>
1. INTRODUÇÃO-----	<b>1</b>
2. REFERENCIAL TEÓRICO-----	<b>2</b>
2.1 Importância do cultivo de tomate-----	<b>2</b>
2.2 Importância da qualidade de sementes-----	<b>4</b>
2.3 Influência da luz no desenvolvimento de sementes-----	<b>5</b>
3.MATERIAL E MÉTODOS-----	<b>7</b>
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	<b>12</b>
5.CONCLUSÕES-----	<b>17</b>
REFERÊNCIAS-----	<b>18</b>



## 1.INTRODUÇÃO

O tomate é uma hortaliça da família das solanáceas e é considerada uma cultura hortícola de grande importância mundial, , por seu grande consumo na mesa da dona de casa e também seus derivados como molho de tomate, ketchup, entre outros.

Mesmo com esse nível elevado de importância, ainda se tem alguns entraves dentro do processo de produção, com destaque para o processo de produção de mudas, já que o tomate é susceptível a vários tipos de doenças e é hospedeiro de muitas pragas vírus e fungos que causam danos econômicos, sendo assim importante produzir mudas de qualidade.

A germinação e o vigor de sementes são fatores importantes para que as culturas possam ter alto desempenho de produção em campo (MOTERLE et al., 2011). Fatores ambientais, tais como temperatura, fotoluminescência, pH, umidade do solo (RIZZARDI et al., 2009), déficit hídrico, salinidade e solos contaminados por metais pesados podem afetar a germinação das sementes.

Embora a luz não seja considerada um fator essencial para que o processo germinativo se realize em algumas sementes, a sua presença pode contribuir para atenuar problemas causados por fatores bióticos. (MARCOS-FILHO, 2015). Aliado a isto, o condicionamento fisiológico de sementes tem se mostrado uma técnica eficaz e de fácil execução, com a função de conferir às plantas tolerância aos mais diversos estresses abióticos (SUN et al., 2010; BAKHT et al., 2011; GALHAUT et al., 2014), principalmente em uma hortaliça que tem grande importância agrícola mundial, como o do tomate (AMOOAGHAIE; NIKZAD, 2013).

Com estes fatos mostrou-se a contribuição do fitocromo que absorve os comprimentos de luz vermelho e vermelho longo nos mecanismos de sinalização da síntese de giberelina, hormônio de grande influência na germinação de sementes. (TOYOMASU et al., 1998). A luz é um fator de suma importância para o crescimento de plântulas e protrusão de sementes que sejam fotoblásticas positivas, como o tomate.

O trabalho mostrou-se eficiente para encurtar o tempo e qualidade para posterior produção de mudas de tomate.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho verificar a influência da luz vermelha e azul na germinação e desenvolvimento de sementes e plântulas de tomate.

## **2.REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### ***2.1 Importância da cultura do tomate***

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) possui a sua origem na América do Sul, tendo centros de distribuição primordial na Bolívia, Chile, Equador e Peru (CURRENCE, 1963). O tomateiro é considerado uma hortaliça que pode ser cultivada em qualquer região, altamente complexa do ponto de vista agrônomo e de alto risco econômico (FILGUEIRA, 2003).

Pertencente à família das Solanáceas e tem grande importância econômica mundial. Anualmente são produzidas mais de 159 milhões de toneladas dessa hortaliça em todo o mundo (YaraBrasil, 2011). Os maiores produtores mundiais de tomate são: China, Estados Unidos, Índia, Turquia, Egito, Itália, Irã, Brasil, Espanha e México, respectivamente, somente estes países produzem o total de 76% da produção mundial total. (FAOSTAT, 2013).

A produção mundial de tomate para processamento industrial no ano 2000 foi de aproximadamente 27 milhões de toneladas. O Brasil, um dos maiores produtores mundiais, produziu em 2002 cerca de 1,28 milhão de toneladas em uma área de 18,25 mil hectares, indicando que, atualmente, nossa produtividade média é de cerca de 70 toneladas por hectare. (Embrapa)

A produção brasileira de tomate para industrialização, ou tomate rasteiro, começou em Pernambuco, no município de Pesqueira, no final do século XVIII. Porém, a cultura experimentou um grande impulso apenas a partir da década de 1950, no Estado de São Paulo, viabilizando a implantação de diversas agroindústrias. Na década de 80, ela expandiu-se na região Nordeste, especialmente em Pernambuco e no Norte da Bahia. Em virtude das condições climáticas favoráveis existentes naquela região, imaginou-se a possibilidade de cultivar o tomateiro durante um maior período do ano, com a expectativa de evitar a formação de estoques de polpa e reduzir o período de ociosidade da indústria na entressafra.

No Brasil, a maior área cultivada hoje com tomate industrial está na região centro oeste, sendo que os três principais estados produtores são: São Paulo, Goiás e Minas Gerais (IBGE, 2015), onde o clima seco durante os meses de março e setembro fazem com que o cultivo seja favorável nessa época além de a região conter solos fundos e bem drenados que ajudam no desenvolvimento de tomate no campo, além de garantir um bom relevo para a mecanização para tomate industrial.

Das cultivares plantadas no Brasil, a maioria é proveniente de materiais vindos da Europa e dos Estados Unidos, inclusive as cultivares mais usadas comumente como Santa Clara, Kombat e Santa Cruz, apesar de materiais selvagens serem encontrados esporadicamente (CARELLI et al., 2006).

Da produção total de tomate, 70% são destinados ao consumo in natura, e os outros são matéria prima para industrialização, para fazer sucos e extratos por exemplo e outros derivados. Ressalta-se que as cultivares de tomate usadas para a mesa são diferentes daqueles que são usados na indústria e as diferem também no modo de cultivo, Quando a produção é destinada ao tomate para venda in natura, ou seja para mesa, ele é tutorado , já o tomate para indústria , ou como o nome já diz tomate rasteiro, o cultivo é não-tutorado.

