



GABRIEL GODINHO GIBRAN

**INFLUÊNCIA DE DIODOS EMISSORES DE LUZ NA
GERMINAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO DE
PLÂNTULAS DE TABACO**

LAVRAS – MG

2020

GABRIEL GODINHO GIBRAN

**INFLUÊNCIA DE DIODOS EMISSORES DE LUZ NA GERMINAÇÃO E NO
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE TABACO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia, para obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos
Orientadora

LAVRAS – MG

2020

GABRIEL GODINHO GIBRAN

**INFLUÊNCIA DE DIODOS EMISSORES DE LUZ NA GERMINAÇÃO E NO
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE TABACO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia, para obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em: 21/08/2020

Heloisa Oliveira dos Santos

DAG/UFLA

Jaqueline Pereira Januario

DAG/UFLA

Rafaella Araújo Zambaldi Lima

DAG/UFLA

João Paulo Pennacchi

DAG/UFLA



Profª. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos
Orientadora

LAVRAS – MG

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por todas as bênçãos obtidas durante esta jornada, por me mostrar sempre o caminho a ser seguido e iluminando o mesmo para que fosse possível alcançar e realizar meus sonhos. Ao meu pai, exemplo de caráter, força e determinação, os quais foram fundamentais para que pudesse ter tais valores bem edificados dentro da minha personalidade, e por todos cuidados, pela presença e companheirismo sempre me auxiliando e motivando nos momentos de fraqueza ou desânimo. Aos meus irmãos Bernardo e Leticia, por serem meus maiores tesouros e meus maiores amores, por toda amizade, amor e companheirismo compartilhado durante todos esses anos que já se passaram e que ainda estão por vir, sendo sempre leal aos valores e caráter aprendidos e sinônimos de orgulho. Aos meus avôs e avós, além da minha avó de coração Marlene, por serem sinônimos de calma, paz e amor sincero e verdadeiro, vocês foram fundamentais por todo amor e ensinamentos fornecidos durante todos estes anos. Aos meus tios e tias, primos e primas por toda presença, sempre presente nos bons e nos maus momentos e por toda torcida em cada um de meus passos.

A Universidade Federal de Lavras, e todos os professores os quais tive o prazer de compartilhar aulas e momentos, além do ensino gratuito de qualidade fornecido pela instituição. Ao Departamento de Agricultura, pelo conceituado e competente corpo docente por todos os ensinamentos propostos durante as diversas matérias realizadas durante a graduação. Ao Laboratório de Análise de Semente pela oportunidade de trabalho, conhecimentos propostos, trabalhos realizados e pela demonstração do trabalho em equipe diário. A minha orientadora Heloisa, por toda sua amizade durante esses anos, pelo compartilhamento de momentos que ficarão pra sempre na memória, pelos desafios propostos durante esta jornada, pela orientação cuidadosa e sempre presente, por todo crescimento pessoal e profissional proposto e por fim, pelo ensinamento e oportunidade de trabalho com o principal insumo da agricultura brasileira, a semente.

A empresa Souza Cruz / Brishtan American Tobacco S.A por disponibilizar as sementes para realização do experimento.

Agradeço Dayliane Bernardes de Andrade pelo apoio e ajuda com o equipamento Groundeye na análise das imagens. A Danielle Rezende por todo auxílio neste trabalho e amizade. E toda equipe do Laboratório de Análise de Semente (LAS-UFLA).

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

Agradeço a minha amada casa durante esta jornada, a gloriosa REPÚBLICA MULA MANCA, todos seus ex moradores e atuais moradores, os quais fizeram sempre presente e foram fundamentais nos ensinamentos e crescimento compartilhados, além de muita amizade, risadas e momentos que ficarão registrados pra sempre em minha memória por todos os anos que aqui passei. Levarei este amor comigo aonde quer que eu vá.

Por fim agradeço a GDM Seeds Inc e a LongPing High-Tech por me proporcionarem as melhores experiências profissionais antes de minha formação, gerando um grande desenvolvimento técnico de minhas habilidades e competências, além de sempre ter sido proposto um grande desenvolvimento pessoal e profissional junto as equipes de trabalho as quais tive o privilégio e honra de participar.

RESUMO

O importante uso da espécie *Nicotiana tabacum* é para a produção de cigarros pela indústria tabacaleira, a cultura do tabaco movimenta economicamente mais de 200 países, sendo uma das culturas não alimentícias mais importante do mundo. O objetivo com o trabalho é verificar a influência de diodos emissores de luz (LED) vermelha e azul na germinação e desenvolvimento das sementes de tabaco, possibilitado devido ao fator físico da luz a ativação ou inativação de vias metabólicas em sementes e plantas por sinais internos. As sementes ficaram em duas BOD's com temperatura de 20-30°C com fotoperíodo de oito horas, sendo uma com um período de 7 dias sobre a influência da luz vermelha e 14 dias sobre a influência da luz azul e a segunda sobre influência da luz branca. Foi realizado as avaliações de sementes germinadas para obtenção do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e número de plântulas emergidas para obtenção do Índice de Velocidade de Germinação (IVG). Foram avaliados junto ao sistema GroundEye® o comprimento de raiz (CR), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento da plântula (CP) e a razão do comprimento da raiz pelo comprimento do hipocótilo (CR/CH). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e quatro repetições para cada teste. Foi utilizado o teste de Tukey a 5% de significância, os quais demonstraram que a germinação, o índice de velocidade de germinação de sementes, estande inicial, emergência, índice de velocidade de emergência e tamanho da parte aérea é afetado de forma positiva quando exposta ao tratamento utilizando a combinação da luz vermelha com a luz azul, auxiliando assim no processo de desenvolvimento e afim de homogeneizar a produção das mudas de tabaco.

Palavras-chave: *Nicotiana tabacum*, fitocromo, LED, luz vermelha, luz azul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÕES	25
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

No ano de 2018, o Brasil completou seu 25º ano consecutivo como principal país exportador de tabaco, sendo considerado o segundo maior produtor de tabaco do mundo e o responsável por 10% da produção global, projetando-se a frente de países como Índia e Estados Unidos. Só no ano de 2017, o tabaco brasileiro chegou a 94 diferentes países, dentre eles: Bélgica, Estados Unidos, China e Alemanha, demonstrando assim, os patamares alcançados pela cultura de cultivo de tabaco no país, importante posição para o reconhecimento brasileiro neste mercado em âmbito mundial (DECININO, 2018).

