



**TATIANA VILELA DE SOUZA PESSOA**

**EFEITO DA QUALIDADE DA LUZ NA GERMINAÇÃO E  
CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Coffea arabica***

**LAVRAS-MG  
2019**

**TATIANA VILELA DE SOUZA PESSOA**

**EFEITO DA QUALIDADE DA LUZ NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE  
PLÂNTULAS DE *Coffea arabica***

Monografia 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 em  
Agronomia.

Profa. Heloisa Oliveira dos Santos  
Orientadora  
Dra. Elise Matos Pereira  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2019**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre guiar meus passos nos caminhos dEle, por me ensinar a ter calma e absoluta certeza que nunca estarei desamparada e desprotegida. Gratidão por mandar seus anjos para cuidarem e zelarem por mim e pela minha família. Obrigada, meu Deus, por colocar esperança e paz em meu coração.

Em seguida não posso esquecer de meus pais, José Alencar e Elizabeth, por nunca medirem esforços para que a realização dos meus sonhos fosse possível. Eu não seria quem sou se não fosse vocês. Obrigada pelo amor, pela nossa união, por sempre me darem exemplos de como ser alguém melhor e buscar o bem. Obrigada por toda confiança depositada em mim. Só tenho a agradecer por todo o apoio e por principalmente nunca me deixarem perder a fé e a coragem. Obrigada por TANTO. Amo muito vocês.

Gostaria também de lembrar em geral dos meus familiares, que sempre torceram por mim e que me ajudaram de alguma maneira. Em especial, não poderia esquecer da minha avó Eriam que sempre foi meu porto seguro. Obrigada por me mostrar como praticar o amor e ser a alma mais pura com quem já convivi. Você é meu exemplo. Continue olhando por nós ai de cima.

Agradeço também aos professores da Universidade Federal de Lavras por todo conhecimento compartilhado. Vocês são essenciais em nossas vidas.

Meu muito obrigada a todos os colegas de classe e amigos que fiz durante esse tempo. Com certeza teria sido muito mais difícil sem vocês. Obrigada por terem me ajudado a manter firmeza e nunca desistir. Vocês fizeram a minha caminhada mais leve.

Em especial, gostaria de agradecer aos amigos Ricardo e Luís por todo companheirismo, amizade e lealdade durante esses anos. Desejo a vocês as coisas mais maravilhosas que desejo a mim mesma. Eu amo vocês e os levarei em meu coração por toda vida.

Agradeço à minha orientadora Heloísa por toda confiança, ensinamentos e acima de tudo pela amizade. Aos amigos e companheiros do Laboratório de Análise de Sementes por toda ajuda, sem esquecer dos momentos de lazer. Obrigada por tanta força.

Aos amigos do Núcleo de Estudos em Genética e Melhoramento de Plantas por todo crescimento pessoal e acadêmico. Obrigada por me acolherem.

Não podia deixar de registrar minha gratidão pela Cida e pelas meninas que compartilharam o lar comigo, no sentido mais puro da palavra LAR. Obrigada por aprenderem a conviver comigo e com meus defeitos e por me ensinarem a arte da paciência e do amor. Por todo apoio e sustentação nos melhores e piores momentos. Eu amo vocês.

Aos órgãos de apoio a pesquisa CAPES, CNPq, FAPEMIG e UFLA pelas oportunidades de bolsas.

À fazenda Bom Jardim pelo fornecimento das sementes utilizadas durante o experimento.

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte da minha vida durante essa jornada e que me agregaram de alguma forma. Vocês foram essenciais para meu crescimento e para a realização de mais um sonho. **MUITO OBRIGADA.**

## RESUMO

O café é uma bebida mundialmente conhecida por seu sabor e aroma. Possui importância significativa nas exportações do Brasil, que é o maior produtor e exportador, sendo responsável por um terço da produção mundial, além de ser o segundo maior consumidor da bebida. Mesmo com esse nível elevado de importância, ainda se tem alguns entraves dentro do processo de produção, com destaque para a produção de mudas. Estudos sobre a influência da luz na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas são importantes para a produção de mudas de café, por contribuírem para a propagação e melhor planejamento para o estabelecimento das espécies vegetais. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, determinar a germinação e o desenvolvimento de plântulas de café sob diferentes regimes de luz e observar a interferência do armazenamento na qualidade das sementes. As sementes foram obtidas de duas safras distintas, a safra de 2017/18 que foi armazenada por aproximadamente um ano e a de 2018/19 utilizada sem armazenamento. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, em um fatorial duplo (2x2) sendo sementes colhidas em duas safras distintas e submetidas a diferentes regimes de luz (branca e combinação de vermelha com azul). Foi feito o teste de germinação de acordo com as regras para análises de sementes e foi avaliado comprimento de raiz, parte aérea e massa seca. O regime de luzes vermelhas e azuis melhora o desenvolvimento de plântulas de *Coffea arabica* e o armazenamento influencia de forma negativa a capacidade de germinação das sementes.

Palavras-chave: Armazenamento, Café, Efeito de luzes

## Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	7
2.	REFERENCIAL TEÓRICO .....	9
2.1.	<i>Origem, cultura e importância econômica do café</i> .....	9
2.2.	<i>Efeito das luzes na germinação e desenvolvimento de plântulas</i> .....	10
2.3.	<i>Diodos de emissão de Luz (Lâmpadas LED)</i> .....	13
3.	MATERIAL E MÉTODOS .....	16
3.1.	<i>Local de condução e obtenção das sementes</i> .....	16
3.2.	<i>Descrição dos tratamentos</i> .....	16
3.3.	<i>Teste de germinação</i> .....	16
3.4.	<i>Análises de imagem</i> .....	17
3.5.	<i>Análise de Matéria Seca</i> .....	17
3.6.	<i>Procedimentos estatísticos</i> .....	17
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
5.	CONCLUSÕES .....	25
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

## 1. INTRODUÇÃO

O café é uma bebida conhecida pelo sabor e aroma e está entre as mais consumidas do mundo. Ocupa lugar significativo nas exportações do Brasil e foi durante muito tempo considerada a grande riqueza do país. Foi responsável pela implantação e desenvolvimento de grandes centros, rodovias e ferrovias. Carrega grande carga cultural, econômica e social, tendo grande impacto no desenvolvimento nacional. No ano de 2018, 61,7 milhões de sacas beneficiadas de café foram registradas, o que representa a maior colheita já conhecida na história da cafeicultura (CONAB, 2019).