O consumo de tomate está relacionado a atributos como aparência física do fruto, sabor, aroma, textura e valor nutricional. Na composição dos frutos, que varia de acordo com o tipo de variedade utilizado, nutrição, condições de cultivo e condições de ambiente na fase de produção, o tomate apresenta baixo poder calórico, pequeno teor de matéria seca e é nutricionalmente rico em cálcio e vitamina C (ALVARENGA, 2004).

Considerando o conteúdo nutricional do tomate, observa-se níveis elevados de glicose, frutose e sacarose (GARVEY; HEWITT, 1991; MIRON; SCHAFFER, 1991). Além de, sua composição química possuir também carotenoides:  $\beta$  - caroteno, um precursor da vitamina A, e, principalmente, o licopeno; são ainda encontradas vitaminas, a exemplo do ácido ascórbico e tocoferóis, fenóis: flavonóides e derivados. (BORGUINI; TORRES, 2009; CLINTON, 1998; KOTKOV; HEJTMNKOV; LACHMANI 2009; KOTKOV et al , 2011; MOCO et al., 2006 ; VALLVERDÚ - QUERALT et al., 2011) .Vários benefícios à saúde podem ser relacionados ao consumo de tomate, principalmente na prevenção ou combate ao desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas (LEONARDI et al., 2000).

## ***2.2 Importância da qualidade de sementes***

De grande importância na agricultura como um todo, a qualidade de sementes é essencial para a produção de uma muda com de qualidade fisiológica e genética, assim como o estabelecimento inicial de uma lavoura que depende essencialmente das sementes utilizadas no plantio. A porcentagem, velocidade e uniformidade de emergência de plântulas dependem do potencial da tal. Sementes com elevada qualidade resultam em plântulas fortes, vigorosas, que são bem desenvolvidas e que se estabelecem em diferentes condições climáticas e em quaisquer ambientes. (FRANÇA-NETO, 2010).

A germinação consiste no processo de crescimento e desenvolvimento do eixo embrionário, a fim de originar uma plântula que seja normal em condições consideradas favoráveis. (MARCOS FILHO, 2015), esta pode ser influenciada por fatores externos e internos, como longevidade e viabilidade e extrínsecos, a água, temperatura e oxigênio (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A semente possui atributos de qualidade genética, fisiológica, física, e sanitária que garante melhor desempenho agrônômico (maior produtividade e mudas saudáveis). Para uma semente ser considerada de alta qualidade, deve possuir características fisiológicas e sanitárias tais como altas taxas de vigor, sanidade e uma alta porcentagem de germinação, bem como a garantia de purezas varietais e físicas, e que não apresente contaminação no lote, o certificando a pureza deve ser emitido laboratórios certificados pelo mapa, garantindo a ausência de sementes de ervas daninhas no meio do lote para que não haja contaminação do lote.

Os fatores que influenciam a qualidade da semente, podem ocorrer durante a fase de produção no campo, operação de colheita, secagem, beneficiamento, no armazenamento, no transporte e semeadura, por isso deve-se estabelecer um controle de qualidade, que engloba a análise e certificação da semente visando garantir a pureza genética dos cultivares assegurando ao agricultor um lote puro e com alto vigor, podendo estabelecer um estande uniforme no campo (Fundação Rio Verde, 2014.).

Para espécies de frutos carnosos, solanáceas e cucurbitáceas, o processo de maturação das sementes se faz presente também após a colheita dos frutos, que é um aspecto vantajoso, pois permite colher os frutos precocemente, submetendo-os a um período de armazenamento ou repouso pós-colheita suficiente para que as sementes atinjam sua qualidade máxima. Em espécies com hábito de crescimento indeterminado, como o tomate, o florescimento é contínuo e de grande sem uniformidade nos estádios de maturação dos frutos como estratégia para a produção de sementes obtendo um menor

número de colheitas poderia ser realizado, colhendo-se frutos em diferentes estádios de maturação, extrai-se então as sementes dos frutos maduros e submetendo-se os demais a tempos variáveis de armazenamento pós-colheita. A colheita precoce dos frutos ainda teria como vantagem diminuir sua exposição às intempéries e aos ataques de pragas e microrganismos no campo (BARBEDO et al., 1994B).

### ***2.3 Influência da luz no desenvolvimento de sementes***

A luz é um importante fator ambiental que ajuda na germinação em um grande número de espécies. Ela é coordenada através da sua composição de espectro, fluência de fótons, temperatura, disponibilidade de água, além do estado fisiológico que a semente se apresenta, os quais podem ajudar ou inibir a germinação (MIGUEL et al., 2000; SHICHIJO et al., 2001, DONOHUE et al., 2008). Em sementes embebidas, estes resultados sinalizam à semente se as condições são ou não propícias para germinação (BENECH-ARNOLD et al., 2000).

Esta resposta das sementes à luz, assim como para os outros fatores, apresenta-se de forma diferente entre as espécies e depende de uma série de fotorreceptores, como os fitocromos, as quais são as moléculas mais vistas e caracterizadas nos processos fotomorfogénicos (NAGY et al., 2001).