O país mantém números representativos se tratando da produção e comercialização de tabaco, como no ano de 2017, no qual este mercado brasileiro movimentou 2,09 bilhões de dólares com a exportação de aproximadamente 462 mil toneladas, de acordo com o Sindicato Interestadual da Indústria de Tabaco (Sinditabaco). Contudo, por trás desses grandes números, o país sustenta também uma cadeia produtiva robusta, estando presente nos estados do sul brasileiro desde o século XIX, devido a influência de colônias alemãs e, mais tarde, em 1918, pela implementação da British American Tobacco na região através da sua associação com sua atual subsidiária brasileira, Souza Cruz. (PORTAL DO TABACO, 2018)

O Sistema Integrado de Produção de Tabaco (SIPT) é a cadeia produtiva da produção brasileira, que também representa um ponto de referência para os demais países. As companhias produtoras de cigarros brasileiras são o ponto de partida para o andamento da cadeia, fornecendo os insumos e incentivos financeiros necessários para subsidiar as pequenas famílias produtoras de tabaco. Desta forma, os pequenos agricultores contam com o necessário para o início de sua produção, enquanto as companhias conseguem verticalizar sua produção através da introdução das sementes e métodos de produção mais satisfatórios para atender as suas demandas. (SOUZA CRUZ, 2018)

Devido aos altos investimentos nesta cultura, aumenta-se a demanda pela eficiência e otimização da produção de mudas de tabaco com alto vigor e com crescimento uniforme durante seu ciclo. A utilização de mudas de qualidade é essencial, mesmo que seja para condições adversas.

Uma das inovações no crescimento de plantas é a utilização de luzes artificiais do tipo LED (light emitting diode). Os primeiros ensaios com LED utilizaram a radiação no vermelho e foram testados para o crescimento de alface, batata, espinafre e trigo (BULA, et. al., 1991).

Até vinte e dois anos atrás, devido ao alto custo do LED, o uso estava restrito a pesquisas em câmaras de crescimento e casas de vegetação. Dentre as vantagens do seu uso, destaca-se que o LED não emite calor pelo feixe luminoso, controla de forma eficiente o espectro emitido permitindo combinações de espectros, consumo menor de energia elétrica, usa baixa voltagem, pode ser instalada perto das plantas e tem vida útil longa e alta conversão de energia em luz (BOURGET, 2008).

Atualmente, o uso tem se mostrado eficiente na Holanda, no crescimento de flores em câmaras. Shimizu et. al. (2006) pesquisou o uso de LEDs em crisântemos e entendeu que é possível inibir o alongamento dos entrenós, reduzindo a aplicação de produtos químicos para retardar o crescimento da flor. É comum a utilização também em laboratórios de cultura de tecidos e em casas de vegetação, mas pouco se conhece sobre o uso de LEDs para aumentar a germinação de sementes e impulsionar o desenvolvimento inicial de plântulas. A compreensão em relação a influência da luz em relação aos fatores de germinação e emergência é importante para agilizar e homogeneizar a produção de mudas e elevar a produtividades.

Como uma possível tendência, é importante que se consolidem estudos a respeito da utilização de luzes coloridas, havendo alternância de espectros ou não. Os estudos recentes envolvendo a utilização do LED na agricultura estão em sua maioria concentrados na utilização em plântulas e mudas já desenvolvidas, porém poucas pesquisas mencionam a influência das luzes LED coloridas na germinação de sementes e emergência de plântulas.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo verificar a influência da utilização de lâmpadas de LED na faixa do vermelho e azul em câmaras de crescimento controlado (BOD) como promotora da germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de tabaco.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância e caracterização da cultura do tabaco

Uma das culturas agrícolas não alimentícias mais importantes do mundo é o tabaco; esse contribui substancialmente para as economias de mais de 200 países, sendo o Brasil, o segundo maior produtor e o principal exportador de tabaco processado (SOUZA CRUZ, 2018) e de sementes do mundo.

O tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) é originário da América do Sul, região dos Andes. Difundiu-se pelo território brasileiro por meio da imigração de indígenas e, rapidamente, disseminou-se pela Europa, África, Ásia e Austrália, sendo atualmente cultivado em todo o mundo (JUDE, 2013).

Na região sul do Brasil, a cultura do tabaco é uma das atividades agroindustriais de maior importância econômica e social. Considerando-se as diversas etapas do processo produtivo e comercial, incluindo a comercialização e financiamento do produto, despesas com materiais, energia e fretes, pagamento de salários, recolhimento de tributos, comercialização no mercado doméstico e a exportação, o complexo agroindustrial é responsável por uma movimentação financeira, que supera mais de 20 bilhões por ano, envolvendo mais de 2,1 milhões de pessoas, sendo 666.760 empregos diretos e 1.440.000 empregos indiretos. A estabilidade dos preços e a rentabilidade por área cultivada são os maiores atrativos para os fumicultores, além da diversificação nas pequenas propriedades rurais de tabaco que gera um incremento na renda familiar dos produtores (AFUBRA, 2019; CARVALHO, 2015).

Pertencente à família Solanaceae, gênero *Nicotiana*, o tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) é uma planta herbácea, com 90 a 120 cm de altura e contém folhas grandes e flores tubulares e simetria radiada. As flores aparecem no topo da planta, acima das folhas menores e mais novas e apresentam cores variáveis como rosa, vermelha, púrpura e branca. É uma planta monoica, com flores completas, contendo os órgãos femininos e masculinos e é classificada como autógama. Apresenta cleistogamia e a polinização do estigma intercorre, antes da abertura do botão floral; no entanto, a planta de tabaco pode ser fecundada, artificialmente, com o pólen de outras espécies do gênero *Nicotiana*. O fruto é do tipo seco e capsular, contendo um enorme número de sementes (SILVA; MENTZ, 2005).

É uma espécie que possui o alcaloide nicotina, fonte de matéria-prima para a indústria tabagista. É, também, amplamente utilizado em estudos científicos, nas áreas de farmácia,

fisiologia, virologia e plantas transgênicas (GOODSPEED, 1954; HAWKES, 1999; HUNZIKER, 2001) O óleo extraído das sementes pode ser utilizado na indústria farmacêutica, na alimentação animal e até mesmo no biodiesel (STANISAVLJEVIC'; LAZIC'; VELJKOVIC, 2007; VELJKOVIC' et al., 2006). Além disso, é reconhecido como planta-modelo para a transformação genética vegetal, em razão ao tamanho do seu genoma, relativamente pequeno, à alta capacidade de regeneração, ao potencial de produção rápida por causa de seu ciclo curto e à grande produção de sementes por planta (DUNG et. al., 2006; ROMMENS, 2006).

As sementes de tabaco possuem tamanho diminuto, sendo cada grama de sementes de tabaco composto por cerca de 16 mil unidades (BRASIL, 2009). Assim, o tamanho, a forma e o peso das sementes de tabaco têm sido considerados entrave para o seu cultivo.

