

CIRCULAR TÉCNICA

n. 334 - fevereiro 2021

ISSN 0103-4413

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Departamento de Informação Tecnológica
Av. José Cândido da Silveira, 1647 - União - 31170-495
Belo Horizonte - MG - www.epamig.br - Tel. (31) 3489-5000



AGRICULTURA,
PECUÁRIA E
ABASTECIMENTO



MINAS
GERAIS

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.

Espectros luminosos e BAP (6-benzilaminopurina) no cultivo in vitro de orquídeas *Epidendrum lilas*¹

Luciana Cardoso Nogueira Londe²
Selma Silva Rocha³
Samy Pimenta⁴
Jéssica Guerra Calaes⁵

INTRODUÇÃO

Para suprir a crescente demanda de orquídeas (*Epidendrum lilas*) (Fig. 1) pelo mercado, a técnica de micropropagação é o meio indicado. Principalmente para a produção de um grande número de mudas com qualidade e em curto espaço de tempo, haja vista que a propagação dessa espécie é lenta por meio convencional. Dentre os fatores que poderão interferir na eficácia dessa técnica, podem ser citados os fitorreguladores e o espectro da luz.

Esta Circular Técnica apresenta as avaliações das diferentes concentrações de citocinina e o uso de diferentes espectros luminosos na propagação in vitro de orquídea *E. lilas*.

A PRODUÇÃO DE ORQUÍDEAS NO BRASIL E SUAS TÉCNICAS DE CULTIVO

A produção comercial de flores e plantas ornamentais vem aumentando com o passar dos anos em todas as regiões do Brasil (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014), destacando-se o mercado de orquídeas, o qual gera um montante comercializado próximo a US\$ 20 bilhões ao ano (INTERNATIONAL TRADE

Figura 1 - Orquídea *Epidendrum lilas* em floração



Fonte: Pinterest (2019).

¹Circular Técnica produzida pela EPAMIG Norte-CEGR, (38) 3834-1760, cegr@epamig.br.

²Bióloga, D.Sc., Pesq. EPAMIG Norte-CEGR, Nova Porteirinha, MG, luciana@epamig.br.

³Eng. Agrônoma, M.Sc., UNIMONTES - Campus Janaúba, Janaúba, MG, selmauniagro@gmail.com.

⁴Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. UNIMONTES - Campus Janaúba, Janaúba, MG, samy.pimenta@unimontes.br.

⁵Eng. Agrônoma, Doutoranda Produção Vegetal UNIMONTES - Campus Janaúba, Janaúba, MG, jessica_guerra_calaes@hotmail.com.

CENTER, 2016). As orquídeas são muito apreciadas pelos consumidores, por causa de suas flores exóticas de cores vibrantes e longevidade floral (DEKA *et al.*, 2017).

Apesar da grande demanda do mercado, a propagação das espécies de orquídeas é considerada lenta, necessitando de um longo período para que atinjam o estágio reprodutivo, tornando demorada a produção de novas mudas (CARDOSO, 2014).

Em condições naturais, a multiplicação dessas plantas se dá pela disseminação natural das sementes, as quais não possuem endosperma funcional. Portanto, nessas condições elas dependem de fungos micorrízicos para germinação simbiótica, que são necessários até a idade adulta para sua sobrevivência (KAROL CHÁVEZ; MOSQUERA-ESPINOSA; OTERO-OSPINA, 2015). Além disso, as sementes apresentam taxas de germinação relativamente baixas, em torno de 5% (VUDALA; PADIAL; RIBAS, 2019).

Tendo em vista a importância das orquídeas no setor econômico e mediante a dificuldade de sua propagação natural, é necessário buscar técnicas que auxiliem a rápida propagação dessa espécie. A micropropagação é a técnica mais utilizada, uma vez que propicia o aproveitamento de todas as sementes produzidas e a regeneração de plantas adultas a partir destas (SILVA *et al.*, 2016).

Propagação in vitro

No crescimento in vitro, os meios nutritivos são enriquecidos com reguladores de crescimento (SORGATO *et al.*, 2015), destacando as citocininas, responsáveis pela divisão, alongamento e diferenciação celular (MURAI, 2014). Dentre as citocininas mais utilizadas no cultivo in vitro, destaca-se a 6-benzilaminopurina (BAP) (SOARES *et al.*, 2012). Porém, a adição desses reguladores de crescimento é um fator que eleva os custos de produção das mudas in vitro.