Certas faixas da radiação visível são mais eficientes do que outras pensando na indução da germinação, e são captadas por pigmentos fotorreceptores. O fitocromo é um pigmento constituído de um cromóforo tetrapirrólico de cadeia aberta que estão ligados a uma proteína, apresentando-se sob formas fotorreversíveis: o fitocromo vermelho (660 nm), que contem máxima absorção na faixa do vermelho, e o fitocromo vermelho-longo (Pfr), este que contem máxima absorção na faixa do vermelho-longo (730 nm). Quando o fitocromo de cor vermelha absorve radiação na faixa do vermelho ele passa para a forma fitocromo vermelho do tipo longo. Já o inverso acontece quando o fitocromo de cor vermelha longo absorve o de luz vermelha somente. Quando a germinação ocorre em resposta a valores elevados da relação fitocromo vermelho e vermelho longo, as sementes são classificadas como fotoblásticas positivas. Já sementes que germinam apenas no escuro são consideradas fotoblásticas negativas, ou seja, não necessitam de luz para germinação. Embora a maioria não necessite de luz para a germinação, ou seja, são independentes da luz. Em plantas fotoblásticas positivas quando ocorre a absorção da radiação pelo fitocromo da planta, uma série de reações são desencadeadas que

estimulam ou não o processo de germinação. (Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Botânica – ICB)

Os diversos comprimentos de ondas ajudam algumas espécies de forma diferente de outras. A exemplo deste fato, a luz azul que ajuda na germinação de *Acacia catechu* (AGRAWAL; PRAKASH, 1978) e *Amaranthus spp* (SINGHAL et al., 1983) mas que inibe a de *Amaranthus caudatus* (NOWAK et al., 1996); o mesmo acontece para a luz verde, que estimula *Aeschynomene indica* e *Tephrosia purpurea* (CHAGHTAI et al., 1983), *Solidago spp*, (WALCK et al, 2000), *Atriplex sagittata* (MANDAK: PYSEK, 2001) e *Compositae* (LUNA et al, 2004) e inibe a germinação de *Chondrilla juncea* (LUNA et al., 2004), bem como a luz azul e vermelho-extremo que resulta na inibição de *Solanum tuberosum* (LISTOWSKI; RYKACZEWSKA, 1975); *Citrullus lanatus* (THANOS; MITRAKOS, 1992). Nas de *Cyrtopodium glutiniferum*, a germinação é mais rápida sob luz branca ou azul, mas alcançou um percentual final mais elevado sob a luz verde (VOGEL; MACEDO, 2011).

### 3.MATERIAL E METODOS

#### 3.1 *Locais do experimento*

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de sementes da UFLA-LAS (Universidade Federal De Lavras). Foram utilizadas sementes de tomate da cultivar Santa Clara, produzidas na fazenda experimental da UFLA, no município de Ijaci. Ressalta-se que as sementes foram colhidas em outubro de 2018, e mantidas em câmara fria ate a realização dos testes.

#### 3.2 *Qualidade de luz*

Foram utilizadas BOD's adaptadas com diferentes comprimentos de luz. Utilizou-se de duas BOD's, sendo uma com luz LED branca e outra adaptada para luz LED vermelha e azul.

#### 3.3 *Testes realizados*

**Teste de germinação:** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com água na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco, em caixas plásticas tipo gerbox.

Os gerboxes foram colocados em câmaras de germinação tipo BOD sob alternância de temperatura e luz, sendo 20°C/16 h na luz e 30°C/8 h no escuro, ou seja, com alternância de 20-30 graus. A primeira contagem foi analisada seguindo as metodologias prescritas na Regras de análise de sementes para sementes de tomate. Este regime de luz foi utilizado tanto para as sementes expostas a luz branca, como para as sementes expostas a luz vermelha. Para as sementes expostas a luz vermelha por 5 dias e azul pelos 9 dias seguintes. (Figura 1).



Figura 1: Equipamento do tipo BOD adaptadas com luz branca, vermelha e azul.

As contagens foram efetuadas aos 5 e 14 dias após a semeadura, sendo computado o percentual de plântulas normais. (BRASIL, 2009).

**Plântulas Normais:** Possuem certas estruturas essenciais quando testadas em substratos artificiais: sistema radicular bem desenvolvido com raiz primária ou duas raízes seminais; hipocótilo bem desenvolvido e intacto; epicótilo sem apresentar lesão que atinja os tecidos condutores. Em dicotiledôneas, uma gema normal.

**Plântulas anormais:** Plântulas que não tem valor para semeadura, e não mostram potencial para continuar seu desenvolvimento em condições favoráveis.

**Sementes Mortas:** Sementes que no final do teste não germinam, não estão duras, nem dormentes. Geralmente apresentam-se amolecidas.(Brasil, 2000)

**O teste de primeira contagem:** foi realizado juntamente com o teste de germinação computando-se o percentual de plântulas normais no quinto dia após a semeadura.

**Índice de velocidade de germinação:** Foi realizado juntamente com o teste de germinação, com leituras diárias a partir da primeira protrusão radicular, calculando-se o índice de velocidade de germinação de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVG = \Sigma(n/t),$$

Onde:

t = número de dias da semeadura à primeira, à segunda, ..., à última contagem.

n = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem, ... na última contagem

Calcula-se para cada tratamento.

Quanto maior o valor de IVG, maior a germinação média diária, melhor o tratamento

É válido ressaltar que todas as leituras foram feitas a noite para que não houvesse interferência da luz natural sob os resultados quando da utilização de luz vermelha e azul.

Ressalta-se que as luzes apresentam comprimento de luz diferentes entre elas, vermelha e azul (Vermelho com comprimento entre 650 a 700nm e azul na faixa de 400



a 450nm) (Figura 2.), a fim de saber qual comprimento de luz favorece mais a germinação.