Sementes de tabaco de alta qualidade, com potencial de produzir mudas vigorosas e uniformes, são requeridas para o sucesso do estabelecimento das plantas e produtividade final. Na literatura, há escassez de informações relacionadas às etapas de produção, colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento, bem como dados e referências sobre o potencial fisiológico de lotes de sementes de tabaco.

O estabelecimento da lavoura de tabaco se dá por meio do plantio de mudas. As sementes são semeadas em substrato comercial, mantidas em bandejas de isopor, que são colocadas sobre uma lâmina de água, em sistema-float para a produção de mudas de tabaco. Todo o processo é conduzido sob condições controladas de casa de vegetação (CALDEIRA, 2013; SOUZA CRUZ, 2016; VENCATO et. al., 2011). No sistema de produção de tabaco, após a obtenção das mudas, ocorre o transplântio para o campo e as perdas proporcionadas por sementes não germinadas e plântulas pouco vigorosas afetam a uniformidade do estande e a produtividade da cultura (SILVA, 2014).

A maturação desuniforme dos frutos, em razão da característica de crescimento desuniforme da espécie, resulta de um florescimento heterogêneo entre as plantas e em uma mesma planta. Conseqüentemente, em uma mesma planta encontram-se flores, frutos em diferentes estádios de maturação e sementes em diferentes estádios de desenvolvimento. Por esse motivo, a colheita dos frutos é realizada, manualmente, possibilitando a padronização e homogeneização dos lotes (SILVA, 2014).

Essas peculiaridades da cultura do tabaco mencionadas acima, como a desuniformidade da maturação, as dimensões reduzidas das sementes, além da dormência primária induzida pelo ácido abscísico (ABA) endógeno e também pela resistência mecânica exercida pela testa e pelo

endosperma das sementes dificultam a obtenção de lotes de alta qualidade (SILVA, 2014). Mas, devido à importância econômica da cultura do tabaco em âmbito nacional e internacional, a demanda por sementes de qualidade é alta, já que influencia sobremaneira a produção de mudas vigorosas e sadias.

2.2 Qualidade de Sementes

A qualidade fisiológica de sementes pode ser definida como a capacidade da semente de desempenhar funções vitais, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade, que afeta diretamente a implantação da cultura em condições de campo (POPINIGIS, 1977). Resultados de pesquisas mostram que a baixa qualidade fisiológica de sementes pode resultar em reduções na velocidade e emergência total, desuniformidade de emergência, menor tamanho inicial de plântulas, produção de matéria seca e na área foliar (KHAH et. al., 1989; SCHUCH, 1999; HÖFS et. al., 2004a; KOLCHINSKI et. al., 2006).

Uma forma de avaliar a qualidade fisiológica de sementes é através da avaliação de germinação da semente. Após a semeadura acompanha-se o potencial germinativo das sementes, determinando assim, sob condições ótimas de ambiente, a qualidade das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

A germinação de sementes consiste na reativação do metabolismo e crescimento do embrião por meio de eventos metabólicos ordenados, cada um deles apresentando exigências próprias quanto à temperatura e luz, principalmente porque dependem da atividade de sistemas enzimáticos específicos (BEWLEY; BLACK, 1994). O teste de germinação torna-se muito útil para avaliar a capacidade de germinação, no entanto, não subsidia informações sobre o vigor das sementes (BEWLEY & BLACK, 1994).

O vigor das sementes é função de um conjunto de características que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme de plântulas normais, sob diversas condições ambientais (AOSA, 1983).

Os testes de vigor permitem identificar os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento. Conjuntamente ao teste de germinação auxilia na pesquisa sobre qualidade de sementes (HAMPTON e COOLBEAR, 1990).

2.3 Efeitos da luz sobre a germinação de sementes

Os fatores que mais determinam o desenvolvimento de plantas são as condições edáficas, disponibilidade de água, luminosidade, temperatura e, dentre estes destaca-se a luz, como importante no crescimento de plantas, por ser a promotora da fotossíntese. A exigência em luz necessária para a germinação de sementes e o seu desenvolvimento de plantas varia entre as espécies, e dentro de uma mesma espécie, podendo ter variação até mesmo dentro de cultivares (FERREIRA et. al. 1997; SANTOS, 2006).

As sementes podem ser classificadas em três categorias, dependendo das suas respostas quanto ao estímulo luminoso (METIVIER, 1979), sendo elas: sementes fotoblásticas positivas, que são aquelas que possuem maior capacidade de germinar à luz, as fotoblásticas negativas, são as quais a germinação não ocorre em presença de luz, e as fotoblásticas neutras que não seguem um padrão de germinação em relação a presença ou ausência de luz.

As respostas apresentadas pelas sementes à luz, e em relação a outros fatores, apresentam-se de formas distintas de acordo com as espécies e são dependentes de alguns fotorreceptores. O fitocromo é um pigmento proteico de coloração azul-esverdeado que participa da fisiologia das plantas em resposta a exposição periódica à luz, são cromoproteínas interconvertíveis entre a forma inativa e ativa. O fitocromo vermelho (Pr) tem a faixa de absorção entre 620-700nm e o vermelho distante (Pfr) entre 710-850nm, existindo uma relação de reversibilidade entre o Pr e o Pfr, sendo descoberto posteriormente que essa conversão de vermelho em vermelho distante acontecia apenas em um fitocromo, sendo o Pr chamado de forma inativa e ao receber estímulo da luz vermelha se torna ativo (Pfr). No escuro, o Pfr pode voltar a forma Pr, mas esse processo é considerado lento, no entanto, o Pfr pode ser convertido rapidamente de volta para a forma inativa Pr na presença de luz nos comprimentos de onda do vermelho distante. A essa propriedade dos fitocromos em se converterem nas formas ativa e inativa, dá-se o nome de fotoreversibilidade. Eles têm papel importante como captadores de luz, dando início a uma série de transcrições gênicas que vão acarretar em diferentes estímulos na planta (TAIZ et. al., 2017).

A germinação é uma etapa importante para iniciação de qualquer cultura, sendo também uma estratégia promissora na obtenção de plantas em alta quantidade (KULKAMI et. al., 2006).

Tanto as características intrínsecas quanto os fatores ambientais interferem nas respostas de germinação e desenvolvimento de diferentes espécies. Entre eles, a luz é um fator físico que desencadeia sinais internos de ativação ou inativação de vias metabólicas nas sementes e nas plantas (BHATTACHARYA; KHUSPE, 2001; KERBAUY, 2008). O mecanismo responsável

pela germinação de sementes expostas a luz é explicado pela relação dos fitocromos e a síntese do hormônio giberelina em algumas espécies (PENG & HARBERD, 1997, YANG et. al. 1997), sendo que as giberelinas atuam na promoção da germinação (LONVEGROVE; HOOLEY, 2000). Quando o fitocromo está na forma ativa é responsável pela expressão gênica que conduz à síntese de giberelina. Já na forma inativa é responsável pela síntese de ácido abscísico (ABA), um inibidor da germinação (FLOSS, 2004).

