

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Conservação *in vitro* de morangueiros sob diferentes
espectros de luz**

Jéssica Casarotto

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestra em Ciências. Área de
concentração: Fisiologia e Bioquímica de
Plantas

**Piracicaba
2019**

Jéssica Casarotto
Licenciada em Ciências Biológicas

Conservação *in vitro* de morangueiros sob diferentes espectros de luz

Orientador:
Prof. Dr. **MARCEL BELLATO SPÓSITO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas

Piracicaba
2019

RESUMO

Conservação *in vitro* de morangueiros sob diferentes espectros de luz

Os diodos emissores de luz (LEDs) são utilizados em vários setores da agricultura, principalmente no cultivo *in vitro*, por ser uma alternativa de fonte de luz mais eficiente. Além de proporcionar uma significativa economia de energia elétrica, pode também auxiliar no desenvolvimento das plantas. Algumas técnicas de cultivo *in vitro* tem a finalidade de conservar os recursos fitogenéticos, que são fundamentais para viabilizar o estabelecimento de bancos de germoplasma e permitir a produção comercial de plantas micropropagadas. No Brasil, essa técnica já é usada para a propagação de plantas, no entanto ainda são poucos experimentos com a presença de LEDs. O objetivo do estudo foi avaliar o desenvolvimento de plântulas de morangueiro da cultivar Camarosa conservadas *in vitro*, sob a ação de diferentes espectros de luz. Os explantes de morangueiro foram mantidos em tubos de ensaio contendo 10 ml de meio de cultura semi-sólido MS, acrescido de 30 g de sacarose L⁻¹; 1,8 g L⁻¹ de Phytigel® e 0,1 mg L⁻¹ de IBA (ácido indolbutírico), permanecendo *in vitro* por 28, 56, 84, 112 e 140 dias sob os tratamentos de LEDs de cor branca, mista (70% vermelha + 30% azul), vermelha e azul, sem ocorrência de subcultivos. Em cada intervalo de tempo, foram avaliadas a altura, peso fresco, número e comprimento das raízes, número de folhas, diâmetro do caule, teores de clorofila a e b. As plântulas obtidas foram aclimatizadas por 21 dias e avaliadas a taxa de sobrevivência das plantas, expressas em porcentagem, o número de folhas, o diâmetro do caule e a altura das plantas. O uso de LEDs de cor vermelha e mista contribuíram para o desenvolvimento das plântulas, já a luz azul reduziu o desenvolvimento das plântulas. Em relação aos pigmentos fotossintéticos, a utilização de LEDs não teve interferência em nenhum tratamento sob as plântulas. Na aclimatização, as plântulas sob efeitos das luzes vermelha e mista, tiveram um melhor resultado de sobrevivência em até três meses de conservação sem subcultivos.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*; Micropropagação; LEDs; Plântulas

ABSTRACT

In vitro conservation of strawberries under different light spectra

Light emitting diodes (LEDs) are used in many agriculture sectors, especially *in vitro* cultivation, because it is a more efficient light source alternative. In addition to providing significant energy savings, it can also help in the development of plants. Some techniques of *in vitro* cultivation have the purpose of conserving plant genetic resources, which are fundamental to enable the establishment of germplasm banks and allow the commercial production of micropropagated plants. In Brazil, this technique is already used for the propagation of plants, however there are still few experiments with the presence of LEDs. The objective of the study was to evaluate the development of strawberry cv. Camarosa conserved *in vitro*, under the effect of different light spectra. The strawberry explants were kept in test tubes containing 10 ml of MS semi-solid culture medium, plus 30 g of sucrose L⁻¹; 1.8 g L⁻¹ of Phytigel® and 0.1 mg L⁻¹ of IBA (indolbutyric acid), remaining *in vitro* for 28, 56, 84, 112 and 140 days under the treatments of mixed white LEDs (70% red + 30% blue), red and blue, without subculture interference. At each interval, height, fresh weight, number and length of roots, number of leaves, stem diameter, chlorophyll a and b contents were evaluated. The seedlings obtained were acclimatized for 21 days and evaluated the survival rate of the plants, expressed as percentage, number of leaves, stem diameter and height of plants. The use of red and mixed color LEDs contributed to the development of the seedlings, while the blue light reduced the development of the seedlings. In relation to the photosynthetic pigments, the use of LEDs did not interfere in any treatment under the seedlings. In acclimatization, the seedlings under the effects of red and mixed lights, had a better survival result in up to three months of conservation without subcultures.