O *Coffea arabica* é comumente propagado via semente que são conhecidas por perderem rapidamente a viabilidade durante o armazenamento. Inicialmente, a espécie *Coffea arabica* foi classificada como recalcitrante, que são sementes consideradas mais frágeis ao processo de armazenamento. Porém, posteriormente, Ellis et al. (1990) propuseram uma categoria intermediária para classificar estas sementes, que são capazes de resistirem à secagem até certo ponto, mas perderão em qualidade.

Existe uma grande dificuldade recorrente desse problema. A germinação de sementes de café armazenadas é uma preocupação para os produtores e viveiristas, uma vez que estas não conseguem manter, após o armazenamento, o poder germinativo em valores desejáveis, ou seja, superiores a 80%. Desta maneira, a utilização de sementes novas implica em condicionamento da implantação da lavoura em épocas que nem sempre são favoráveis para o desenvolvimento das mudas.

O método mais utilizado para avaliar a qualidade fisiológica das sementes é a realização de testes de germinação e teste de tetrazólio. Porém, para as sementes de café, o teste de germinação demanda no mínimo 30 dias para ser realizado e obter resultados. Diante disso, o desenvolvimento de uma metodologia que diminua o tempo do teste pode agilizar no processo produtivo das mudas, além de melhorar na tomada de decisão para o plantio destas.

Arelada aos fatores essenciais para o desenvolvimento de uma semente de *Coffea arabica*, a luz é essencial para que ocorra o processo da fotossíntese, que é a conversão da energia luminosa em energia química. A energia luminosa que é utilizada durante esse processo é originada da região visível do espectro eletromagnético, que vai de 400 a 700nm, aproximadamente. Porém, a qualidade da luz que chega até os vegetais exerce grande importância para o seu crescimento. Cerca de 85 a 90% da radiação fotossinteticamente ativa é absorvida pelos pigmentos primários, especialmente na região do azul e vermelho (VIEIRA et al., 2010).

Diodos de emissão de luz (LED) têm sido sugeridos como fonte de iluminação para ambientes controlados em instalações agrícolas ou em câmaras de crescimento de plantas. Eles apresentam características positivas, como a capacidade de controlar a composição espectral, grande vida útil, capacidade de emitir comprimentos de onda específicos, pouca produção de calor além de apresentarem um tamanho reduzido, o que facilita manejo e instalação nas câmaras de crescimento (LI et al., 2010; MUNEER et al., 2014).

Diante do exposto, no presente trabalho objetivou-se determinar o vigor e o desenvolvimento de plântulas de *Coffea arabica* sob condição de luz branca e de combinação de LEDs vermelhos e azuis e observar a interferência do armazenamento na qualidade das sementes.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. *Origem, cultura e importância econômica do café*

O café é originário das regiões que atualmente compreendem o Sudeste da Etiópia, Sudeste do Sudão e Norte do Quênia. Veio para o Brasil por volta de 1727 por Francisco Mello Palheta que descobriu o fruto em uma de suas viagens à Guiana Francesa. Em Belém, estado do Pará, a primeira muda de café foi plantada e em seguida distribuída para o estado do Maranhão e Rio de Janeiro, até alcançar a Serra do Mar. Desde aquela época, a cultura aponta ciclos de crise e crescimento, porém, sempre se destacando por ser responsável por grande parte da economia do país, chegando a representar 80% das receitas cambiais brasileiras (ORMOND et al., 1999).

A sua produção é distribuída principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Bahia, Rondônia, Paraná, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso, Amazonas e Pará. São cerca de 300 mil produtores, em sua maioria pequenas propriedades, que ocupam uma área total de aproximadamente 2 milhões de hectares em 1900 municípios. (MAPA, 2018).

O cafeeiro é uma planta da família Rubiaceae e é pertencente ao gênero *Coffea*, que é representado por centenas de espécies, porém, somente duas se destacam economicamente no que se refere ao mercado mundial: o arábica (*Coffea arabica* L.) e o robusta (*Coffea canephora* Pierre) (MEC, 2005). É considerado um arbusto perene de caule lenhoso, folhas persistentes e flores hermafroditas. Uma haste denominada ortotrópica se desenvolve na parte aérea, dando sequência a ramos secundários conhecidos como plagiotrópicos. As gemas são encontradas nas axilas foliares, podendo ser nomeadas de gemas seriadas e a cabeça de série, que é a primeira gema do conjunto. O fruto é classificado como drupa elipsoide que contém dois locus com uma semente cada (BATISTA, 2010).

Diante das espécies citadas como de grande importância econômica, o café arábica possui relevância nos locais onde é cultivado. Apresenta qualidade superior e é mundialmente reconhecido por seu sabor e aroma, além da sua magnitude econômica. Apesar de pouca aceitação, o café robusta é grandemente distribuído nos continentes asiático e africano, onde é conhecido por se adaptar às diversas condições climáticas que é exposto (ORMOND et al. 1999).

A composição química do grão pode ser bem variada e depende das condições em que foi produzido e processado. Fatores genéticos, ambientais e condições de manejo pré e pós-colheita são grandes influenciadores (ABRAHÃO et al. 2008). Substâncias antioxidantes,

anticarcinogênicas e antiteratogênicas como ácido clorogênico, a trigonelina e a cafeína são encontradas nos grãos ou produzidas durante o processamento. Estudos feitos por Lima (2007) relatam que o consumo moderado do café pode ser capaz de tornar o cérebro mais atento, estimulando a memória e a concentração, além de diminuir apatia e depressão.