A luz vermelha é relatada como estimuladora da germinação de sementes de várias espécies (KERBAUY, 2008). As respostas obtidas para indução da germinação, sob luz vermelha, podem estar relacionadas a regulação da biossíntese das giberelinas pelo fitocromo ativo (TOYOMASU et. al., 1998), visto que as giberelinas atuam diretamente na promoção da germinação (LONVEGROVE; HOOLEY, 2000).

Com relação a luz azul, esta tem papel importante no fototropismo das plantas, inibição do alongamento do hipocótilo (caule) em plântulas, estimulação da síntese de carotenos, abertura estomática, acompanhamento do sol. O fotorreceptor que absorvem a luz azul no comprimento de 320nm a 500nm são das classes dos criptocromos, fototropinas e proteínas ZLT. (TAIZ et. al., 2017).

A similaridade nas respostas para luz azul e luz branca acrescida de UV-A pode estar relacionada ao criptocromo responsável por absorver os comprimentos de onda na faixa do azul (GYULA et. al., 2003).

Os variados comprimentos de ondas de luz auxiliam de formas diferentes entre as espécies. Como exemplo desta variação, a luz azul ajuda na germinação de *Acacia catechu* (AGRAWAL; PRAKASH, 1978) e *Amaranthus spp* (SINGHAL et. al., 1983) mas inibe a *Amaranthus caudatus* (NOWAK et. al., 1996), já com a luz vermelha, o mesmo acontece já que ela estimula a *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 causa a inibição da germinação de *Chondrilla juncea* (LUNA et. al., 2004), assim como a utilização da luz do vermelho-extremo e azul ocasiona a inibição de *Solanum tuberosum* (LISTOWSKI; RYKACZEWSKA, 1975); *Citrullus lanatus* (THANOS; MITRAKOS, 1992).

A utilização e combinação de luzes vermelha e azul podem ser uma alternativa as empresas produtoras de mudas de tabaco para acelerar a germinação e produção de mudas com maior eficiência, disponibilizando assim mudas de forma mais rápida aos produtores desta cultura.

2.4 Luz LED na agricultura

A primeira menção ao uso de luz artificial para crescimento de plantas foi dita por Carl Wilhelm Siemens, um ano após a invenção da luz incandescente por Thomas Edson há 140 anos, onde disse “O horticultor terá meios de se tornar profissionalmente independente da luz solar para produzir uma fruta de alta qualidade em todas as estações do ano”. A partir da década de 20, o uso na agricultura foi se tornando mais comum.

Na agricultura, as fontes de radiação mais comuns são as lâmpadas fluorescentes, iodetos metálicos, HPS e incandescentes, porém, essas fontes foram desenvolvidas para iluminação em ambientes humanos, não sendo ideais para a agricultura, tendo diversas restrições principalmente nos espectros emitidos.

Na agricultura, o uso de LED (diodo emissor de luz) é bastante aplicado às pesquisas científicas, em câmaras de crescimento e cultura de tecidos, devido as suas características de baixa emissão de calor e a possibilidade de controle do espectro emitido (MORROW, 2008). As primeiras pesquisas com cultura de expressão economia, foram feitas pelo Kennedy Space Center (KSC) em que avaliaram as respostas fisiológicas de plantas em ambientes de luz controlada por LED, sendo elas: trigo (GOINS et. al. 1997), alface e rabanete (GOINS et. al., 2001; YORIO et. al., 2001) e pimenta (BROWN et. al., 1995)

Lâmpadas LEDs são um tipo único de diodo semicondutor, e podem ter um pico de emissão de luz variando de 220nm a 1.000nm e é o primeiro dispositivo que tem a capacidade de controle espectral, permitindo que os comprimentos de onda sejam adaptados aos fotorreceptores dos vegetais, influenciando de maneira satisfatória a morfologia e composição das plantas (OLLE & VIRSILÈ, 2013).

A luz LED é considerada a melhor em relação a qualidade de luz para a produção de plantas, pois combina os comprimentos de ondas ideais para o desenvolvimento. Shimizu et. al. (2011) concluíram que a luz monocromática vermelha é a mais eficiente na fotossíntese e crescimento (mensurado pelo peso úmido) de *Lactuca sativa L.* em comparação com a monocromática azul, e outras combinações de luzes, porém algumas plantas, mesmo tendo comprimentos superiores, apresentaram aparência ruim.

Pesquisas apontaram também, que o peso da massa seca elevou sob condições de luz azul, e na combinação de luzes vermelha e azul misturadas, houve aumento no crescimento vegetal e na fotossíntese (HIRAI, AMAKI & WATANABE, 2006).

Bula et. al. (1991) foram os primeiros a sugerirem a utilização de lâmpadas LEDs para o crescimento de plantas e relataram que o crescimento de plantas sob luz vermelha suplementada com luz azul fluorescente era equivalente ao encontrado sob lâmpada fluorescente branca mais lâmpadas incandescentes. Testes subsequentes realizados por esse mesmo grupo mostrou que hipocótilos e cotilédones de mudas de alface sob luz vermelha, tornaram-se alongadas, e que esse efeito poderia ser evitado pela adição de luz azul durante o seu desenvolvimento (HOENECKE et. al., 1992).

Em morango (*Fragaria ananassa*) foram estudadas a taxa fotossintética das folhas submetidas à iluminação com lâmpadas LED vermelha (660nm) ou azul (450nm), mostrando alta eficiência quântica nos tratamentos sob luz vermelha (YANAGI et. al., 1996a), e plantas de arroz cultivadas com lâmpadas LEDs vermelho (660nm) e azul (470nm) combinadas apresentaram taxas fotossintéticas mais elevadas do que folhas de plantas cultivadas sob lâmpadas LEDs vermelha monocromática (MATSUDA et. al., 2004).

Em relação a utilização da luz azul, quantidade ótima e espectro são variáveis de acordo com a espécie, no entanto, sabe-se que a esse feixe de luz desempenha papel fundamental na fotomorfologia das plantas, incluindo abertura estomática (SCHWARTZ & ZEIGER, 1984 e MASSA et. al., 2008) que afetarão as relações hídricas, trocas gasosas, alongamento de células (COSGROVE, 1981) e fototropismo (BLAAUW & BLAAUW-JANSEN, 1970).