A qualidade espectral é essencial na propagação in vitro, já que a luz é fundamental para a fotomorfogênese nas plantas (TAIZ *et al.*, 2017). A manipulação do ambiente de cultivo por meio da qualidade espectral (DIGNART *et al.*, 2009) tem comprovada ação sobre o desenvolvimento vegetal (STEFANO; ROSARIO, 2003). Com a variação no espectro da luz, pode-se manipular o crescimento in vitro de diversas espécies, de maneira alternativa à adição

de fitorreguladores ao meio de cultura (BRAGA *et al.*, 2009).

Diante desses aspectos, o objetivo foi avaliar o desenvolvimento e a multiplicação da orquídea *E. lilas* sob diferentes espectros luminosos associados com doses de BAP.

CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia Vegetal do Campo Experimental de Gorutuba (CEGR) da EPAMIG Norte, em Nova Porteirinha, MG, durante os anos de 2018 e 2019. A localização geográfica é definida pelas coordenadas 15°148'263"S de latitude e 43°17'650"O de longitude, a altitude média de 526 m.

Foram avaliados dois fatores: concentrações de BAP: (1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 mg/L) e os espectros luminosos: branco, vermelho, azul e verde. Após dois meses de estabelecimento, foram avaliadas as seguintes características: altura da planta, número de folhas, comprimento de folhas e brotações. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Estabelecimento das sementes in vitro

As plantas de orquídea foram previamente estabelecidas in vitro, utilizando sementes de seus frutos (cápsulas) (Fig. 2). As cápsulas coletadas passaram por um processo de desinfestação e, posteriormente, levadas para câmara de fluxo laminar em que foram abertas e suas sementes retiradas para

Figura 2 - Cápsulas de orquídea *Epidendrum lilas* para a retirada de semente e subsequente introdução in vitro



Selma Silva Rocha

realização da semeadura in vitro, conforme os seguintes procedimentos:

- as sementes foram colocadas em frascos no meio Murashige & Skoog (MS) (MURASHIGE; SKOOG, 1962) (Fig. 3), suplementado com 0,5 mg/L de BAP, 30 g/L de sacarose, 0,1 g/L de inositol, com potencial hidrogeniônico (pH) ajustado para $5,8 \pm 0,1$;
- após o semeio, os frascos contendo as sementes permaneceram em sala de crescimento por 60 dias, ou até que se emitisse brotação, sob irradiância de $40 \mu\text{mol m}^2/\text{s}$ fornecida por luz branca fria, com 16 horas de fotoperíodo a $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Após 60 dias as

brotações foram utilizadas para o experimento.

Condições de cultivo in vitro

- o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6×5 (Doses de BAP x Espectros coloridos), com cinco repetições;
- os brotos obtidos foram individualizados e transferidos para frascos de 300 ml contendo 50 ml de MS suplementado com as seguintes doses de BAP: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,4 e 3,0 mg/L;
- os explantes foram levados à sala de crescimento e submetidos a diferentes espectros luminosos: espectro branco (luz branca fria fluorescente), espectros vermelho, azul e verde;
- para obtenção dos espectros coloridos, as lâmpadas brancas foram envoltas com filmes coloridos de celulose regenerada (celofane), nas cores vermelha (~625-440nm), azul (~440-485nm) e verde (~500-565nm);
- o material foi mantido em sala de crescimento por 60 dias a temperatura de $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, 16 horas de fotoperíodo (1.800 LUX);
- aos 30 e 60 dias após o estabelecimento in vitro, avaliou-se a altura da planta (cm), número de folhas, comprimento de folhas (cm) e brotações (Tabela 1).

Figura 3 - Sementes de *Epidendrum lilas* germinadas em meio MS



Selma Silva Rocha

Análise estatística

As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e ao teste de Bartlett, ambos $p < 0,05$, para verificação da normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias, respectiva-

Tabela 1 - Desenvolvimento de orquídea *Epidendrum lilas* em cultivo in vitro sob diferentes espectros de luz

Espectros de luz	30 dias			60 dias			
	Altura da planta (cm)	Número de folhas	Brotações (n°)	Altura da planta (cm)	Número de folhas	Comprimento de folhas (cm)	Brotações (n°)
Azul	4,86 ab	1,77 ab	1,31 b	5,57 ab	2,36 a	3,77 ab	1,78 b
Branco	4,48 b	1,99 a	1,65 a	5,26 ab	2,58 a	3,33 b	2,13 a
Vermelho	5,43 a	1,79 ab	1,22 bc	5,94 a	2,07 b	4,10 a	1,45 c
Verde	4,43 b	1,70 b	1,04 c	4,78 b	1,81 b	3,52b	1,11 d

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para cada variável.

mente. Todas as variáveis foram transformadas via Raiz de X+1. Após a confirmação das exigências para uma análise de variância, esta foi realizada a uma probabilidade de 5% de erro. Observadas diferenças significativas para as fontes de variação envolvidas no experimento, submeteu-se as médias das variáveis ao teste de Tukey ($p > 0,05$) para detecção das diferenças entre os tratamentos. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Genes (CRUZ, 2016).