O Brasil é o maior produtor e exportador de café no mercado mundial, sendo responsável por um terço da produção, além de ocupar a segunda posição entre os países consumidores da bebida, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (ABIC, 2015). E, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o café é o 5º produto na pauta de exportação brasileira, movimentando US\$ 5,2 bilhões em 2017.

São ao todo 2,16 milhões de hectares plantados com café no país, sendo 81% das lavouras representadas por *Coffea arabica*, o que é equivalente a 1,7 milhão de hectares. Para o ano de 2019 se estima um aumento de 0,1% na produção quando comparado ao ano anterior. Já para o *Coffea canephora* é esperado um aumento de 0,7% em área, que corresponderá a um total de 411,9 mil hectares. De todo o café plantado no país, 14,8% das lavouras correspondem a áreas que estão em formação e 85,2% são lavouras que estão em produção (CONAB, 2019).

O consumo brasileiro anual por pessoa é estimado em 4,9 quilos de café torrado e moído, o que representa 81 litros da bebida ou 6,12 quilos de café verde em grão. Segundo dados da Organização Internacional do Café (OIC), o consumo mundial é maior que 150 milhões de sacas de 60 quilos por ano e apresenta um aumento anual de 2,5%. (ABIC, 2016).

Além de toda movimentação financeira que a atividade promove, a cadeia produtiva do café é responsável por aproximadamente 8 milhões de empregos no Brasil, proporcionando uma melhoria na qualidade de vida de milhões de trabalhadores e suas famílias, que terão oportunidade de acesso à saúde, educação e uma melhora significativa na renda (MAPA, 2018).

O Brasil possui o maior programa de pesquisa em café do mundo. A responsabilidade com a sustentabilidade e preservação do meio ambiente são assuntos muito discutidos. Áreas como melhoramento genético, biotecnologia, manejo de pragas, irrigação, qualidade da produção e biotecnologia são as mais pesquisadas do ramo. Grandes investimentos são os responsáveis por significativos avanços da cafeicultura brasileira. (MAPA, 2018).

## ***2.2. Efeito das luzes na germinação e desenvolvimento de plântulas***

A germinação da semente é considerada a retomada do crescimento do eixo embrionário, o qual se encontra paralisado nas fases finais do processo de maturação, mas

estimulado por condições ambientais, desenvolve-se, ocorrendo, então, o rompimento do tegumento pela radícula. É uma etapa crítica do biociclo vegetal, pelo fato de esse processo estar associado a vários fatores de natureza extrínseca, como os fatores ambientais, e intrínseca, ou seja, a processos fisiometabólicos (SALES, 2003). Entretanto, para os especialistas em sementes, a germinação é a capacidade de uma semente emergir e desenvolver, sob condições ideais, as estruturas essenciais do embrião, dando origem a uma plântula normal (IPEF, 1998).

Dentre os fatores que são considerados essenciais para a germinação de uma semente, pode-se citar como indispensáveis: a temperatura, disponibilidade de água e oxigênio, e, para algumas sementes a luz. Entre eles, a luz é um fator físico que estimula sinais internos de ativação ou inativação de vias metabólicas nas sementes e nas plantas (BHATTACHARYA; KHUSPE, 2001; KERBAUY, 2008).

Existem sementes que podem ser classificadas de diferentes formas quanto à sua exigência em luz (METIVIER, 1979). Estas podem ser influenciadas positiva ou negativamente, ou apresentarem comportamento indiferente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Quando a presença da luz se faz necessária as sementes são denominadas fotoblásticas positivas, quando não necessitam de luz, são chamadas fotoblásticas negativas e as fotoblásticas neutras ou não fotoblásticas não dependem de luz para germinação.

A semente pode possuir sensibilidade ao efeito da luz, variando com a qualidade, intensidade e tempo de exposição, assim como o período e a temperatura de embebição. Essa variação da qualidade da luz se deve pela forma com que os comprimentos de onda chegam até a planta, induzindo uma absorção diferencial destes. (CASAL; SÁNCHEZ, 1998).

A fotossíntese utiliza os comprimentos de onda da região do visível, que ocupa uma pequena faixa que está entre o infravermelho e ultravioleta e que apresenta frequências que vão de aproximadamente 400 a 700nm, que são as faixas que correspondem ao azul e vermelho respectivamente (Tabela 1)

**Tabela1.** Subdivisões do espectro eletromagnético nas regiões da radiação ultravioleta, visível e infravermelho.

Região	Comprimento de onda	Subdivisão	Comprimento de onda
Ultravioleta (UV)	10-400 nm	UV-C	10-280 nm
		UV-B	280-320 nm
		UV-A	320-400nm
Visível (VIS)	400-700 nm	Violeta	400-430 nm
		Índigo	430-450 nm
		Azul	450- 500 nm
		Verde	500-570 nm
		Amarelo	570-590 nm
		Alaranjado	590-610 nm
		Vermelho	610-700 nm
Infravermelho (IV)	700- 1000 $\mu\text{m}$	IV Próximo (NIR)	0,7-1,5 $\mu\text{m}$
		IV de onda curta	1,5-3,0 $\mu\text{m}$
		IV Médio	3,0-8,0 $\mu\text{m}$
		IV de onda longa	8,0-15 $\mu\text{m}$
		IV Distante	>15 $\mu\text{m}$

Fonte: <http://www.geotec-rs.com.br/espectro.html>.

Segundo estudos realizados por Kramer e Kozlowski (1979) quando a clorofila é exposta a luz, acontece constantemente sua síntese e destruição (foto-oxidação). Porém, sua decomposição é mais assídua sob condições intensas de luminosidade, estabelecendo um equilíbrio a uma concentração mais baixa.