2.5 Análise de Imagem

A uniformidade e a velocidade de emergência de plântulas são determinantes para o sucesso do estabelecimento da cultura. Para analisar o vigor dos lotes, testes são utilizados visando principalmente, a identificação do desempenho de diferentes lotes de sementes, em condições de armazenamento ou após a semeadura (MARCOS FILHO et. al., 2009).

A análise de vigor por meio de imagens pode contribuir para avanços na padronização de avaliação. Segundo Andrade (2017), além de ser uma técnica rápida, não destrutiva e objetiva, as informações obtidas por esse método podem compor bancos de dados que serão posteriormente acessados.

Os estudos que correlacionam a imagem de sementes e plântulas e o vigor de sementes fazem parte do que há de mais moderno em análise de sementes. De acordo com Marco Filho et. al. (2009), por meio da análise computadorizada foi possível obter o índice de vigor, grau de

uniformidade de desenvolvimento e avaliação do comprimento de plântulas ou de suas partes por meio de imagens de plântulas.

Para Ávila (2017), a avaliação de plântulas por meios computacionais, contribui para otimização do tempo utilizado e menor subjetividade nas análises, uma vez que o processo sofre menor influência do analista. Além disso, por meio da técnica de análise de imagem é possível extrair dados contidos na imagem e processar diferentes informações a partir desses dados (ANDRADE, 2014).

Uma imagem é composta por uma função bidimensional, $f(x, y)$ sendo que x e y são denominadas coordenadas espaciais, e a amplitude de f em algum par de coordenadas (x, y) é denominada de intensidade ou nível de cinza da imagem. A imagem digital é formada quando os valores de suas coordenadas e amplitude forem quantidades determinadas e discretas. A imagem digital é formada por uma combinação de elementos finitos, cada um com determinado valor e localização (GONZALEZ & WOODS, 2010). Esses elementos são denominados de “pixels” e constituem os menores elementos formadores de uma matriz digital (GONZALEZ & WOODS, 2000).

O processamento digital de imagens compreende basicamente 4 etapas: a aquisição da imagem, pré-processamento, segmentação e a análise. A aquisição da imagem pode ser realizada por meio de uma câmera fotográfica, scanner ou outro sensor que produza uma imagem digital. A próxima etapa consiste em realizar melhorias na imagem, como fazer realces de contraste e remoção de ruídos e assim garantir sucesso nas próximas etapas. Portanto, o método consiste na captação de imagens digitais múltiplas de plântulas, que são processadas em computador, gerando valores numéricos que representam o potencial fisiológico das sementes com base em parâmetros preestabelecidos. Os dados incluem índices de vigor, de crescimento e comprimento de plântulas (GONZALEZ & WOODS, 2000; SAKO et. al., 2001).

O GroundEye® é um sistema (hardware + software) produzido pela empresa Tbit® e tem demonstrado grande potencial para análise de sementes e plântulas por meio de análise de imagens de alta resolução. Tem a capacidade de extrair dados de cor, textura e geometria de sementes, totalizando 328 características possíveis de serem analisadas, além de analisar individualmente cada plântula e fornecer índices de crescimento, uniformidade e vigor de plântulas (ABREU et. al., 2016; ÁVILA, 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. As sementes de tabaco utilizadas no presente trabalho pertencem ao grupo varietal Virgínia, cultivar CSC 447 da safra 2015/2016, cedidas pela empresa Souza Cruz. Estas estavam armazenadas em câmara fria a 10° e 60% UR, até a realização das avaliações experimentais.

Foram utilizadas duas câmaras de crescimento vegetal do tipo BOD com lâmpadas tipo LED adaptadas para o experimento, sendo uma BOD com LED branca utilizada no crescimento regular de plantas, durante todo período de avaliação (controle) e outra BOD com LED vermelha, durante 7 dias e posteriormente a este prazo, houve a troca para LED azul durante o prazo de 14 dias, com comprimentos de onda de 450nm e 650nm respectivamente (Figura 1). As lâmpadas pertencem a mesma empresa fabricante da BOD (ELETROLab®).

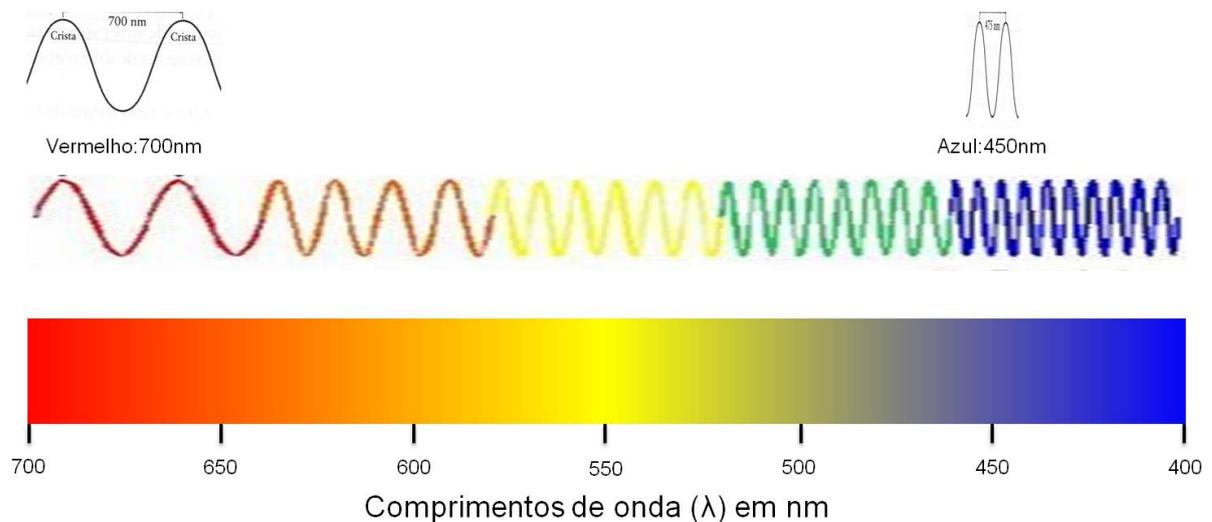


Figura 1: Diferentes comprimentos de luz conforme coloração

Para determinação do grau de umidade, utilizou-se o método da estufa a 105°C por 24 horas com duas repetições de 0,1g de sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem do teor de água (base úmida) (BRASIL, 2009).