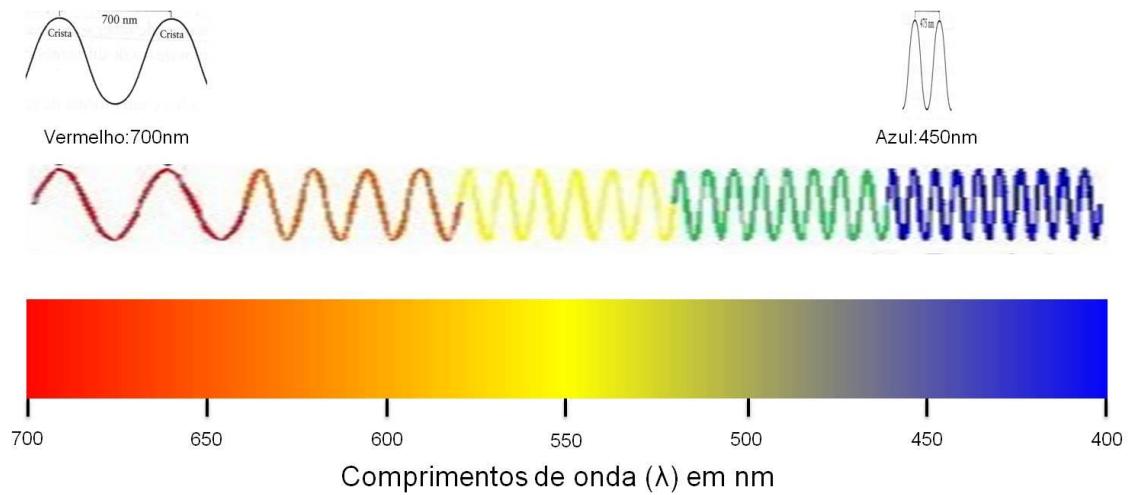
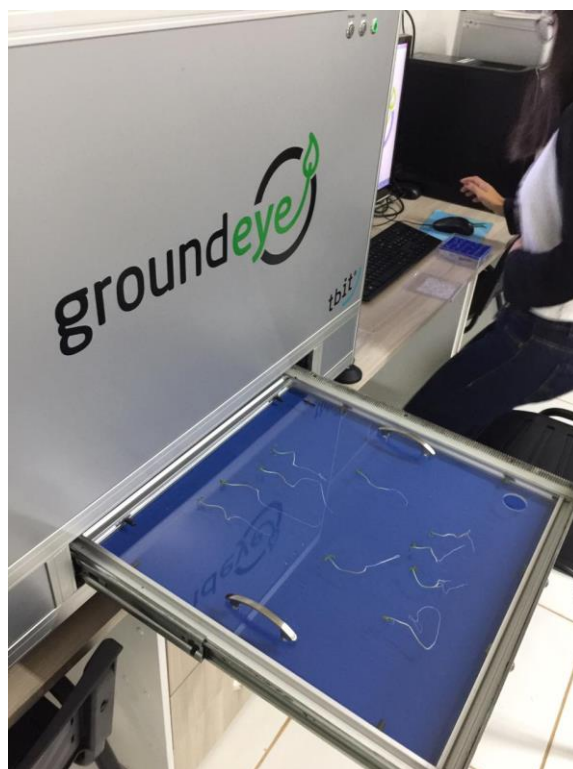


Figura 2. Diferentes comprimentos de luz conforme coloração

### **Tamanho de plântulas por análise de imagens**

As imagens foram capturadas aos 14 dias após a semeadura.

Para a captura das imagens foi utilizado o sistema GroundEye<sup>®</sup>, versão S800, composta por um módulo de captação que possui uma bandeja de acrílico e uma câmera de alta resolução e um software integrado para avaliação, que mediu o tamanho de plântula para a análise de imagem. (Figura 3).



**Figura 3:** Análise de imagens das plântulas utilizando o sistema GroundEye<sup>®</sup>, versão S800

As plântulas originadas do teste de germinação foram retiradas do papel mata-borrão e foram inseridas na bandeja do módulo de captação para a obtenção das imagens. Na etapa de configuração da análise será utilizada a calibração da cor de fundo (modelos de cor HSV, CIELab e YCbCr) para obtenção do melhor contraste entre o fundo e as plântulas de tomate.

Foram utilizadas 10 plantas por imagem, sendo cada imagem uma repetição, escolhidas ao acaso.

Depois da calibração da cor do fundo foram realizadas as análises das imagens e foram extraídos valores das características das plântulas como o comprimento da raiz (CR), comprimento de parte aérea (PA), e a razão do comprimento da raiz pelo comprimento de parte aérea (CR/PA). Posteriormente foram gerados relatórios com os resultados obtidos na análise das imagens.

### **3.3 Análises estatísticas**

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizados (DIC). Foram utilizadas 4 repetições para cada tratamento. Os dados foram inicialmente analisados estatisticamente com testes de normalidade (Shapiro-Wilk), análise de

variância (ANOVA) e teste de média, utilizando o *software* SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2010) para comparar as médias utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar diferenças significativas entre os tratamentos de luz avaliados ( $p < 0,05$ ). (tabela1.)

Para o teste de primeira contagem de germinação foi possível observar que a combinação de luz vermelha + luz azul obteve valores superiores aos valores encontrados quando as sementes foram expostas a luz vermelha e branca. É válido ressaltar que o teste de primeira contagem de germinação é um teste de vigor, comprovando assim que a utilização da combinação de luzes pode ser interessante quando se busca plântulas com mais vigor (Tabela 1). Já para o teste de germinação, observou-se que tanto a utilização de luz vermelha com azul e a utilização de luz somente vermelha, tiveram maiores germinações quando comparados com a luz branca, podendo assim inferir que a intensidade de luz utilizada no teste de germinação favorece a germinação de sementes de tomate.