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Não houve interação significativa ($p < 0,05$), entre os fatores doses de BAP e espectros luminosos para nenhuma das características avaliadas aos 30 e 60 dias de cultivo. Houve diferença significativa apenas para o fator isolado espectros, para as seguintes características: altura da planta, número de folhas e brotações. Para característica comprimento de folhas houve diferença significativa apenas aos 60 dias de cultivo.

Também não houve diferença significativa para doses de BAP. Este fato pode estar associado ao balanço entre citocinina endógena e exógena, sendo a endógena suficiente para suprir as necessidades das plantas (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998), podendo também estar relacionada à luminosidade. Segundo Chee e Pool (1989), alta intensidade luminosa leva à fotoxidação causando degradação das citocininas.

Influência dos diferentes espectros de luz no desenvolvimento da orquídea *Epidendrum lilas*

As plantas apresentaram maior crescimento quando submetidas ao espectro vermelho, aos 30 e 60 dias de cultivo (Tabela 1 e Fig. 4). Resultados semelhantes foram observados por Rocha *et al.* (2018) trabalhando com palma forrageira cv. Gigante (*Opuntia ficus indica* Mill.).

Altura da planta

Utilizando somente o espectro vermelho, as plantas obtiveram altura de 5,43 e 5,94 cm aos 30 e 60 dias de cultivo, respectivamente (Tabela 1). Com base na semelhança das respostas, infere-se que é possível manipular o crescimento *in vitro* de orquídea, de maneira alternativa à adição de fitorreguladores ao meio de cultura.

Figura 4 - Organogênese de *Epidendrum lilas* em meio MS



Selma Silva Rocha

Alguns estudos concluíram que o espectro vermelho promove crescimento da parte aérea de plantas (MARKS; SIMPSON, 1999). Isso porque o processo de absorção da luz pelas plantas (rota fotomorfogênica) é semelhante ao mecanismo de ação dos hormônios (TAIZ *et al.*, 2017).

Rosa *et al.* (2015) trabalhando com *Dendrobium phalaenopsis* obtiveram plantas com comprimento de 3,33 cm utilizando 3,0 mg/L de BAP. Rodrigues *et al.* (2016) observaram maior crescimento das plantas (2,36 cm) com 1,0 mg/L de BAP em *Oncidium baueri*.

Número de folhas

Plantas cultivadas sob espectro branco apresentaram maior número de folhas (1,99) aos 30 dias de cultivo. Aos 60 dias, maior número de folhas foi obtido com o espectro azul (2,36) e branco (2,58) (Tabela 1). Resultados semelhantes para esses espectros foram observados por Cunha *et al.* (2019) trabalhando com *Mentha spicatae*. Santos, Ferreira e Marques (2016) observaram médias semelhantes utilizando 3,6 mg/L de BAP em *Epidendrum ibaguense*, confirmando a eficiência dos espectros.

Esses resultados podem estar relacionados com a influência desses espectros na fotossíntese *in vitro*, visto que folhas irradiadas com luz branca absorvem mais os comprimentos de ondas azul, vermelha e verde, que são necessárias para ganhos energéticos pela fotossíntese, bem como para outros processos fisiológicos (ARAÚJO *et al.*, 2009). A luz

azul também é essencial nos processos de síntese de pigmentos, enzimas, desenvolvimento de cloroplastídeos, abertura e fechamento estomático e de diversos outros processos fotomorfogênicos (TAIZ; ZEIGER, 2004), o que pode ter favorecido no processo de formação das folhas de orquídea.

Comprimento de folhas

Plantas expostas ao espectro vermelho apresentaram maior comprimento de folha (4,10 cm) aos 60 dias de cultivo (Tabela 1). A luz vermelha geralmente emite um espectro próximo ao da absorção máxima das clorofilas e fitocromos, sendo importante para o desenvolvimento do aparato fotossintético e para a acumulação de amido (SAEBO; KREKLING; APPELGREN, 1995).