Teste de germinação: quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em caixas de acrílico tipo gerbox sobre duas folhas de papel mata borrão azul umedecido com solução de KNO_3 a 0,2% em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco (Figura 2). As sementes foram mantidas em câmaras de germinação tipo BOD reguladas com temperatura e luz alternada. Sendo a temperatura de 20° C durante as dezesseis horas de luz e temperatura 30 ° C durante oito horas no escuro. Foi realizado desta maneira tanto para as sementes expostas ao diodo emissor de luz de cor branca quanto para as sementes expostas a combinação dos diodos emissores de luz vermelha e luz azul (Figura 3).



Figura 2: Sementes semeadas em caixa de acrílico tipo gerbox



Figura 3: Equipamento do tipo BOD adaptadas com luz branca, vermelha e azul.

O número de sementes germinadas foi avaliado diariamente, com o auxílio de lupa, para obtenção do **Índice de Velocidade de Germinação (IVG)** (MAGUIRE, 1962). Os resultados de germinação foram expressos em porcentagem de plântulas normais com avaliação aos sete dias após a montagem do teste para obtenção da **Primeira Contagem de Germinação** e aos 16 dias, para obtenção da germinação (BRASIL, 2009).

Teste de emergência em sistema “float” – quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em bandejas de plástico, a semeadura foi realizada em substrato Carolina[®], previamente umedecido, colocado em bandejas de plástico com 100 células, as quais foram divididas ao meio, para que em cada repetição houvesse 50 sementes, que por sua vez foram colocadas em sistema “Float” (Figura 4). Esse sistema se caracteriza por manter as bandejas de polipropileno perfuradas sobre uma lâmina de água de, aproximadamente, três centímetros e mantidas em BOD com temperatura alternada de 20-30 °C e fotoperíodo de dezesseis horas e oito horas, sendo a temperatura de 20° C durante as dezesseis horas de luz e temperatura de 30 ° C durante as oito horas no escuro, nas duas condições de luminosidade, ou seja, tanto para a BOD com a luz branca de LED e para a combinação de luz vermelha e azul também LED. A avaliação do número de plântulas emergidas e com o primeiro par de folhas foi realizada diariamente, para a obtenção do **Índice de Velocidade de Emergência (IVE)** (MAGUIRE, 1962) e, no sétimo dia e décimo quinto dia, para a obtenção do **Estande Inicial e Estande Final**.



Figura 4: Sementes semeadas em sistema “float”

Desenvolvimento de plântulas por análise de imagens

A metodologia foi a mesma utilizada para o teste de germinação, onde quatro repetições de 50 sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel mata borrão azul umedecido com solução de KNO_3 a 0,2% em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Estas foram mantidas em câmaras tipo BOD com temperatura alternada 20-35 °C e fotoperíodo de 8 horas. Quatro repetições foram avaliadas por análise de imagens ao vigésimo primeiro dias após a semeadura.

Para a captura das imagens foi utilizado o sistema GroundEye[®], 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 foram mantidas no papel germitest azul e inseridas na bandeja do módulo de captação para a obtenção das imagens. Para a análise da parte aérea do experimento em substrato, estas foram lavadas e colocadas diretamente na bandeja do equipamento. Na etapa de configuração da análise foi 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 tabaco. Depois da calibração da cor do fundo foi realizada a análise das imagens e foram extraídos valores das características das plântulas como

o comprimento da raiz (CR), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento da plântula (CP) e a razão do comprimento da raiz pelo comprimento do hipocótilo (CR/CH). Posteriormente foram gerados relatórios com os resultados obtidos na análise das imagens.

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Os resultados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos para todos os testes foi feita pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no *software* Sisvar[®] (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água médio das sementes de tabaco da cultivar CSC 447 no momento dos testes foi de 10,1% com variação máxima de 0,3%.

Foi possível observar diferenças significativas entre os tipos de luz para os fatores primeira contagem da germinação, germinação, índice de velocidade de germinação, estande inicial, emergência, índice de velocidade de emergência e tamanho de parte aérea ($p < 0,05$).

Para os parâmetros de primeira contagem da germinação, germinação e índice de velocidade de germinação, valores superiores foram observados quando as sementes foram expostas a luz vermelha até o sétimo dia e posterior exposição a luz azul por mais sete dias (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados médios de primeira contagem, germinação, índice de velocidade de germinação de sementes, comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, razão parte aérea/raiz e tamanho total de plântulas de tabaco cultivar CSC 447, sob luz branca e combinação de luz vermelha/azul.

Luz	1ª Cont.	Germ.	IVG	C. Raiz	P. Aérea	Razão PA/R	T. Total
Branca	78 b	93 b	6,51 b	0,26 a	0,48 a	0,68 a	0,82 a
Vermelha/Azul	90 a	97 a	7,93 a	0,25 a	0,63 a	0,41 a	0,87 a
CV (%)	3,09	1,22	3,09	12,74	14,09	22,42	19,53

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

Sabendo-se que a luz vermelha é relatada como estimuladora da germinação de sementes de várias espécies (KERBAUY, 2008), e que as respostas obtidas para indução da germinação, sob luz vermelha, podem estar relacionadas a regulação da biossíntese das giberelinas pelo fitocromo ativo (TOYOMASU et. al., 1998), pode-se inferir que, para sementes de tabaco, a utilização de luz vermelha nos primeiros sete dias do teste de germinação atuaram na promoção da germinação das sementes, sendo que este fato pode estar relacionado à ativação da síntese de giberelina como relatado por Lonvegrove e Hooley (2000). Assim como para a análise da germinação, para os quesitos de 1ª contagem, índice de velocidade de germinação foi observado que as plântulas de tabaco houve diferença entre os tratamentos, evidenciando assim que a utilização da combinação de luz vermelha e luz azul estimula a germinação e acelera a velocidade desta germinação.

Já para os quesitos de comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, razão parte aérea e raiz e tamanho total das plântulas de tabaco não houve diferença significativa das

plântulas submetidas aos tratamentos com a combinação da luz vermelha e azul e com a luz branca.

Para os parâmetros de estande inicial, emergência, índice de velocidade de emergência e comprimento de parte aérea, valores superiores foram observados quando as sementes foram expostas a luz vermelha até o sétimo dia e posterior exposição a luz azul por mais sete dias (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados médios de estande inicial, emergência, índice de velocidade de emergência e comprimento de parte aérea de plântulas de tabaco cultivar CSC 447, sob luz branca e combinação de luz vermelha/azul.