A ação da luz na regulação fisiológica do vegetal é precedida pela sua absorção por fotorreceptores, tais como os da família de fitocromos e criptocromos (MORELLI; RUBERTI, 2000). Segundo estudos realizados por Borges e Rena (1993) o pigmento denominado fitocromo é o responsável pela ativação das sementes pela luz, é uma cromoproteína solúvel em água e que pode estar na forma ativa ou inativa. Quando sua forma inativa absorve luz vermelha ou azul, sua conformação estrutural é alterada e ele se converte para a forma ativa, e ao absorver o vermelho extremo ele retorna para a forma inativa (VICTÓRIO, 2009). Quando está na forma ativa é responsável pela expressão gênica que conduz à síntese de giberelina, hormônio promotor da germinação. Já na forma inativa é responsável pela síntese de ácido abscísico (ABA), um inibidor da germinação.

De acordo com estudos feitos por Piña-Rodrigues (1988), a região do vermelho (660 a 700nm) é onde ocorre a maior taxa de germinação na maioria das sementes e é quando a luz branca se comporta de forma semelhante, devido as características de absorção dos fitocromos e composição espectral da luz. Ondas que são próximas de 290nm inibem a germinação de

todas as sementes, assim como a região do azul em torno de 440nm (METEVIER, 1979). O comprimento de onda que corresponde à faixa do vermelho distante, que vai de aproximadamente 730 a 740nm, é pouco absorvida pelos vegetais, sendo dissipada como reflexão (TAKAKI, 2001).

### ***2.3. Diodos de emissão de Luz (Lâmpadas LED)***

Ambientes controlados são usualmente utilizados para estudos que incluem a fisiologia da planta (BULA et al., 1991). Para a realização de testes de germinação e avaliação da qualidade da luz durante o desenvolvimento das sementes e plântulas, a luz utilizada pode ser procedente de elementos naturais ou artificiais, desde que seja distribuída de forma homogênea por todo o substrato (FIGLIOLIA et al., 1993).

Lâmpadas fluorescentes, iodetos metálicos, sódio em alta pressão e lâmpadas incandescentes são as fontes de radiação mais utilizadas em laboratórios e ambientes controlados para germinação e desenvolvimento de plântulas, além de terem sido desenvolvidas para iluminação de ambientes humanos. As fontes de luz utilizadas atualmente em laboratórios possuem algumas restrições, o que a tornam uma fonte de radiação não tão boa, uma vez que os fotorreceptores das plantas são diferentes dos humanos (BULA et al., 1991). No entanto, lâmpadas fluorescentes emitem comprimentos de onda que variam de 350 a 750 nm o que acabam incluindo comprimentos dispensáveis e que apresentam uma baixa qualidade para o crescimento vegetal (RAMIREZ-MOSQUEDA et al., 2016).

A qualidade da luz emitida e conseqüentemente absorvida pelas plantas, a densidade do fluxo de fótons e o fotoperíodo possuem efeitos específicos na fotossíntese, fototropismo e fotomorfogênese. As lâmpadas fluorescentes de cor branca ainda são as mais utilizadas nos laboratórios. Os diodos de emissão de luz (LEDs) se sobressaem das outras fontes por terem alta eficiência na geração de luz, apresentarem excelente vida útil, por serem capazes de emitirem comprimentos de onda específicos e por possuírem massa e volume pequenos, além de uma baixa produção de calor (YEH; CHUNG, 2009).

A luz LED, além de dispensar o emprego das luzes de tungstênio, filtros e lentes óticas, é uma fonte de radiação visível que permite a construção de fotômetros simples, baratos e resistentes. O tempo de vida útil de um diodo de emissão de luz é de aproximadamente 50.000 horas, o que o torna muito mais útil se comparado às lâmpadas de tungstênio, que possuem uma vida útil de 1.000 a 2.000 horas. E também possuem baixo consumo e alta estabilidade.

Os LEDs permitem um ambiente favorável para o desenvolvimento de plântulas, pois emitem espectros de luz ideais para o crescimento vegetal. Podem ter um pico de emissão de luz variando de 220 a 1.000nm, e é o primeiro dispositivo que tem a capacidade de comando espectral, o que permite que os comprimentos de onda sejam adaptados aos fotorreceptores dos vegetais, influenciando de maneira adequada a morfologia e composição das plantas (OLLE; VIRSILÈ, 2013).

O LED azul está envolvido em vários processos fisiológicos da planta, como a morfogênese, abertura dos estômatos e no funcionamento fotossintético das folhas (WHITELAM; HALLIDAY, 2007). Já o LED vermelho, é capaz de emitir uma frequência muito próxima do que é considerada a capacidade máxima de absorbância, ou seja, emite uma frequência que será facilmente absorvida pelos pigmentos, tanto da clorofila quanto dos fitocromos. Estima-se que 90% da luz emitida pelos LEDs azuis e vermelhos sejam absorvidos, o que indica que o desenvolvimento e a fisiologia das plantas submetidas à essas luzes são extremamente influenciadas pelas cores e seus específicos comprimentos de onda.

Os comprimentos de onda que correspondem ao vermelho e azul são encontrados naturalmente na luz solar, porém, luzes monocromáticas, vermelhas ou azuis, não são indicadas para o crescimento de plantas. Quando expostas a luzes monocromáticas vermelhas, as plantas apresentam anormalidades e redução da taxa fotossintética líquida (GOINS et al., 1997; HOGEWONING et al., 2010). A luz monocromática azul, quando utilizada por longos períodos apresentou resultados inferiores na taxa fotossintética em diferentes espécies (WADA et al., 2003; KIM et al., 2004), além de prejudicar na condutância mesofílica (LORETO et al., 2009).

Bula et al. (1991) foram os primeiros a sugestionarem a utilização dos diodos de emissão de luz para o desenvolvimento de plantas. Eles relataram que a luz vermelha, quando auxiliada com azul fluorescente no desenvolvimento de alface, era equivalente ao encontrado em lâmpadas brancas fluorescentes mais lâmpadas incandescentes. Neste estudo, as lâmpadas azuis não foram amplamente disponíveis para as plantas, serviram apenas como uma fonte de alternativa luminosa (MASSA et al., 2008). Outros estudos realizados por esse mesmo grupo revelaram que hipocótilos e cotilédones de mudas de alface sob luz vermelha tornaram-se alongadas, e que esse problema poderia ser evitado com a utilização de luz azul durante o experimento (HOENECKE et al., 1992).