Keywords: *Fragaria x ananassa*; Micropropagation; LEDs; Seedlings

INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) é uma planta frutífera pertencente à Família Roseaceae, e caracteriza-se por ter hábito rasteiro (GROPPO et al., 1997). O Brasil é o segundo maior produtor de morangos da América Latina, com uma área plantada de 4 mil hectares e produção de 105 mil toneladas por ano (REISSER et al., 2015). Os principais estados brasileiros produtores de morango são Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Paraná e Santa Catarina (ANTUNES et al., 2014).

O cultivo do morango no Brasil é uma atividade especializada que exige conhecimentos técnicos e utilização de métodos modernos de manejo da cultura. As mudas representam 25% do custo total de implantação da cultura e devem ser adquiridas em viveiros certificados para garantir a qualidade genética e fitossanitária (ANTUNES et al., 2014). O cultivo *in vitro* é empregado na produção de plantas matrizes de qualidade que atendem a demanda dos produtores de morango. O material a ser propagado é conservado *in vitro* utilizando-se a técnica da cultura de tecidos em condições controladas de temperatura, fotoperíodo e em meio de cultivo que favoreça o crescimento lento dos propágulos. A manutenção *in vitro* do material a ser propagado é garantida pela adoção de um conjunto de medidas técnicas e operacionais, a fim de evitar a deterioração das plantas por meio de subcultivos, ou seja, transferências periódicas dos propágulos vegetais para frascos contendo meio de cultura novo, em condições assépticas. A conservação *in vitro* é uma metodologia que permite a conservação do germoplasma vegetal (EMBRAPA, 2010).

O crescimento lento (ou mínimo) *in vitro*, refere-se ao uso de técnicas capazes de reduzir o desenvolvimento da plântula a um mínimo possível, com a diminuição do metabolismo do tecido vegetal e assim aumentar o período de seu armazenamento, sem alterar o padrão genético e a qualidade do material vegetal micropropagado (KAMINSKA et al., 2016). Na redução efetiva do metabolismo das plantas *in vitro*, as condições de cultivo, tais como temperatura, período de luz e intensidade da luz, podem ser alteradas, assim como os componentes do meio de cultivo (nutrientes orgânicos e inorgânicos,

reguladores osmóticos e de crescimento), durante o período de incubação (TAKUR et al., 2015; CARVALHO et al., 2014; KAUR et al., 2012).

A micropropagação é uma técnica que proporciona grandes benefícios na propagação de plantas. A micropropagação é feita a partir de um explante (célula, tecido ou órgão de uma planta usada para iniciar um cultivo *in vitro*), o qual pode ser um fragmento de folha, raiz ou outro tecido vegetal, que responda as condições de indução em meio de cultura, com vistas à regeneração *in vitro*. Essa regeneração baseia-se na proliferação e organização das células vegetais em plantas completas (MANTELL et al., 1994; KERBAUY, 1997). A micropropagação é baseada no princípio de totipotência, teoria formulada por Schleiden e Schwann, 1828, a qual uma célula é capaz de dividir-se, diferenciar-se e formar uma planta completa (GUERRA e NODARI, 2006). Portanto, além de possibilitar a regeneração de novas plantas, o material micropropagado contém todas as informações genéticas da planta matriz.

As plantas respondem a estímulos luminosos por meio de fotorreceptores, como os fitocromos e os criptocromos. Os fitocromos são fotorreceptores responsáveis pela percepção da luz vermelha e estão envolvidos no fotoperiodismo das plantas, regulando o processo de florescimento. Os criptocromos são responsáveis pela percepção da luz azul e têm como função mediar respostas que incluem a suspensão do alongamento do hipocótilo, promoção da expansão do cotilédone, alongamento de pecíolos e produção de antocianinas (TAIZ e ZEIGER, 2013).