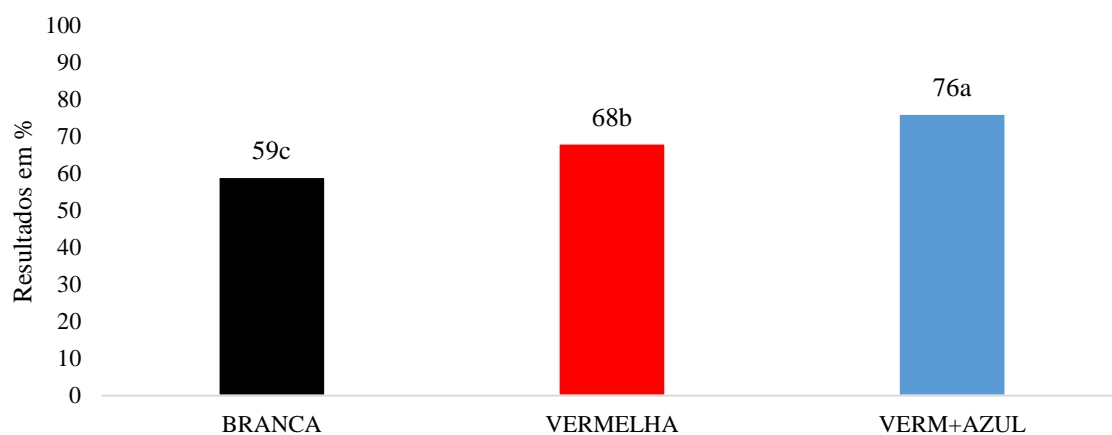
**Tabela 1** - Germinação e primeira contagem de plântulas normais e anormais, e IVG.

Tratamentos	1a Contagem	Germinação	IVG	Anormais
Branca	59 c	81 b	5,37 c	10 a
Vermelha	68 b	90 a	6,32 b	7 ab
Verm+Azul	76 a	96 a	7,34 a	4 b
CV(%)	5,39	4,07	3,30	35,63

Médias seguidas pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de tukey a 5% de confiança.

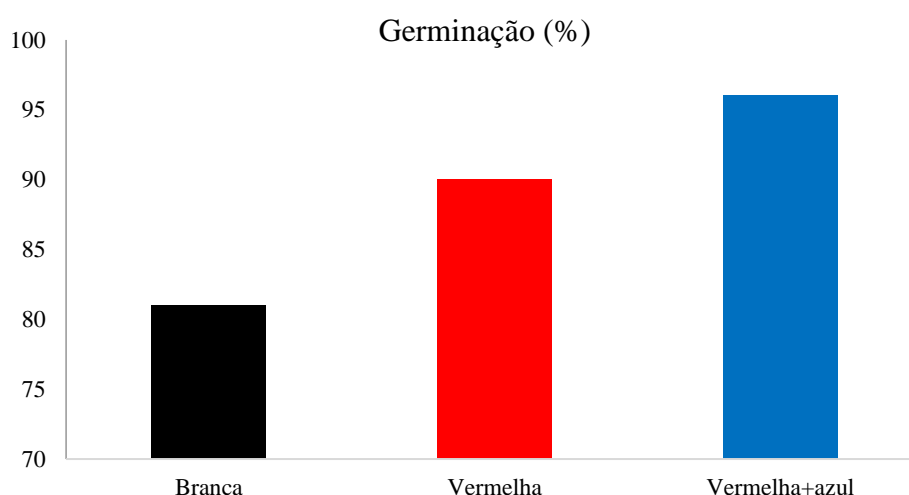
Observa-se também, como mostrado na Tabela 1, maiores índices de germinação nas plântulas que estavam expostas a luz vermelha+azul comparadas com as que estavam na luz LED branca, não mostrando diferença considerável de números de plântulas da luz vermelha+azul com a semente exposta somente a luz azul.

O gráfico 1 indica a superioridade do tratamento com luz alternada em relação aos demais tratamentos quando avaliados na primeira contagem da germinação.



**Gráfico 1.** Porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem

Diante destes resultados comprovou-se uma maior eficiência de germinação ao fim da última contagem (realizada com 14 dias) quando as plântulas foram expostas a luz vermelha por 5 dias e depois a troca para a luz azul, com diferença significativa segundo o teste de Tukey. Os tratamentos utilizando luz branca apresentam resultados inferiores e os tratamentos utilizando somente a luz vermelha apresentam resultados intermediários. (Gráfico2.)



**Grafico2.** Porcentagem de plantas germinadas após os 14 dias.

Também foi visto no experimento que sementes de tomate expostas a luz vermelha+azul apresentam menor número de plântulas anormais, quando comparadas com as sementes que estavam expostas somente a luz vermelha, e a luz branca.

A troca da luz vermelha para a azul após a primeira contagem mostrou ser o tratamento mais eficiente em relação a porcentagem de germinação dentre todos avaliados.

Foram feitas também as análises estatísticas de parte aérea e raiz, em cm, para objetivar-se qual obteve maior relação de parte aérea e raiz. (Tabela 2.)

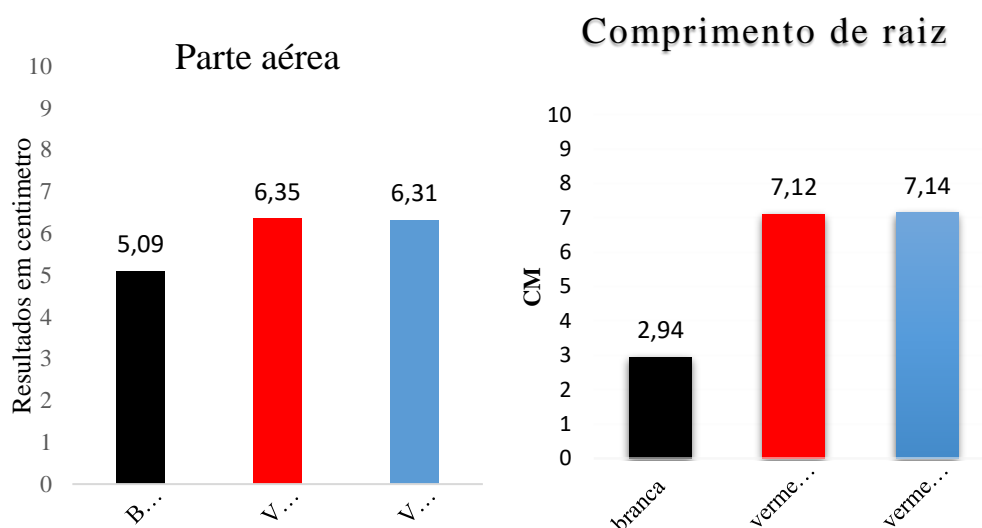
**Tabela 2.** Comprimento de parte aérea e raiz, e a razão entre parte aérea e raiz, além de apresentar resultados dos totais, e coeficiente de variância em porcentagem.