Brotações

A indução de brotação em orquídea ocorre com mais intensidade quando cultivadas em espectro branco, aos 30 (1,65 brotos/explante) e 60 dias (2,13 brotos/explante) (Tabela 1). Resultados semelhantes foram observados por Ferrari *et al.* (2016) em *Curcuma longa*. Camargo *et al.* (2015), trabalhando com *Oncidium baueri*, observaram média próxima (1,87 brotos/planta) utilizando 2,0 mg/L de BAP. De forma geral, plantas cultivadas em luz branca, ambiente que é similar ao ambiente natural, apresentam folhas mais espessas com células do parênquima paliádico mais longas e justapostas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Isso pode ter favorecido a fotossíntese in vitro e consequentemente maior taxa de brotação.

Plantas cultivadas sob espectro verde apresentaram menor desenvolvimento. Estudos com *Arabidopsis* relataram que a luz verde causa efeitos semelhantes quando as plantas estão sombreadas, ou seja, levam ao estiolamento e causam diferenças na arquitetura da planta como alongamento de pecíolos, reorientação das folhas e redução da área foliar (ZHANG; FOLTA, 2012). Resultados diferentes foram observados por Rocha *et al.* (2017) trabalhando com três cultivares de bananeira (*Musa* sp.), quando obtiveram maiores taxas de brotações utilizando luz verde.

Influência da qualidade espectral

A influência da qualidade espectral, em relação ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas,

pode estar diretamente ligada à espécie, ao estágio de desenvolvimento e a outras características ambientais (SOUZA *et al.*, 2014), o que pode justificar os resultados diferentes verificados neste experimento.

O espectro vermelho foi mais eficiente para o desenvolvimento da parte aérea e comprimento de folhas, enquanto o espectro azul promoveu maior número de folhas. Maiores taxas de brotações foram observadas com uso do espectro branco. Conclui-se que, durante a fase de crescimento de orquídea, os espectros vermelho e azul são mais eficientes, e na fase de multiplicação recomenda-se o espectro branco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto que não houve influência do fitorregulador utilizado, a luminosidade foi o fator determinante para o desenvolvimento in vitro de orquídea. Esses resultados indicam novas possibilidades para a micropropagação de *E. lilas*, e podem ser considerados como ponto de partida para novas pesquisas de protocolos envolvendo ambiente de cultivo com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas produzidas.

Os espectros luminosos influenciam no desenvolvimento e na multiplicação in vitro de orquídea com diferença significativa.

O espectro vermelho proporciona maior desenvolvimento da parte aérea e comprimento de folhas, enquanto que plantas expostas sob os espectros azul e branco apresentam maior número de folhas.

O cultivo em sala de crescimento sob espectro branco induz maiores taxas de brotações.

Para questões de economia, recomenda-se o uso dos espectros vermelho e azul na fase de crescimento, por serem mais eficientes, e o espectro branco na fase de multiplicação de orquídea *E. lilas*.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.G. de *et al.* Crescimento in vitro de *Cattleya loddigesii* Lindl. em diferentes espectros luminosos associados com ácido giberélico. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.56, n.5, p.542-546, set./out. 2009.
- BRAGA, F.T. *et al.* Qualidade de luz no cultivo in vitro de *Dendranthema grandiflorum* cv. Rage: características morfofisiológicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.502-508, mar./abr. 2009.
- CAMARGO, S.S. *et al.* Fitorreguladores e espectros