Estudos relataram que plantas de arroz produzidas sob uma combinação de lâmpadas LEDs vermelho (660 nm) e azul (470 nm) apresentaram taxas fotossintéticas mais altas do que folhas de plantas cultivadas sob lâmpadas LEDs vermelha monocromática (MATSUDA et al., 2004).

Pouco se conhece sobre os LEDs para aumentar a germinação de sementes e ajudar no desenvolvimento de plântulas, mesmo sendo comumente utilizadas em laboratórios e casas de vegetação. É considerada como uma tecnologia que tem elevadas chances de expansão rápida (MASSA et al., 2008). Mesmo com o alto custo sendo considerado um problema para a aceitação e utilização dessa tecnologia, é esperado que com a alta demanda e com bons resultados na pesquisa ela se torne viável em um curto período de tempo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local de condução e obtenção das sementes

O experimento foi conduzido no Laboratório Central de Análises de Sementes da Universidade Federal de Lavras – UFLA. As sementes utilizadas foram da espécie *Coffea arabica*, cultivas Catuaí amarelo IAC 62 e divididas em dois lotes: sementes oriundas da colheita da safra de 2017/18 e sementes da safra de 2018/19. Foram colhidas na fazenda Bom Jardim, localizada na cidade de Bom Sucesso, Minas Gerais.

#### 3.2. Descrição dos tratamentos

Constituiu um fatorial duplo, sendo 2 regimes de luzes (coloridas e brancas) e duas safras (2017/18 e 2018/19). As sementes da safra de 2017/18 foram armazenadas em câmara fria por aproximadamente um ano. Já as sementes de 2018/19 foram utilizadas sem armazenamento.

As sementes que foram submetidas às luzes coloridas, foram expostas à luz de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2: Esquema de troca de lâmpadas no período de 45 dias.

Dias	Luzes
1° ao 15°	4 Vermelhas
16° ao 20°	3 Vermelhas e 1 Azul
21° ao 25°	2 Vermelhas e 2 Azuis
26° ao 30°	1 Vermelha e 3 Azuis
30° ao 45°	4 Azuis

O tratamento controle foi constituído por sementes submetidas à luzes brancas durante todo o experimento.

#### 3.3. Teste de germinação

Para o teste de germinação utilizou papel umedecido em água equivalente a duas vezes e meia a massa seca dos papeis. Para cada lote das sementes (2017/18 e 2018/19) foram

semeadas seis repetições de 25 sementes que foram colocadas em três folhas de papel germitest. Foram utilizadas duas BODs, sendo uma com luz branca e outra com luzes coloridas (vermelha e azul), em uma temperatura constante de 30°C com 12 horas de luz (dia) por 12 horas sem luz (noite).

Foram avaliados primeira contagem de germinação aos 15 dias após semeadura, germinação final aos 30 dias após a semeadura e folhas cotiledonares expandidas aos 45 dias após a semeadura, todos os parâmetros avaliados de acordo com a Regra para Análise de Sementes.

### ***3.4. Análises de imagem***

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. As plântulas provenientes do 15° e 30° dia foram inseridas na bandeja do módulo de captação para a obtenção de imagens. Na configuração inicial da análise para a calibração da cor de fundo foi utilizado o modelo de cor YCbCr com índice de luma de 0 a 1, azul de 0,07 a 0,5 e vermelho de -0,3 a 0,11, para avaliação dos parâmetros, utilizou-se tamanho mínimo do objeto de 0,005 cm<sup>2</sup>.

Depois da calibração da cor do fundo foi realizada a análise das imagens.

No 15° dia foi avaliado o comprimento da raiz, ao 30° dia as plântulas foram avaliadas em relação ao comprimento das raízes e comprimento de parte aérea e ao 45° dia foi avaliado comprimento de raiz, comprimento da parte aérea e comprimento total.

### ***3.5. Análise de Massa Seca***

Para avaliar a massa seca, as repetições 5 e 6, para o 15° e 30° dia, respectivamente, foram divididas em 5 repetições menores que foram pesadas em balança de precisão e colocadas na estufa de circulação de ar a uma temperatura de 60°C durante 5 dias. Ao final do 5° dia, as amostras foram novamente pesadas e calculada a quantidade de massa seca presente.

### ***3.6. Procedimentos estatísticos***

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições para cada tratamento, sendo que duas foram utilizadas para as análises de imagem e

massa seca. O esquema fatorial foi 2x2 sendo sementes de uma mesma cultivar colhidas em duas safras (2017/18 e 2018/19) e submetidas a dois regimes de luz (branca e combinação de vermelha com azul). Após os dados computados foi realizada a análise de variância no software SISVAR<sup>®</sup>. Os dados quando significativos foram analisados pelo teste de Scott-Knott à 5% de significância.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na análise de variância, foi possível observar diferenças significativas entre as luzes, as safras e para a interação dos fatores avaliados ( $p < 0,05$ ).

Ao analisar os resultados de primeira contagem de germinação aos 15 dias, germinação final aos 30 dias e plântulas com folhas cotiledonares expandidas aos 45 dias (Tabela 3), pôde-se observar que para todos os parâmetros avaliados as sementes sem armazenamento, quando submetidas ao regime de luzes coloridas apresentaram maior média quando comparadas às que foram expostas à luzes brancas.

Tabela 3: Primeira contagem de germinação (15 dias), germinação final (30 dias) e plântulas com folhas cotiledonares expandidas (45 dias), de sementes e plântulas de café com e sem armazenamento submetidas às luzes branca e coloridas, resultados expressos em porcentagem.