Tratamentos	Parte Aérea (pa)	Raiz (r)	Razão PA/R	Tamanho total
Branca	5,09 b	2,94 b	0,47 b	9,30 a
Vermelha	6,35 a	7,12 a	0,58 b	12,20 ab
Verm+Azul	6,31 a	7,14 a	1,40 a	14,67 a
cv(%)	6,66	29,85	32,46	14,05

Médias seguidas pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de tukey a 5% de confiança.

De acordo com os resultados de parte aérea e raiz, mostrados na tabela 2, aferiu-se que as sementes expostas à luz vermelha e vermelha+azul apresentam maior comprimento tanto em parte aérea quanto em raiz.

Também houve diferença de parte aérea, raiz e total entre plântulas expostas a luz vermelha+azul em relação às plântulas expostas somente a luz vermelha, mostrando que no parâmetro razão PA/R as plântulas expostas a luz vermelha+azul obtiveram medias superiores perante as outras (Gráfico 3 a e 3 b.).



**Gráfico 3a.** Comprimento de parte aérea. **Gráfico 3b.** Comprimento de raiz

O trabalho apresentou que o comprimento de luz altera significativamente o comprimento de raiz, além de o comprimento de luz vermelho apresentar menor incidência de plântulas anormais.

A eficiência das luzes na aceleração dos primeiros dias de germinação e uma maior área de contato das raízes, estas por apresentarem maior número de raízes adventícias, sendo benéfico para o produtor de muda pois acelera o tempo em que a muda fica em sua estufa até a venda para o produtor, garantindo uma muda sadia com menor tempo de germinação e maior área e comprimento de raízes primárias e secundárias.

Comparado com experimento realizado no pré tratamento de sementes, ou seja, antes de colocá-la em BODs (SANTOS, JC, 2016) que afirmou que Sementes que foram embebidas e expostas a luz verde resultaram em uma maior porcentagem de germinação.

Entretanto, esta porcentagem se diferenciou do tratamento com sementes expostas a luz vermelha e vermelho extremo. As sementes pré-tratadas com vermelho apresentaram porcentagem de germinação inferior, com uma redução de 16% em comparação com as sementes que não foram submetidas a nenhum tratamento.

Em relação a parte aérea, o comprimento foi maior quando submetido a luz vermelha+azul, o que possibilita também que as raízes possam crescer de forma mais rápida, fato este justificado por uma maior velocidade de absorção da água. (YAGMUR; KAYDAN, 2008).

De acordo com estes resultados, as plantas fotoblásticas positivas necessitam de luz para se desenvolver e germinar, mostrando também que diferentes comprimentos de luzes afetam o desenvolvimento e germinação da plântula de tomate, especialmente os comprimentos de luz vermelha e azul, quando comparadas a vermelha e a branca.

Os dados existentes na literatura que comprovam que seja necessária a luz LED para a germinação de tomate em BOD são escassos, uma vez que a maioria dos testes são feitos com luzes incandescentes. Testes realizados em outras culturas como na família das melastomataceas dizem que sementes destas espécies são pequenas e permanecem no solo em busca de clareiras para poder germinar, pois não conseguem sem luz (Andrade 1995; Zaia & Takaki 1998; Baskin et al. 1999, Sousa Silva 2001; Valio & Scarpa 2001). Porém, de acordo com Klein e Felipe (1991) plantas que são fotoblasticas positivas nem sempre são fotoblasticamente absolutas, porque muitas espécies de plantas que se comportam como fotoblásticas positivas apresentam pelo menos alguma germinação no escuro.

Sementes pequenas geralmente são fotoblásticas positivas (Hewitt 1998) e a falta de capacidade destas de germinar quando sem luz faz com que elas o façam apenas nas camadas superficiais do solo, onde a luz pode atingi-las, isto é evidente no plantio do próprio tomate que se aumentarmos a profundidade de semeadura ela demora para germinar, ou seja é necessário remover a terra superior a ela para que ocorra a germinação.

Portanto com estes resultados a espécie do tomate em questão é classificada como fotoblástica positiva, por ser uma semente pequena como dito por Hewitt e por se adaptar melhor com a presença de comprimentos de luz como no experimento.

Como mostrado também por (Menezes *et al.*, 2000), a luz é um fator limitante na germinação de alface de cultivares diferentes que foram expostos a presença de luz. Utilizando o fotoperíodo de 8h de luz e 16h de escuro, ele verificou que para as variedades de alface Elisa e Regina, as temperaturas entre 20 e 30°C permitiram germinações

elevadas, confirmando a importância da luz como limitante do desenvolvimento e germinação de sementes.

A presença da luz na BOD em comprimentos de luzes é essencial para a germinação, afirmando estudos realizados com sementes de macela *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC., que mostraram resultados semelhantes cuja maior quantidade de germinação e menor tempo de germinação, foi avaliado melhor, quando na presença de luz (Ikuta, 1998).

Nesse experimento, diante de diferentes exposições de luzes verificou-se um comprimento maior ou menor de parte aérea ou raiz. Este resultado diverge do resultado feito por Jana Koefender, que diz que o comprimento e a massa seca das plântulas de calêndula foram maiores sem presença de luz. Nas análises demonstradas por Jana pode-se observar que o comprimento de plântulas expostas à temperatura de 25°C, na ausência de qualquer luz, foi significativamente superior (11,5 cm) em relação as plântulas expostas a luz (9,1 cm), que comprova a calêndula como uma espécie insensível a presença de luz, diferente do tomate.