O uso de fontes de luz com diferentes comprimentos de onda a partir de diodos emissores de luz (LED) tem sido amplamente utilizado na propagação *in vitro* em diferentes culturas, como em cana-de-açúcar, bananeira e orquídeas, com o objetivo de aumentar a produção e melhorar a qualidade das plântulas (MALUTA et al., 2013, MARTINEZ et al, 2016; HUNG et al 2016). Fontes de luz com comprimentos de ondas diferentes podem causar mudanças significativas no desenvolvimento *in vitro* de plântulas, relacionadas às disposições dos tilacóides nos cloroplastos, que podem modificar a emissão e comprimento de raízes, número de estômatos nas folhas e no teor de clorofila (MALUTA et al., 2013, VIEIRA et al., 2015, MACEDO et al., 2011). Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o desenvolvimento das

plântulas de morangueiro conservadas *in vitro*, sob a ação de diferentes espectros de luz.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos e para as condições analisadas conclui-se que a luz azul utilizada no cultivo *in vitro* reduz o desenvolvimento das plântulas de morangueiro.

A luz vermelha e a luz mista (70% vermelha e 30% azul) aceleram o desenvolvimento das plântulas de morangueiro quando comparadas com a luz branca, normalmente utilizada na conservação *in vitro* em laboratórios.

Plântulas de morangueiro sob LEDs na cor vermelha e mista podem permanecer por até três meses sem subcultivos, obtendo sucesso na formação de mudas após a aclimatização por 21 dias.

E a quantidade de clorofila a, clorofila b e carotenoides presentes nas folhas de morangueiro da cultivar Camarosa, não apresentaram variações em seus teores em função do espectro de luz que as plântulas foram submetidas em cada intervalo de tempo de conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2003: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & AgroInformativos, 544p. 2004.
- ALMEIDA, C. Sistema eletrônico em diodos emissores de luz (LEDs) para aplicação em estudos de fisiologia vegetal. **Dissertação de mestrado**. Juiz de Fora. Universidade de Juiz de Fora. 2014.
- ANTUNES, L.E.C.; VIGNOLO, G.K.; GONÇALVES, M.A. **Morango mostra tendência de crescimento de mercado**. In: CAMPO & NEGÓCIOS, Anuário HF p.54-57. 2014.
- ASSIS, F. N.; MENDEZ, M.E.G. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 24, n. 7, p. 797-800, jul. 1998.
- ASSIS, T. Uso de lâmpadas de diodo de emissor de luz 'LED' no controle do florescimento em plantas de Tango (*Solidago canadenses* L.) e Hipérico (*Hypericum inodorum*). **Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa**. 2015.
- ATROCH, E. M. A. C; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M, de. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 853–862, 2001.
- BARGHINI, A. Influência da Radiação Artificial sobre a Vida Silvestre: técnicas para minimizar os impactos, com especial enfoque sobre os insetos. 243 p. **Tese (Doutorado em Ciências)** – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- BARROS, A.C.B.; COSTA, D.A.; MEDEIROS, E.C. **Biorreator de imersão temporária aplicado na biofábrica de cana-de-açúcar**. In: GERALD, L.T.S. (Ed.). Biofábrica de plantas: produção industrial de plantas *in vitro*. São Paulo: Antiqua, p.52-71, 2011.
- BETTI, J. A. Obtenção de material propagativo vegetal testado livre de vírus. In: CROCOMO, O.J.; SHARP, W.R.; MELO, M. **Biotecnologia para produção vegetal**. Piracicaba: Centro de Biotecnologia Agrícola-Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiróz, 1991. p. 145-170.