Tratamentos	Primeira contagem da germinação aos 15 dias (%)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	53 Ba	58 Ba
Sem armazenamento	85 Ab	94 Aa
CV (%)	4,49	
Tratamentos	Germinação aos 30 dias (%)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	60 Ba	65 Ba
Sem armazenamento	86 Ab	97 Aa
CV (%)	8,60	
Tratamentos	Plântulas com folhas cotiledonares expandidas aos 45 dias (%)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	45 Ba	54 Ba
Sem armazenamento	65 Ab	70 Aa
CV (%)	17,34	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula em coluna e minúscula em linha, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Para as sementes com armazenamento, as luzes não apresentaram diferença significativa entre si em nenhum parâmetro avaliado (Tabela 3). Foi possível perceber que, para todas as

características avaliadas, o armazenamento interferiu na germinação das sementes em ambas as safras.

É válido lembrar que as sementes da safra de 2017/18 (com armazenamento) foram armazenadas em câmara fria por aproximadamente um ano e que sementes de *Coffea arabica* são classificadas como intermediárias, que, embora aparentemente sobrevivam às condições de baixo conteúdo de água, elas diminuirão o vigor.

De acordo com estudos feitos por Toyomasu et al., (1998), quando os fitocromos percebem a luz vermelha, acontece uma série de processos bioquímicos, como o aumento da biossíntese de giberelina ( $GA_3$ ), que atuam diretamente na germinação, explicando os resultados significativos de germinação aos 15 e 30 dias (Tabela 3).

Em alguns casos, as luzes brancas e vermelhas podem ter efeitos semelhantes devido à composição espectral e características de absorção do fitocromo (THOMAS, 1974), podendo explicar resultados que não deram significativos para primeira contagem da germinação aos 15 dias, germinação aos 30 dias e plântulas com folhas cotiledonares expandidas aos 45 dias para a safra de 2017/18.

Para o comprimento de raiz aos 15 dias e comprimento de raiz aos 30 dias das sementes de café, as sementes que foram submetidas ao regime de luzes coloridas apresentaram maior média quando comparadas às sementes que foram colocadas em luz branca para ambas as safras (Tabela 4). E, mais uma vez, foi possível observar que o armazenamento interferiu na capacidade de germinação das sementes, com as sementes com armazenamento apresentando menores médias.

Tabela 4: Comprimento de raiz aos 15 dias, comprimento de raiz aos 30 dias e comprimento de parte aérea aos 30 dias, de sementes e plântulas de café das safras 2017/18 e 2018/19 submetidas às luzes branca e coloridas, resultados expressos em centímetros.

Tratamentos	Comprimento de raiz aos 15 dias (cm)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	0,27 Bb	0,41 Ba
Sem armazenamento	0,61 Ab	1,06 Aa
CV (%)	8,50	
Tratamentos	Comprimento de raiz aos 30 dias (cm)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	1,09 Bb	1,46 Ba
Sem armazenamento	2,54 Ab	3,69 Aa
CV (%)	6,69	
Tratamentos	Comprimento de parte aérea aos 30 dias (cm)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	0,66 Bb	1,20 Ba
Sem armazenamento	1,08 Ab	1,62 Aa
CV (%)	6,35	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula em coluna e minúscula em linha, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A luz vermelha é conhecida como uma grande precursora da germinação de sementes de várias espécies (KERBAUY, 2008), o que é confirmado pelo resultado de comprimento de raiz aos 15 dias (Tabela 4), podendo inferir que a utilização de luz vermelha pode ser uma ferramenta importante para se obter plântulas mais vigorosas quando estas foram armazenadas, o que pode se tornar uma grande aliada aos programas de melhoramento, que, em grande parte das vezes, precisam armazenar as sementes por um determinado período de tempo.

Em relação ao comprimento de parte aérea das plântulas de café aos 30 dias, sementes que foram expostas às luzes coloridas, tiveram maiores médias quando comparadas com as sementes que foram expostas à luz branca, tanto para as sementes com armazenamento quanto para as sem armazenamento.

A luz branca é uma combinação de baixas intensidades de luzes vermelhas e azuis, e outros comprimentos de onda de luz de baixa eficiência. Isso pode diminuir a taxa de crescimento de plantas iluminadas por luz branca comparada com luzes LED vermelho-azul, como ocorreu para as plântulas de café.

Para os valores de massa seca de plântulas aos 15 dias e 30 dias, foi possível observar que o regime de luzes coloridas, apresentou maior média diante das luzes brancas para ambas as safras (com e sem armazenamento) (Tabela 5). Quando se analisa a matéria seca de plântulas aos 30 dias, as safras não tiveram diferença significativa quando submetidas a luzes brancas. Já para as luzes coloridas, as sementes sem armazenamento apresentaram maior média quando comparadas com as que foram armazenadas.

Tabela 5: Massa seca aos 15 dias e massa seca aos 30 dias de sementes e plântulas de café das safras 2017/18 e 2018/19 submetidas às luzes branca e coloridas, resultados expressos em gramas.

Tratamentos	Massa seca de plântulas aos 15 dias (g)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	2,636 Bb	2,754 Ba
Sem armazenamento	2,847 Ab	2,940 Aa
CV (%)	2,11	
Tratamentos	Massa seca de plântulas aos 30 dias (g)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	2,958 Ab	3,205 Ba
Sem armazenamento	3,015 Ab	3,406 Aa
CV (%)	2,62	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula em coluna e minúscula em linha, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Em estudos feitos por Li et al., (2003), resultados similares foram apresentados quando cultivaram in vitro *Brassica napus L.* e verificaram que maior proporção de luz azul (3:1) resultou em maiores resultados quanto à massa seca total das plântulas, afirmando os resultados satisfatórios para massa seca aos 30 dias.

Explantos de lírio oriental da cultivar “Pesaro” (*Lilium sp.*) cultivados sob LEDs vermelhos e azuis apresentaram valores médios superiores de massa seca. Resultados similares

foram encontrados com *M. piperita*, *M. spicata* e *M. longifolia* cultivadas em câmara de crescimento (Lian et al., 2002).

Para as características comprimento de raiz e parte aérea aos 45 dias das plântulas de café, as safras não apresentaram diferença significativa quando expostas às luzes coloridas, podendo perceber que o armazenamento não alterou significativamente no desenvolvimento das plântulas (Tabela 6). Já para as luzes brancas, o armazenamento interferiu significativamente, com as sementes sem armazenamento apresentando maior média. Foi possível perceber que nenhum regime de luz interferiu significativamente no resultado de nenhuma safra.