OS resultados de índice de germinação foram semelhantes aos obtidos por Paula, CL, que demonstrou que sementes de sementes de *P. marginatum* expostas a luz com filtro vermelho e azul tiveram índice de velocidade de germinação (IVG) maiores, mas para o filtro azul e verde não se diferiu estatisticamente. Contudo este último mostrou-se superior ao filtro verde e filtro transparente, indicando que, assim como no tomate, as luzes vermelhas e azul aumentaram significativamente os valores de IVG, sendo o controle menos eficiente (luz branca).



## **5.CONCLUSÕES**

Conclui-se que obtivemos resultados superiores em porcentagem de ivg dentre outros de sementes submetidas a exposição de luzes com cores variadas e valores intermediários para sementes que foram expostas somente a luz vermelha.

Também apresentou-se que houve maior eficiência na produção de plântulas normais quando conduzidos sobre luzes variadas.

Além de mostrar diferença significativa no crescimento de parte aérea e no comprimento de raiz quando as plântulas são expostas a luz vermelha e vermelha + azul, quando comparadas com as expostas na luz branca.

## REFERÊNCIAS

AGRAWAL, P.K.; PRAKASH, G. Control of seed germination in some Indian trees. *Tropical Ecology*, v. 19, p. 174–177., 1978.

ALEX C. Me Cormac, Harry Smith, Garry C. Whitelam. Photoregulation of germination in seed of transgenic lines of tobacco and Arabidopsis which express an introduced cDNA encoding phytochrome A or phytochrome B

ALVARENGA, M. A. R. Exigências Climáticas. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). *Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia*. Lavras: Ed. da UFLA, 2004. p. 31-36

AMOOAGHAIE, R.; NIKZAD, K. The role of nitric oxide in priming-induced lowtemperature tolerance in two genotypes of tomato. *Seed Science Research*, v. 23, p. 123-131, 2013.

ANDRADE, A.C.S. 1995. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Leandra breviflora* Cogn., *Tibouchina benthamiana* Cogn., *Tibouchina grandifolia* Cogn., *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baill. (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Sementes* 17: 29-35

BASKIN, C.C.; Baskin, J.M. & Chester-Edward, W. 1999. Seed dormancy and germination in *Rhexia mariana* var. *interior* (Melastomataceae) and eco-evolutionary implications. *Canadian Journal of Botany* 77: 488-493

BECKERT, O. P.; MIGUEL, M. H.; MARCOS-FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. *Scientia Agrícola*, v. 57, n. 4, p. 671-675, 2000.

BENECH-ARNOLD, R. L.; SÁNCHEZ, R. A.; FORCELLA, F.; KRUK, B. C.; GHERSA, C. M. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*, v. 67, p. 105–122, 2000

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. *Seeds : Physiology of development, germination and dormancy*. New York, 2013. p. 392.

BORGUINI, R., TORRES, E. Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. *Food Reviews International*, v. 25, p. 313–325, 2009.

CARELLI, B. P.; GERALD, L. T. S.; GRAZZIOTIN, F. G.; ECHEVERRIGARAY, S. Genetic diversity among Brazilian cultivars and landraces of tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. Revealed by RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 53, p. 395-400, 2006.

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

- CHAGHTAI, S. A.; KHAN, S. S.; SULTAN, S. Germination response of some wild papilionaceous seeds of various action spectra. *Biologia*, v. 29, p. 93–100, 1983.
- CLINTON, S.K.. Lycopene; chemistry, biology and implications for human health and diseases. Nutrition Foundation, v. 56, p. 35–51, 1998.
- CLINTON, S.K.. Lycopene; chemistry, biology and implications for human health and diseases. Nutrition Foundation, v. 56, p. 35–51, 1998.
- CURRENCE, T. M. Tomato breeding. I . Species, origin and botanical characters. *Handbuch der pflanzenzucht*, v. 2, p. 351-369, 1963.
- DAVID J. Sheerin<sup>1</sup> & Andreas Hiltbrunner<sup>1</sup>. Molecular mechanisms and ecological function of far-red light signalling.
- DEBORAH de souza vidigal<sup>2</sup> , denise cunha fernandes dos santos dias<sup>3</sup> , daniel dos santos porto carrero naveira<sup>2</sup> , fabiano branco rocha<sup>4</sup> , maria carmen bhering<sup>5</sup>. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos
- DONOHUE, K.; HESCHEL, M. S.; BUTLER, C. M.; BARUA, D.; SHARROCK, R. A.; WHITELAM, G. C.; CHIANG, G. C. K. Diversification of phytochrome contributes to germination as a function of seed-maturation environment. *New Phytologist*, v. 177, p. 367–379, 2008.
- FAOSTAT. 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Tomatoes production-crops. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/search/tomatoes>> Acesso em: 05/01/2016.
- FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. *Informativo Abrates*, Londrina, v. 20, n. 1-2, p. 37-38, 2010.
- GARVEY, T.; HEWITT, J. Starch and sugar accumulation in two accessions of *Lycopersicon cheesmanni*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 46, p. 381–396, 1991.
- GIOVANNUCCI, E., RIMM, E. B., LIU, Y., STAMPFER, M. J., WILLETT, W. C.. A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *Journal of the National Cancer Institute*, v. 94, p. 391–398, 2002.
- GOGGIN, D.E.; STEADMAN, K. J. Blue and green are frequently seen: responses of seeds to short- and mid-wavelength light. *Seed Science Research*, v. 22, p. 27 – 35, 2012.
- IKUTA, A.R.Y. Estudos sobre propagação de marcela, *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC., Compositae. In: \_\_\_\_\_. *Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica*. Botucatu: UNESP, 1998. V.1, p.165-191.