Luz	Est. Inicial	Emergência	IVE	T. parte aérea
Branca	80 b	85 b	6,14 b	0,86 b
Vermelha/Azul	92 a	96 a	7,42 a	1,75 a
CV (%)	2,33	1,56	2,53	2,87

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

Pode-se observar que de forma semelhante aos resultados do teste de germinação, os resultados de maior estande inicial, emergência, índice de velocidade de emergência e comprimento da parte aérea de plântulas de tabaco foi observado quando as plântulas foram submetidas a combinação entre a luz vermelha e luz azul. Evidenciando assim que a combinação destas luzes gera estímulos tanto no quesito de germinação quanto em relação a emergência das plântulas de tabaco, fato que pode ser explicado pois espécies que possuem sementes pequenas são consideradas fotoblasticas positivas, e desta forma estas se encontram no solo em busca de clareiras para a sua germinação, pois as mesmas não conseguem germinar sem a presença da luz (ANDRADE 1995; ZAIA & TAKAKI 1998; BASKIN et. al., 1999; SOUSA SILVA 2001; VALIO & SCARPA 2001).

Vale ressaltar que para o quesito comprimento de parte aérea de plântulas de tabaco foi possível observar que os valores deste resultado foram praticamente dobrados quando as plântulas foram submetidas ao tratamento da combinação das luzes vermelha e azul em relação a luz branca, sendo possível observar o acréscimo em relação ao tamanho em média de 0,89cm. Portanto, desta forma, pode se explicar que o maior comprimento da parte aérea se relaciona com a questão da germinação acelerada das sementes, possibilitando um crescimento acelerado das raízes, o qual se justifica pela absorção acelerada de água (YAGMUR; KAYDAN, 2008).

5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento das plântulas de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) é influenciado pela combinação da utilização dos diodos emissores de luz (LED) na cor vermelha, durante os 7 primeiros dias após a montagem e com coloração azul a partir do sétimo dia até o vigésimo primeiro dia, apresentando valores superiores de germinação e emergência quando as sementes são submetidas ao tratamento utilizando a combinação destes diodos emissores de luzes, sendo superiores a utilização do controle com a luz branca.

Há um acréscimo significativo quando as plântulas são conduzidas sobre a combinação dos diodos emissores de luz nas cores vermelha e azul, para o quesito do comprimento da parte aérea das plântulas quando comparadas ao tratamento com a utilização da luz branca.

A combinação entre os diodos emissores de luz com coloração vermelha e azul se mostra o tratamento mais eficiente no desenvolvimento inicial de plântulas de tabaco, existindo diferenças significativas quando comparada ao desenvolvimento inicial com a utilização de diodos emissores de luz na cor branca.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFUBRA. Fumilcutura no Brasil. Disponível em:

<<https://afubra.com.br/fumiculturabrasil.html>> Acesso em: 24 ago. 2020.

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

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

Association of Official Seed Analysts. 1983. *Seed Vigor Testing Handbook*. Contribution No. 32. 89pp.

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

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. Derek; BLACK, Michael. *Seeds*. In: *Seeds*. Springer, Boston, MA, 1994. p. 1-33.

BHATTACHARYA, J.; KHUSPE, S. S. In vitro and in vivo germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. *Scientia Horticulturae*, v. 91, n. 01-02, p. 39-49, 2001.

BLAAUW, O. H.; BLAAUW-JANSEN, G. The phototropic responses of *Avena* coleoptiles. *Acta Botanica Neerlandica*, v. 19, n. 5, p. 755-763, 1970.

BOURGET, C. (2008). An Introduction to Light-emitting Diodes, *HortScience horts*, 43(7), 1944-1946. Retrieved Aug 25, 2020, from <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/43/7/article-p1944.xml>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 220 p.

BULA, R.J., R.C. MORROW, T.W. TIBBITTS, D.J. BARTA, R.W. IGNATIUS, and T.S. MARTIN. "Light-emitting Diodes as a Radiation Source for Plants". *HortScience HortSci* 26.2: 203-205. < <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.26.2.203>>. Web. 25 Aug. 2020.

CALDEIRA, C. M. Condicionamento fisiológico e pelotização de sementes de tabaco. 2013. 109 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

- CARVALHO, C. Anuário brasileiro do tabaco 2015. Disponível em: <<http://www.grupogaz.com.br>>. Acesso em: 25 out. 2019.
- 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.
- COSGROVE, Daniel J. Rapid suppression of growth by blue light: occurrence, time course, and general characteristics. *Plant Physiology*, v. 67, n. 3, p. 584-590, 1981.
- DECININO, R. Tabaco: Brasil é o maior exportador mundial. UOL Educação. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/tabaco-brasil-e-omaior-exportador-mundial.htm>> Acesso em: 24 ago. 2020.
- 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
- DUNG, T. et al. Agrobacterium-mediated transformation of CRY1Ac gene to tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) and evaluation of *Heliothis armigera* resistance. *Journal of Agriculture*, Melbourne, v. 22, n. 2, p. 161-169, June 2006.
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FIGUEIREDO, A. Programa de diversificação de lavouras de tabaco nas encostas da serra geral, atividades e potencialidades. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias, 2008. Disponível em: <www.tcc.cca.ufsc.br/agronomia/ragr052.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2020.
- FLOSS, E. L. Fisiologia das plantas cultivadas. Passo Fundo: UPF, 2004.
- GYULA, P.; SCHÄFER, E.; NAGY, F. Light perception and signalling in higher plants. *Current Opinion in Plant Biology*, v. 06, n. 05, p. 446-452, 2003.
- GOINS, Gregory 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*, v. 48, n. 7, p. 1407-1413, 1997.
- GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. Processamento de imagens digitais. Editora Blucher, 2000.
- GOODSPEED, T. H. The genus *Nicotiana*. Waltham: Chronica Botanica, 1954. 536 p
- HAMPTON, J. G. et al. Potential versus actual seed performance-Can vigour testing provide an answer?. *Seed science and technology*, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.
- HAWKES, J. G. The economic importance of the family Solanaceae. In: NEE, M. et al. (Ed.). *Solanacea IV: advances in biology and utilization*. Kew: The

Royal Botanic Gardens; London: The Linnean Society of London, 1999. p. 1-8.

HEEMANN, F. O cultivo do fumo e condições de saúde e segurança dos trabalhadores rurais. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/22063>>. Acesso em: 17 jul. 2020.

HOENECKE, M. E.; BULA, R. J.; TIBBITTS, T. W. Importance of Blue Photon Levels for Lettuce Seedlings Grown under Red-light-emitting Diodes. HortScience, v. 27, n. 5, p. 427-430, 1992.

HÖFS, A. et al. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.26, n.1, p.92-97, 2004a. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222004000100014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.

HIRAI, T.; AMAKI, W.; WATANABE, H. Effects of monochromatic light irradiation by LED on the internodal stem elongation of seedlings in eggplant, leaf lettuce and sunflower. Journal of Society of High Technology in Agriculture (Japan), 2006.

HUNZIKER, A. T. Genera Solanacearum. Rugell: Gantner Verlag, 2001. 500 p.