Tabela 6: Comprimento de raiz, comprimento de parte aérea e comprimento total aos 45 dias de sementes e plântulas de café das safras 2017/18 e 2018/19 submetidas às luzes branca e coloridas, resultados expressos em centímetros.

Tratamentos	Comprimento de raiz aos 45 dias (cm)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	4,66 Ba	5,23 Aa
Sem armazenamento	5,07 Aa	5,77 Aa
CV (%)	11,93	
Tratamentos	Comprimento de parte aérea aos 45 dias (cm)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	4,21 Ba	4,51 Aa
Sem armazenamento	4,76 Aa	5,27 Aa
CV (%)	7,14	
Tratamentos	Tamanho total aos 45 dias (cm)	
	Luz Branca	Luz Colorida
Com armazenamento	8,87 Bb	9,74 Ba
Sem armazenamento	9,83 Ab	11,04 Aa
CV (%)	7,80	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Aos 45 dias de experimento, as BOD's estavam somente com luzes azuis há 15 dias. Em experimento conduzido com sementes de *Phyllanthus tenellus* foi observado que luzes vermelhas proporcionaram uma maior porcentagem de enraizamento, enquanto que houve uma

diminuição sob condições de luzes azuis (VICTÓRIO e LAGE, 2009). A absorção da luz azul por fotorreceptores presentes nos vegetais modifica a conformação de flavoproteínas que constituem criptocromos, alterando sua estrutura fisiológica e morfológica. Efeitos como a redução do tamanho de raízes de *Carica papaya* também foi verificada sob luz azul (ASCENCIOABRAL et al., 2008).

Para o comprimento total das plântulas aos 45 dias (Tabela 6), foi possível perceber que o armazenamento interferiu nos resultados, mostrando que sementes armazenadas perdem sua capacidade de produzirem plântulas vigorosas. Foi possível avaliar também que houve diferença entre os regimes de luzes, com as luzes coloridas apresentando maiores médias nas duas safras.

Com relação aos parâmetros comprimento de parte aérea aos 30 dias (Tabela 4), massa seca de plântulas aos 30 dias (Tabela 5) e comprimento de raiz aos 45 dias (Tabela 6) que as sementes que foram armazenadas (2017/18) quando colocadas para germinar em regime de luzes coloridas, apresentaram uma média maior, em valores brutos, que as sementes sem armazenamento (2018/19) quando expostas à luz branca, o que reforça a eficácia das luzes coloridas no desenvolvimento da plântula, fazendo com que a perda pelo armazenamento seja reduzida.

## 5. CONCLUSÕES

O regime de luzes vermelhas e azuis melhora o desenvolvimento de plântulas de *Coffea arabica* quando comparadas às luzes brancas.

O armazenamento influencia de forma negativa na capacidade de germinação das sementes, mas o uso de luzes coloridas contribui positivamente para o desenvolvimento destas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, Sheila Andrade et al. Compostos bioativos em café integral e descafeinado e qualidade sensorial da bebida. 2008.

ARAÚJO, M. C. U. et al. Um fotômetro de fluxo para análises clínicas a base de um diodo emissor de luz bicolor. *Química nova*, v. 20, n. 2, p. 137-145, 1997.

ARRUDA, Aline Cristina et al. Justificativas e motivações do consumo e não consumo de café. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 29, n. 4, p. 754-763, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. O café brasileiro na atualidade. Disponível em: <<http://abic.com.br/o-cafe/historia/o-cafe-brasileiro-na-atualidade/>>. Acesso em: 30/08/2019.

BACCHI, Oswaldo. Estudos sobre a conservação de sementes. IV-Café. 1958.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. Biblioteca digital. Café: (re)conquista dos mercados. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2983/2/BS%2010%20Caf%c3%a9\\_%28re%29conquista%20dos%20mercados\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2983/2/BS%2010%20Caf%c3%a9_%28re%29conquista%20dos%20mercados_P.pdf)>. Acesso em: 05/09/2019.

BARBEDO, Cláudio José; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. *Acta Botanica Brasílica*, v. 12, n. 2, p. 145-164, 1998.

BATISTA, Luiz Antonio. Características morfofisiológicas de cafeeiros *Coffea arabica* L. 2010.

BERGO, Celso Luís; SÁ, Claudenor Pinho de; SALES, Francisco de. Produção de mudas de cafeeiros por sementes e estacas. 2002.

BHATTACHARYA, J.; KHUSPE, S.S. In vitro and in vivo germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 91, n. 01-02, p. 3949, 2001.

BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 395p.

BULA, R.J. et al. Light-emitting diodes as a radiation source for plants. HortScience, Virginia, v.26, n.2, p.203-205, 1991.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASAL, J. J.; SÁNCHEZ, R. A. Phytochromes and seed germination. Seed Sci. Res., v. 8, n. 3, p. 317-329, 1998.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Observatório agrícola CONAB - ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA (MAIO 2019). Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em: 05/09/2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra de café em 2018 é recorde e supera 61 milhões de sacas. 18/12/2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2626-producao-do-cafe-em-2018-e-recorde-e-supera-61-milhoes-de-sacas>>. Acesso em: 04/09/2019.

COSTA, Paula de Souza Cabral; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). Ciência e agrotecnologia, v. 30, n. 1, p. 92-96, 2006.

DA CUNHA, Samuel Henrique Braga et al. Influência da qualidade de luz no crescimento e acúmulo de voláteis de *Mentha spicata* cultivada in vitro. Scientia Plena, v. 15, n. 9, 2019.

DA ROCHA, Paulo Sérgio Gomes et al. Diodos emissores de luz e concentrações de BAP na multiplicação in vitro de morangueiro. Ciência Rural, v. 40, n. 9, p. 1922-1928, 2010.

DA SILVA, Walter Rodrigues; DE LIMA DIAS, Maria Cristina Leme. Interferência do teor de umidade das sementes de café na manutenção de sua qualidade fisiológica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 20, n. 5, p. 551-560, 1985.