- KLEIN, A.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, n. 7, p. 955-966, 1991.
- KOEFENDER, J et all. Influência da temperatura e da luz na germinação da semente de calêndula.
- KOTKOV, Z., HEJTMNKOV, A., LACHMAN, J. Determination of the influence of variety and level of maturity of the content and development of carotenoids in tomatoes. *Czech Journal of Food Sciences*, v. 27, p. S200-S203, 2009.
- LEONARDI, C.; AMBROSINO, P.; ESPOSITO, F.; FOGLIANO, V. Antioxidative activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 48, p. 4723–4727, 2000.
- LISTOWSKI, A.; RYKACZEWSKA, K. The influence of light on the germination of potato seeds. *Acta Agrobotanica*, v. 28, p. 241–251, 1975.
- LUNA, B.; PEREZ, B.; FERNANDEZ-GONZALEZ, F.; MORENO, J. M. Sensitivity to green safelight of 12 Mediterranean species. *Seed Science and Technology*, v. 32, p. 113–117, 2004.
- 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*. *Journal of Ecology*, 89, 149–158, 2001.
- MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2015 660p.
- MEDEIROS, L. produção do tomateiro (*lycopersicon esculentum* l.) cultivado em diferentes recipientes e níveis de cálcio na solução nutritiva.
- MENEZES NL; SANTOS OS; NUNES EP; SCHMIDT D. 2000. Qualidade fisiológica de sementes de alface submetidas a diferentes temperaturas em presença e ausência de luz. *Ciência Rural* 30: 941-945.
- MIGUEL, L, BURGÍN, M. J.; CASAL, J. J.; SÁNCHEZ, R. A. Antagonistic action of low-fluence and high-irradiance modes of response of phytochrome on germination and b-mannanase activity in *Datura ferox* seeds. *Journal of Experimental Botany.*, v. 51, n. 347, 1127–1133, 2000.
- MIGUEL, L, BURGÍN, M. J.; CASAL, J. J.; SÁNCHEZ, R. A. Antagonistic action of low-fluence and high-irradiance modes of response of phytochrome on germination and b-mannanase activity in *Datura ferox* seeds. *Journal of Experimental Botany.*, v. 51, n. 347, 1127–1133, 2000.
- MOCO, S.; BINO, R. J.; VORST, O.; VERHOEVEN, H. A.; DE GROOT, J.; VAN BEEK, T. A.; VERVOORT, J.; DE VOS, J. H. R. A liquid chromatography-mass spectrometry-based metabolome database for tomato. *Plant Physiology*, v. 141, p. 1205-1218, 2006.

- MORTELE, L. M.; SCAPIM, C. A.; LUCCA, A. B. Influência do estresse hídrico sobre o desempenho fisiológico de sementes de híbridos simples de milho pipoca. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 6, p. 1810-1817, 2008.
- MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F, SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; BONATO, C. M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. *Revista Ceres*, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.
- MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F, SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; BONATO, C. M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. *Revista Ceres*, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.
- NAGY, F.; KIRCHER, S.; SCHÄFER, E. Intracellular trafficking of photoreceptors during light-induced signal transduction in plants. *Journal of Cell Science*, v. 114, n. 3, p. 475-480, 2001.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Manual de análise de sementes florestais. Fundação Cargil. p. 30-37. 1988.
- RIZZARDI, M. A.; LUIZ, A.R.; ROMAN, E. S.; VARGAS, L. Temperatura cardeal e potencial hídrico na germinação de sementes de corda-de-viola (*Ipomoea triloba*). *Planta Daninha*, v. 27, n. 1, p. 13-21, 2009.
- SANTOS, JC . pré-tratamentos com luz em sementes de tomateiro para indução de tolerância ao déficit hídrico, 2016.
- SHICHIJO, C.; KATADA, K.; TANAKA, O.; HASHIMOTO, T. Phytochrome A mediated inhibition of seed germination in tomato. *Planta* 213, 764–769. 2001.
- SOUSA-SILVA, J.C.; Ribeiro, J. F.; Fonseca, C.E.L. & Antunes, N.B. 2001. Germinação de sementes e emergência de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem em Matas de Galeria. Pp. 379-422. In: J.F. Ribeiro; C.E.L. Fonseca & J.C. Sousa-Silva. *Cerrado: Caracterização e recuperação de Matas de Galeria*. Embrapa, Planaltina, DF.
- SUN, Y. Y.; SUN, Y. J.; WANG, M. T.; LI, X. Y.; GUO, X.; HU, R.; MA, J. Effects of seed priming on germination and seedling growth under water stress in rice. *Acta Agronomica Sinica*, v. 36, p. 1931-1940, 2010.
- THANOS, C. A.; MITRAKOS, K. Watermelon seed germination: 1. Effects of light, temperature and osmotic. *Seed Science Research*, v. 2, p. 155–162, 1992.
- TOYOMASU, T, KAWAID, H, MITSUHASHI, W, INOUE, Y. Phytochrome Regulates Gibberellin Biosynthesis during Germination of Photoblastic Lettuce Seeds.
- VALIO, I.F.M. & Scarpa, F.M. 2001. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 79-84.
- VALLVERDÚ-QUERALT, A.; MEDINA-REMÓN, A.; MARTÍNEZ-HUÉLAMO, M.; JÁUREGUI, O.; ANDRES-LACUEVA, C.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Phenolic profile and hydrophilic antioxidant capacity as chemotaxonomic markers of tomato varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 59, p. 3994–4001, 2011.

VOGEL, I. N.; MACEDO, A. F. Influence of IAA, TDZ, and light quality on asymbiotic germination, protocorm formation, and plantlet development of *Cyrtopodium glutiniferum* Raddi., a medicinal orchid. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v. 104, p. 147–155, 2011.

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 Science Research*, v. 10, p. 495–499, 2000.

YARA BRASIL. Disponível em: <<https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/tomate/producao-mundial-de-tomate/>> , 2011.

ZAIA, J.E. & Takaki, M. 1998. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn e *Tibouchina granulosa* Cogn. *Acta Botanica Brasilica* 12: 227 –238.