- BETTI, J. A.; COSTA, A. S.; PASSOS, F. A. Indexação de viroses de germoplasma de morangueiro introduzido no Instituto Agrônomo de 1983-1989. **Summa Phytopathologica**, v. 18, n. 1, p. 45, 1992. Resumo 70.
- BRAHM, R. U.; OLIVEIRA, R. P. Potencial de multiplicação *in vitro* de cultivares de morangueiro. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 26, n. 3, p. 507-510, 2004.
- BRAINERD, K. E.; FUCHIGAMI, L. H. Acclimatization of aseptically cultured apple plants to low relative humidity. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v. 106, n. 4, p. 515-518, 1981.
- CALVETE, E. O.; GRANDO, M. F.; GOMIDE, D. G.; MARAN, R. E.; SUZIN, M.; NIENOW, A. A.; CECCHETTI, D. Desempenho *in vitro* e agrônomo de cultivares micropropagadas de morangueiro em vários subcultivos. **Rev. Bras. Frutic.** v. 31, n. 4, p. 943-949, 2009.
- CALVETE, E. O.; KÄMPF, A. N.; DAUDT, R. ; FERMINO, M. H. Efeito do substrato na aclimatização de *ex vitro* de morangueiro cv. Campinas, *Fragaria x ananassa Duch.* In: KÄMPF, A. N. (Eds.). **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Gênese, p. 257-264. 2000.
- CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; ANTUNES, O. T.; NIENOW, A. A. **Morangueiro polinizado pela abelha jataí em ambiente protegido.** Passo Fundo: UPF, p.53, 2005.
- CAMARGO, L. de S.; PASSOS, F. A. Morango. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. **O melhoramento genético de plantas.** Campinas: Instituto Agrônomo, v. 1, p. 411-432, 1993.
- CANTO, A. M. M. E.; SOUZA, F. V. D.; COSTA, M. A. P. C.; SOUZA, A. S.; LEDO, C. A. S.; CABRAL, J. R. S. Implicações do paclobutrazol no crescimento *in vitro* de plantas de abacaxi na conservação de germoplasma. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 2004, n. 40, p. 717-720, 2004.
- CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B. DOS; SOUZA, R. B. DE; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação **Hort. Bras.**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 05-09 jan./mar. 2004.
- CARVALHO, V.; SANTOS, D. S.; NIEVOLA, C. C. *In vitro* storage under slow growth and *ex vitro* acclimatization of the ornamental bromeliad

- Acanthoschays strobilace. **South African Journal of Botany**, v. 92, p.39-43, 2014.
- CASSELLS, A.; CURRY, R. F. Oxidative stress and physiological, epigenetic and genetic variability in plant tissue culture: implications for micropogators and genetic engineers. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 64, p. 145-157, 2001.
- CHAKRABARTY, D.; YU, K.W.; PAEK, K.Y. Detection of DNA methylation changes during somatic embryogenesis of Siberian ginseng (*Eleuterococcus senticosus*). **Plant Science**, Clare, v. 165, n. 1, p. 61 - 68, 2003.
- CHAPPELLE, E. W.; KIM, M. S. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for a remote estimation of the concentrations of chlorophyll A, chlorophyll B, and carotenoids in soybean leaves. **Remote Sensing of Environment**, v. 39, p. 239-247, 1992.
- CHARRIER, A., DEREUDDRE, J., ENGELMANN, F. **The implications of biotechnology in germplasm conservation and utilization. Crop Genetic Resources of Africa**. Vol II. N.Q. Ng ,P. Perrino, F. Attere, H. Zedan ed., Ibadan, Nigeria, IITA/IBPGR/UNEP/CNR, In: PROCEEDINGS OF AN INTERNATIONAL CONFERENCE ON CROP GENETIC RESOURCES OF AFRICA. pp. 279-286, 1991.
- CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Rev. Bio. e Ciênc. da Terra**, v. 4, n.2, p.7, 2004.
- DARNEL, R. L.; CANTLIFFE, D. J.; KIRSCHBAUM, D. S.; CHANDLER, C. K. The physiology of flowering in strawberry. **Horticultural Reviewers**, v. 28, p. 325-349, 2003.
- DODDS, J. H.; ROBERTS, L. W. **Experiments in plant tissue culture**. 2. ed. Cambridge, Estados Unidos: Cambridge University Press, p. 172-179, 1993.
- DUONG, T.N. et al. Growth of banana plantlets cultured in vitro under red and blue light-emitting diode (LED) irradiation source. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.575, p.117-124, 2002.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa. 1993.