GOINS, G.D. et al. Photomorphogenesis, photosynthesis, and seed yield of wheat plants grown under red light-emitting diodes (LEDs) with and without supplemental blue lighting. Journal of Experimental Botany, Oxford, v.48, n.7, p.1407-1413, 1997.

GONÇALVES, Fabricio Gomes; GOMES, S. da S.; GUILHERME, Ana Luiza. Efeito da luz na germinação de sementes de *Guatteria gomeziana* (*Unonopsis lindmanii* RE FR.). *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, v. 4, n. 08, 2006.

HOENECKE, M.E.; BULA, R.J.; TIBBITTS, T.W. Importance of Blue'Photon levels for Lettuce seedlings grown under red-lightemitting diodes. *HortScience*, Virginia, v.27, n.5, p.427-430, 1992.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes. Disponível em: <<https://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>>. Acesso em: 07/11/2019.

LAZZARINI, Luiz Eduardo Santos et al. USO DE DIODOS EMISSORES DE LUZ (LED) NA FISIOLOGIA DE PLANTAS CULTIVADAS–REVISÃO.

MASSA, G.D. et al. Plant productivity in response to LED lighting. *HortScience*, Virginia, v.43, n.7, p.1951-1956, 2008.

MATSUDA, R. et al. Photosynthetic characteristics of rice leaves grown under red light with or without supplemental blue light. *Plant and Cell Physiology*, Oxford, v.45, n.12, p.1870-1874, 2004.

MENEZES, NL de et al. Germinação de sementes de *Salvia splendens* Sellow em diferentes temperaturas e qualidades de luz. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 26, n. 1, p. 32-37, 2004.

METIVIER, J. R. Dormência e germinação. In: FERRI, M. G. (Coord.). *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EPU / EDUSP, v. 2. p. 343-392, 1979.

MIGUEL, Keli Sonara Alves Cipriano. *Características do setor cafeeiro brasileiro e perspectivas para sua expansão: um estudo bibliográfico*. 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Café no Brasil*. 18/09/2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em: 30/08/2019.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Café*. Brasília. Setembro de 2005. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/publica\\_setec\\_cafe.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/publica_setec_cafe.pdf)>. Acesso em: 05/09/2019.

MORELLI, G.; RUBERTI, I. Shade avoidance response, driving auxin along lateral routes. *Plant Physiology*, v. 122, p. 621-626, 2000.

MUNEER, Sowbiya et al. Influence of green, red and blue light emitting diodes on multiprotein complex proteins and photosynthetic activity under different light intensities in lettuce leaves (*Lactuca sativa* L.). *International journal of molecular sciences*, v. 15, n. 3, p. 4657-4670, 2014.

MUNEER, Sowbiya et al. Influence of green, red and blue light emitting diodes on multiprotein complex proteins and photosynthetic activity under different light intensities in lettuce leaves (*Lactuca sativa* L.). *International journal of molecular sciences*, v. 15, n. 3, p. 4657-4670, 2014.

OLLE, M.; VIRŠILE, A. The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agricultural and Food Science, Hameenlinna*, v.22, n.2, p.223-234, 201.

ORMOND, José Geraldo Pacheco; PAULA, Sergio Roberto Lima de; FAVERET FILHO, Paulo de Sá Campello. *Café:(re) conquista dos mercados*. 1999.

POGGIANI, Fábio. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.

RAMÍREZ-MOSQUEDA, M.A.; IGLESIAS-ANDREU, L.G.; BAUTISTA-AGUILAR, J.R. The effect of light quality on growth and development of in vitro plantlet of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Sugar Tech, Jankipuram*, p.1-6, 2016.

ROCHA, Richardson Sales et al. EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE CAFÉ ARÁBICA EM DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES. 30ª SEAGRO: ANAIS DA SEMANA ACADÊMICA DO CURSO DE AGRONOMIA DO CCAE/UFES, v. 1, n. 1, 2017.

RUFINO, JL dos S. Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café: antecedentes, criação e evolução. *Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Café*, 2006.

SALES, J. F. et al. Germinação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes concentrações e tempos de embebição em celulase. *Ciênc. agrotec*, v. 27, n. 3, p. 557-564, 2003.

SANTOS, Cyntia Stephânia dos. Características anatômicas e fisiológicas de *Coffea arabica* em condições de cerrado.

SARA, Caroline Estefanie do Amaral Brasil et al. Competitividade da cafeicultura brasileira. *Revista de Política Agrícola*, v. 27, n. 3, p. 9-16, 2019.

SILVA, Carlos Gomide da. Qualidade da bebida do café (*Coffea arabica* L.), avaliada por análise sensorial e espectrofotométrica. 1997.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seed based on forms of phytochrome insted of photoblastism. *R. Bras. Fisiol. Veg.*, v. 13, n. 1, p. 103-107, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCCs, monografias, dissertações e teses. 2. ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11017>>. Acesso em: 07/11/2019.

VANZOLINI, Silvelena et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, p. 90-96, 2007.

VICTÓRIO, Cristiane Pimentel; LAGE, Celso Luiz Salgueiro. Efeitos da qualidade de luz na germinação e desenvolvimento inicial in vitro de *Phyllanthus tenellus*. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 40, n. 3, p. 400-405, 2009.

VIEIRA, Antônio Rodrigues et al. Armazenamento de sementes de cafeeiro: ambientes e métodos de secagem. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 29, n. 1, p. 76-82, 2007.

VIEIRA, Elvis Lima et al. Manual de fisiologia vegetal. edufma, 2010.

WHITELAM, G.; HALLIDAY, K. Light and plant development. Blackwell: Oxford, UK, 2007.

YEH, N.; CHUNG, J.P. High-brightness LEDs - Energy efficient lighting sources and their potential in door plant cultivation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Taiwan, p.16, 2009.

ABRAHÃO, Sheila Andrade et al. Compostos bioativos em café integral e descafeinado e qualidade sensorial da bebida. 2008.