ISLAM, M. O.; MATSUI, S.; ICHIHASHI, S. Effects of light quality on seed germination and seedling growth of Cattleya orchids in vitro. Japan Society Horticulture Science, v. 68, n. 06, p.1132-1138, 1999.

JUDE, C. A. Extraction, characterization and industrial applications of tobacco seed oil (*Nicotiana tabacum*). Chemistry and Materials Research, Pittsburgh, v. 3, n. 2, p. 19-22, 2013.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2008. 431 p.

KHAH, E.M. et al. Effects on seed ageing on growth and yield spring wheat at different plant-population densities. Field Crop Research, Amsterdam, v.20, p.175-190, 1989. Disponível em:

<http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6M491578T2P&_user=687350&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000037881&_version=1&_urlVersion=0&_userid=687350&md5=51a06aa63d9250bd33a3d6f66ba5807e>

KULKAMI, M. G.; SPARG, S. G.; STADEN, J. V. Dark conditioning, cold stratification and a smoke-derived compound enhance the germination of *Eucomis autumnalis* sbsp. *autumnalis* seeds. South African Journal of Botany, v. 72, n. 01, p. 157-162, 2006.

LISTOWSKI, A.; RYKACZEWSKA, K. The influence of light on the germination of potato seeds. Acta Agrobotanica, v. 28, p. 241-251, 1975.

LONVEGROVE, A.; HOOLEY, R. Gibberellin and abscisic acid signalling in aleurone. *Trends in Plant Science*, v. 05, n. 03, p. 102-110, 2000.

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.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

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, Julio. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.

MARCOS FILHO, Julio; KIKUTI, Ana Lúcia Pereira; LIMA, Liana Baptista de. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. *Revista Brasileira de sementes*, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

METIVIER, JACQUES; VIANA, ANA MARIA. The effect of long and short day length upon the growth of whole plants and the level of soluble proteins, sugars, and stevioside in leaves of *Stevia rebaudiana* Bert. *Journal of Experimental Botany*, v. 30, n. 6, p. 1211-1222, 1979.

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.

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

MORROW, Robert C. LED lighting in horticulture. *HortScience*, v. 43, n. 7, p. 1947-1950, 2008.

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.

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, 2013.
ONO, E.; WATANABE, H. Plant factories blossom: prod

PENG, Jinrong; HARBERD, Nicholas P. Gibberellin deficiency and response mutations suppress the stem elongation phenotype of phytochrome-deficient mutants of *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, v. 113, n. 4, p. 1051-1058, 1997.

POPINIGIS, F. Qualidade fisiológica da semente. Fisiologia da semente. Brasília, 1977.

PORTAL DO TABACO, Exportações de tabaco devem crescer 10% em 2018. Santa Cruz do Sul/RS, abril/2018. Disponível em: <
<http://portaldotabaco.com.br/exportacoes-de-tabaco-devem-crescer-10-em-2018/>>
 Acesso em: 24 ago. 2020.

ROMMENS, C. Kanamycin resistance in plants: an unexpected trait controlled by a pottential multifaceted gene. Trends in Plant Science, Oxford, v. 11, n. 7, p. 317-319, 2006.

SHICHIJO, C.; KATADA, K.; TANAKA, O.; HASHIMOTO, T. Phytochrome Amediated inhibition of seed germination in tomato. Planta 213, 764–769. 2001.

SHIMIZU, H.; MA, Z.; TAZAWA, S.; DUOZONO, M.; RUNKLE, E. S.; SCHUCH, L.O.B et al. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. Revista Brasileira de Agrociências, Pelotas, v.6, n.2, p.97-101, 2000.

HEINS, R. D. Blue light inhibts stem elongation of chrysanthemum. Acta Horticulture, v.711, p.363-367, 2006.

SCHWARTZ, A.; ZEIGER, E. Metabolic energy for stomatal opening. Roles of photophosphorylation and oxidative phosphorylation. Planta, v. 161, n. 2, p. 129-136, 1984.

SILVA, H. P. Colheita, secagem e extração de sementes de tabaco. 2014. 106 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SILVA, M. V.; MENTZ, L. A. O gênero *Nicotiana* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia: Série Botânica, Porto Alegre, v. 60, n. 2, p. 151-173, 2005.

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

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.

SOUZA CRUZ. Fases da produção de fumo: plantio 2013. Disponível em: <
http://www.souzacruz.com.br/group/sites/SOU_7UV24.nsf/vwPagesWebLive/DO7V9KLC>. Acesso em: 23 out. 2019.

SOUZA CRUZ. Modelo de Parceria com produtores integrados é referência nacional no agronegócio e na agricultura familiar. Disponível em: <
http://www.souzacruz.com.br/group/sites/SOU_AG6LVH.nsf/vwPagesWebLive/DO9YAMC5?opendocument> Acesso em: 24 ago. 2020.

STANISAVLJEVIC', I. T.; LAZIC', M. L.; VELJKOVIC, V. B. Ultrasonic extraction of oil from tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seeds. *Ultrasonic Sonochemistry*, Oxford, v. 14, n. 5, p. 646-652, July 2007.

TAIZ, Lincoln et al. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed Editora, 2017.

THANOS, C. A.; MITRAKOS, K. Watermelon seed germination: 1. Effects of light, temperature and osmotica. *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.

VENCATO, A. Z. et al. *Anuário brasileiro de tabaco*. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2011. 176 p.

VICTÓRIO, C. P.; KUSTER, R. M.; LAGE, C. L. S. Qualidade de luz e produção de pigmentos fotossintéticos em plantas in vitro de *Phyllanthus tenellus* Roxb. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 05, n. 02, p. 213-215, 2007a.

VICTÓRIO, C. P.; TAVARES, E. S.; LAGE, C. L. S. Anatomia de plantas de *Phyllanthus tenellus* Roxb. cultivadas in vitro sob diferentes qualidades de luz. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 216-218, 2007b.

VICTÓRIO, C. P.; LAGE, C. L. S. Effects of light qualities and growth regulators on in vitro flowering of *Phyllanthus tenellus* Roxb. *General and Applied Plant Physiology*, 2009. No prelo.

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.

YAGMUR, Mehmet; KAYDAN, Diğdem. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. *African Journal of Biotechnology*, v. 7, n. 13, 2008.

YANAGI, T.; OKAMOTO, K.; TAKITA, S. Effects of blue, red, and blue/red lights of two different PPF levels on growth and morphogenesis of lettuce plants. In: *International Symposium on Plant Production in Closed Ecosystems* 440. 1996. p. 117-122.

YORIO, Neil C. et al. Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. *HortScience*, v. 36, n. 2, p. 380-383, 2001.

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.

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.