- EMBRAPA. **Manual de Curadores de Germoplasma- Vegetal**: Conservação *in vitro*. 2010.
- FERRARI. M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo – PR: Embrapa Florestas, p. 22. (Embrapa Florestas. Documentos, 94). 2004.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliça. Viçosa:UFV, p.402, 2000.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliça. 2 ed. Viçosa: UFV, p. 412, 2003.
- FORTES, G. R. L.; PEREIRA, J. E. S. **Batata-semente Pré-básica**: Cultura de Tecidos. In: PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. (Eds.). O cultivo da batata na região sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 421-433. 2003.
- GALLETA, G. J.; BRINGHURST, R. S. Strawberry management. In: GALLETA, G. J.; HIMELRICK, D. G. (Eds.). **Small Fruit Crop Management**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, ch. 3, p. 83-156, 1990.
- GRAHAM, J. *Fragaria* strawberry. In: LITZ, R.E. (Ed). **Biotechnology I of Fruit and Nut Crops**. Chapter: 24, pp 456-474. CABI Publishing, 2005.
- GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. Micropropagação In: TORRES,A. C.; CALDAS, L. S. (Eds.) Técnicas e Aplicações de Cultura de tecidos de plantas. Brasília: ABCTP: **EMBRAPA** CHPHortaliças. p.99-169, 1998.
- GROPPO, G.A.; TESSARIOLI NETO,J.; BLANCO, M.C.S.G. A cultura do morangueiro. 2ed. Campinas: **CATI**. P. 27 (Boletim Técnico, 201).1997.
- GUTTRIDGE, C. G. *Fragaria* x ananassa. In: **CRC Handbook of Flowering**, Vol. III. A.H. Haley (ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida. p.16-33. 1985.
- GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. **Apostila de Biotecnologia-CCA/UFSC**. Ed. Steinmacher. p. 40,. 2006.
- HARDING, K.; BENSON, E.E.; CLACHER, K. Plant conservation biotechnology an overview. **Agro-Food-Industry Hi-Tech**, may-june, 1997.
- HARTMANN, H. T. et al. Plant propagation: principles and practices. 7th ed. Upper Saddle River, New Jersey: **Prentice Hall**, p.847, 2002.
- HUAN, L.V.T.; TANAKA, M. Effects of red and blue light-emitting diodes on callus induction, callus proliferation, and protocorm like body formation from