- de luz na micropropagação de *Oncidium baueri* Lindl. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.11, p.2007-2012, nov. 2015.
- CARDOSO, J.C. Publicação em cultivo in vitro de plantas: qualidade para o avanço científico e tecnológico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.4, p.383-384, out./dez. 2014.
- CHEE, R.; POOL, R.M. Morphogenetic responses to propate trimming, spectral irradiance, and photoperiod of grapevine shoots recultured in vitro. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Virginia, v.114, p.350-354, 1989.
- CRUZ, C.D. Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.38, n.4, p.547-552, Oct./Dec. 2016.
- CUNHA, S.H.B. da *et al.* Influência da qualidade de luz no crescimento e acúmulo de voláteis de *Mentha spicata* cultivada in vitro. **Scientia Plena**, Aracaju, v.15, n.9, p.1-11, 2019.
- DEKA, K. *et al.* Preventing extinction and improving conservation status of *Vanilla borneensis* Rolfe-A rare, endemic and threatened orchid of Assam, India. **Journal for Nature Conservation**, v.37, p.39-46, June 2017.
- DIGNART, S.L. *et al.* Luz natural e concentrações de sacarose no cultivo in vitro de *Cattleya walkeriana*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.3, p.780-787, maio/jun. 2009.
- FERRARI, M.P. de S. *et al.* Espectros luminosos no desenvolvimento de plântulas de Curcuma longa cultivadas in vitro. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v.19, n.4, p.247-251, out./dez. 2016.
- GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A. Micropropagação. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1998. p.184-250.
- INTERNATIONAL TRADE CENTER. **Market dynamics 2016**. Geneva: ITC, [2016]. Disponível em: <http://www.intracen.org/itc/market-insider/floriculture/market-dynamics/>. Acesso em: 16 jun. 2020.
- JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M. da S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.20, n.2, p.115-120, 2014.
- KAROL CHÁVEZ, H.; MOSQUERA-ESPINOSA, A.T.; OTERO OSPINA, J.T. Propagación in vitro de semillas de la orquídea *Compantia falcata* Poepp. & Endl. (*Orchidaceae*) mediante técnicas simbióticas y asimbióticas. **Acta Agronómica**, Palmira, v.64, n.2, p.125-133, 2015.
- MARKS, T.R.; SIMPSON, S.E. Effect of irradiance on shoot development in vitro. **Plant growth regulation**, Dordrecht, v.28, n.2, p.133-142, June 1999.
- MURAI, N. Review: plant growth hormone cytokinins control the crop seed yield. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, p.2178-2187, 2014.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Sweden, v.15, n.3, p.473-497, 1962.
- PINTEREST. **Epidendrum lilas**: nova aquisição. [S.l., 2019]. Exposição de orquídeas do Ibama, 6 out. 2019.
- ROCHA, P.S.G. *et al.* Uso de LEDs na multiplicação in vitro de três cultivares de bananeira. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, Boyacá, v.11, n.2, p.247-252, 2017.
- ROCHA, S.S. *et al.* Effect of lighting spectrum and naphthaleneacetic acid (NAA) on in vitro development of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). **Australian Journal of Crop Science**, v.12, n.12, p.1837-1843, 2018.
- RODRIGUES, D.B. *et al.* Growth regulators and substrates for *Oncidium baueri* Lindl. micropropagation. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.37, n.5, p.2901-2910, set./out. 2016.
- ROSA, Y.B.C.J. *et al.* Cultivation period, lighting conditions and BAP concentrations on in vitro induction shoots of *Dendrobium phalaenopsis* Deang Suree. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v.21, n.3, p.323-330, 2015.
- SAEBO, A.; KREKLING, T.; APPELGREN, M. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets in vitro. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.41, n.2, p.177-185, May 1995.
- SANTOS, M.R.A. dos; FERREIRA, M. das G.R.; MARQUES, M.G. BAP e AIB no cultivo in vitro de *Epidendrum ibaguense* KUNTH. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, v.6, n.2, p.90-98, 2010.
- SILVA, C. de S. *et al.* Cultivo in vitro de *Epidendrum nocturnum* (Orchidaceae) ocorrente no Cerrado da Região Centro-Oeste. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.67, n.4, p.1083-1091, 2016.

- SOARES, J.S. *et al.* Germinação assimbiótica e desenvolvimento de *Dendrobium nobile* Lindl sob efeito de reguladores vegetais no tratamento pré-germinativo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.14, n.4, p.617-623, 2012.
- SORGATO, J.C. *et al.* Light in intermediate acclimatization of in vitro germinated seedlings of *Dendrobium phalaenopsis* Deang Suree. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n.2, p.231-237, fev. 2015.
- SOUZA, G.S. de *et al.* Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de plantas de alecrim cultivadas sob telas coloridas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, p.232-239, June 2014. Supl.1.
- STEFANO, M.; ROSARIO, M. Effects of light quality on micropropagation of woody species. *In*: JAIN, S.M.; ISHII, K. (ed.). **Micropropagation of woody trees and fruits**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p.3-35.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de E.R. Santarém *et al.* 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 643p.
- TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- VUDALA, S.M.; PADIAL, A.A.; RIBAS, L.L.F. Micropropagation of *Hadrolaelia grandis* through transverse and longitudinal thin cell layer culture. **South African Journal of Botany**, v.121, p.76-82, Mar. 2019.
- ZHANG, T.; FOLTA, K.M. Green light signaling and adaptive response. **Plant Signaling & Behavior**, v.7, n.1, p.75-78, Jan. 2012.