- callus in Cymbidium orchid. **Environment Control in Biology** 42 (1): 57-64. 2003.
- HUNG, C. D. et al. LED light for *in vitro* and *ex vitro* efficient growth of economically importante highbush blueberry (*Vaccinium Corymbosum* L.). *Acta Physiologiae Plantarum*, **Krakow**, v. 38, n.6, p. 1-9, 2016.
- KAMINSKA, M.; SKRZYPEK, E.; WILMOWIEZ, E.; TRETYN, A.; TRJGELL, A. Effect of light conditions and ABA on cold storage and post-storage propagation of *Taraxacum pieninicum*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture** 127:25-34. 2016.
- KAUR, D.; OGRA, R. K.; BHATTACHARYA, A.; SOOD, A. Changes in sugar levels during slow growth of *Dendrocalamus hamiltonii* somatic embryos due to liquid paraffin overlay. **In vitro Cellular & Developmental Biology-Plant** 48:120-126. 2012.
- KERBAUY, G.B. Clonagem de plantas *in vitro*. **Biotecnología Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 21 - 43, 1997.
- KIRSCHBAUM, DS. Temperature and growth regulator effects on growth and development of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Florida: University of Florida. **(Tese Mestrado)**, p. 144, 1998.
- LAZZARINI, L. E. S; PACHECO, F. V; SILVA, S. T; COELHO, A .D; MEDEIROS, A. P. R; BERTOLUCCI, S. K. V; PINTO, J. E. B. P.; SOARES, J. D. R. Uso de Diodos Emissores de Luz (LED) na Fisiologia de Plantas Cultivadas- Revisão. **Sci. Agrar**. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 2, abr./jun., p.137-144, 2017.
- LIETEN, P. Strawberry production in central Europe. **International Journal of Fruit Science**, v. 5, n. 1, p. 91-105, 2005.
- MACEDO, A. F.; LEAL-COSTA, M. V.; TAVARES, E. S.; LAGE, C. L. S.; ESQUIBEL, M. A. The effect of light quality on leaf production and development of *in vitro* cultures plants of *Alternanthera brasiliana* Kuntze. **Environmental and Experimental Botany** 70:43-50. 2011.
- MALUTA, F. A; BORDIGNON, S. R.; ROSSI, M. L; AMBROSANO, G. M. B; RODRIGUES, P. H. V. Cultivo *in vitro* de cana-de-açúcar exposta a diferentes fontes de luz. **Pesq. Agropec. Bras.** v.48, n.9, Brasília Sept. 2013.

- MANAKASEM, Y.; GOODWIN, P.B. Responses of dayneutral and Junebearing strawberries to temperature and daylength.. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 76,p. 629-635, 2001.
- MANTELL, S.H.; MATTHEWS, J.A.; Mc KEE, R.A. Princípios da biotecnologia em plantas: uma introdução à engenharia genética em plantas. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, p.344, 1994.
- MARTINEZ-ESTRADA, E.; CAAMAL-VELAZQUEZ, J. H.; MORALES-RAMOS, V.; BELLO-BELLO, J. J. Light emitting diodes improve *in vitro* shoot multiplication and growth of Anthurium andreanum Lind. **Propagation of Ornamental Plants** 16:3-8. 2016.
- MIRANDA, F.; FERNANDES, T. D. **Manual de boas práticas: Morango**. Escola Superior de Biotecnologia, Porto - U.C.P. 31 p. Disponível em: http://www.esb.ucp.pt/twt/disqual/pdfs/disqual_morango.pdf. 2001.
- MITHILA, J.; HALL, J. C.; VICTOR, J.M.R.; SAXENA, P.K. Thidiazuron induces shoot organogenesis at low concentrations and somatic embryogenesis at high concentrations on leaf and petiole explants of African violet(*Saintpauliaionantha* Wendl.). **Plant Cell Reports**, Berlin, v. 21, n. 5, p. 408–414, 2003.
- NEHRA, S. N.; KARTHA, K. K.; STUSHNOFF, C.; GILES, K. L. Effect of *in vitro* propagation methods on fiels performance of two strawberry cultivars. **Euphytica**, v.76, p. 107-115, 1994.
- NUNES, T.V.F. Luz para plantas. **Rev. Esp. On-line IPOG**, Goiânia, v. 06 n.1, p.1-17 dez. 2013.
- OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E.E.; SHPIEGE, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y. E.; SHAHAK, Y. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **J. Hort. Sci. Biotech**,n.76, p. 353-361,2001.
- OUZOUNIS, T.; FRETTÉ X.; OTTOSEN, C. O.; ROSENQVIST, E. Spectral effects of LEDs on chlorophyll fluorescence and pigmentation in Phalaenopsis 'Vivien' and 'PurpleStar'. **Physiol. Plant**. v. 154 p.314–327. 2015.
- PEREIRA, M.C.T., et al. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira sob diferentes condições de luminosidade. **Rev. Bras. de Frut.**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 238-240, ago., 2005.

- PIRES, R. C. M.; FOLEGATTI, M. V.; PASSOS, F. A.; AMBROSANO, G. M. B.; MINAMI, K. Profundidade efetiva do sistema radicular do morangueiro sob diferentes coberturas de solo e níveis de água. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 793-799, abr. 2000.
- POUDEL, P.R.; KATAOKA, I.; MOCHIOKA, E R.. Effect of red and blue light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes. **Plant Cell, Tiss. Organ Cult.** 92(2), 147-153. 2008.
- REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; ALGRIGHI, M.; VIGNOLO, G. Panorama do cultivo de morangos no Brasil. **Campo e Negócios Hortifruti**, 2015.
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Bol. Pesq. Fl.**, n. 53, p.179-194, 2006.
- RESENDE, L. M. A.; MASCARENHAS, M. H. T.; PAIVA, B. M. Panorama da produção e comercialização do morango. **Inf. Agrop.** Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 5-19, 1999.
- RICHTER, G.; WESSEL, K. Red light inhibits blue light-induced chloroplast development in cultured plant cells at the mRNA level. **Plant Molecular Biology**, Zurich, v.5, n.3, p.175-182, 1985.
- ROCHA, P. S. G.; DE OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; DOS SANTOS, U. L. Diodos emissores de luz e concentrações de BAP na multiplicação *in vitro* de morangueiro. **Ciênc. Rur.**, Santa Maria, v.40, n.9, p. 1922-1928, set, 2010.
- ROCHA, P. S.G.; DE OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; MO SELE, S. H. Uso de LEDs na multiplicação *in vitro* de três cultivares de bananeira. **Rev. Colomb. de Ciênc. Hort.** Vol. 11. No. 2 – pp. 247-252, julio-diciembre. 2017.
- ROCHA, P. S.; DE OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W. B. Uso de LEDs na multiplicação e enraizamento *in vitro* de framboeseiras. **Pesq. Agrop. Gaúcha**. Porto Alegre, v.19, n.1/2, p.98-105, 2013.
- ROCHA, P.S.G.; OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. New light sources for *in vitro* potato micropropagation. **Biosci. J.** 31(5), 1312-1318. 2015.

- RODRIGUES, P. H. V.; ARRUDA, F.; FORTI, V. A. Slow-grown *in vitro* conservation of *Heliconia champneiana* cv. Splash under different light spectra. **Scient. Agric.** v.75, n.2, p.163-166, March/April 2018.
- RONQUE, E.R.V. **Cultura do morangueiro: revisão prática**. Curitiba: EMATER/PR., Cap. 1-2,p. 206, 1998.
- SALOMÃO, A. N.; EIRA, M.T.S.; DA CUNHA, R.; SANTOS, I.R.I.; MUNDIM, R.C.; REIS, R.B. Padrões de germinação e comportamento para fins de conservação de sementes de espécies autóctones: madeiras, alimentícias, medicinais e ornamentais. (**Embrapa** - Cenargen. Comunicado técnico, 23) p.12, 1997.
- SAMUOLIENE, G.; BRAZAITYTÉ, A.; URBANAVICIUTE, G.; DUCHOVSKIS, P. The effect of red and blue light component on the growth and development of frigo strawberries. **Zemdirbyste Agriculture**. v. 97, n. 2. P. 99-104, 2010.
- SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A.R.M. Morango Produção. 1 ed. Brasília: **Embrapa** Informação Tecnológica, p.81, 2003.
- SANTOS, C.C.C.; RODRIGUES, P.H.V. Variação somaclonal em mudas micropropagadas de bananeira, **Cult. Pacovan. Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p.201-205, 2004.
- SERÇE, S.; HANCOCK, J. F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana* and *F.x ananassa*. **Scientia Horticulturae**, v. 103, p.167-177, 2005.
- SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Inf. Agrop.**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 7-13, jan./fev. 2007.
- SILVEIRA, E. B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 211-216, jun. 2002.
- SINGH, A.; SYNDOR, A.; DEKA, B. C.; SINGH, R. K.; PATEL, R. K. The effect of microclimate inside low tunnels on off-season production of strawberry (*Fragaria xananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v. 144, p. 36-41, 2012.
- SON, K. H.; OH, M. M. Leaf Shape, Growth, and Antioxidant Phenolic Compounds of Two Lettuce Cultivars Grown under Various Combinations

- of Blue and Red Light-emitting Diodes. **HortScience**.v. 48, n. 8 p. 988-995, 2013.
- SOUZA, F. V. D.; COSTA, M. A. P. C.; SILVA NETO, PEREIRA, H. Aclimatização. In: SOUZA, A. da S.; JUNHANS, T. G.. (Org.). **Introdução a micropropagação de plantas**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, v. 1, p. 131-140. 2006.
- SLACK, S. A. Pathogen-free plants by meristem-tip culture. **Plant Disease**, v. 64, n. 1, p. 14-17, 1980.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 719p. 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed. 918p. 2013
- TAKUR, S.; TIWARI, K. L.; JADHAV, S. K. *In vitro* approaches for conservation of *Asparagus acemosus* Willd. **In vitro Cellular & Developmental Biology-Plant** 51:619-625. 2015.
- TAYLOR, D. R. The physiology of flowering in strawberry. **Acta Horticulturae**, v. 567, p. 245–251, 2002.
- THAO, N.T.P.; OZAKI, Y.; OKUBO, H. Callus induction and plantlet regeneration in ornamental *Alocasia*. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, Boston, v. 73, n. 3, p. 285 – 289, 2003.
- TORRES, C.T.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas. Brasília: **EMBRAPA** – SPI/Embrapa – CNPH, 1998.
- TOWILL, L. E. Germplasm preservation. In: TRIGIANO R.N. e GRAY, D.J. ed. **Plant tissue culture concepts and laboratory exercises**. 2nd. Edition. CRC Press, Boca Raton, p. 337-353, 2000.
- VALOIS, A.C.C.; NASS, L.L.; GOES, M. Conservação *ex situ* de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; DE MELO, I.S.; VALADARESINGLIS, M.C. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas**. Rodanópolis: Fundação MT, p. 124-147, 2001.
- VERDIAL, M. F. Frigoconservação e vernalização de mudas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) produzida em sistemas de vasos suspensos. 2004. **Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)**- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz/ USP, Piracicaba, 2004.

- VERDIAL, M. F.; NETO, J. T.; MINAMI, K.; SCARPARE, J.A.F.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SCARPARE, F. V.; KLUGE, R. A. Fisiologia de mudas de morangueiro produzidas em sistema convencional e em vasos suspensos. **Ver. Bras. Frut.**, v. 31, n. 2, p. 524-531, 2009.
- VIEIRA, L. D.; FRAGA, H. P. D.; ANJOS, K. G.; PUTTKAMMER, C. C.; SCHERER, R. F.; SILVA, D. A.; GUERRA, M. P. Light-emitting diodes (LED) increase the stomata formation and chlorophyll content in *Musa acuminata* (AAA) "Nanicao Corupa" *in vitro* plantlets. **Theoretical and Experimental Plant Physiology** 27:91-98. 2015.
- WENDLING, I.; PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. Técnicas de produção de mudas de plantas ornamentais. Viçosa, MG: **Aprenda Fácil**, v. 3, 223 p. 2005.
- WILKINS, C. P.; NEWBURY, H. J.; DODDS, J. H. Tissue culture conservation of fruit trees. **Plant Genetic Resources Newsletter**, Rome, v. 1, n. 73/74, p. 9-20, 1988.
- 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.1-6, 2009.
- ZEE, F. T.; MUNEKATA, M. *In vitro* storage of pineapple (*Ananas* spp.) germplasm. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 1, p. 57-58, 1992.
- ZENG, F.; ZHANG, X.; ZHU, L.; TU, L.; GUO, X.; NIE, Y. Isolation and characterization of genes associated to cotton somatic embryogenesis by suppression subtractive hybridization and macroarray. **Plant Molecular Biology**, Boston, v.60, n. 2, p.167–183, 2006.
- ZIMMERMAN, R. H. Micropropagation of woody plants: post tissue culture aspects. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 227, p. 489-499, 1988.

