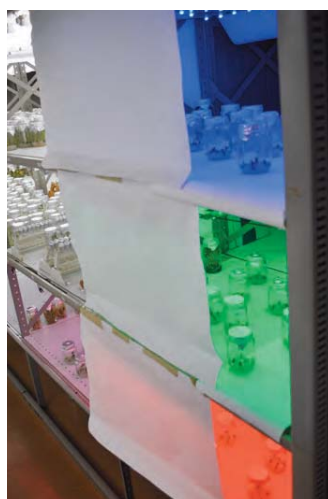


# Uso de LEDs na multiplicação *in vitro* de três cultivares de bananeira

## LED lights in the *in vitro* multiplication of three banana cultivars



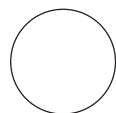
PAULO SÉRGIO GOMES DA ROCHA<sup>1, 3</sup>  
ROBERTO PEDROSO DE OLIVEIRA<sup>2</sup>  
WALKYRIA BUENO SCIVITTARO<sup>2</sup>  
SERGIO HENRIQUE MOSELE<sup>1</sup>

**Aspecto visual da sala de crescimento com os diferentes tipos de luz (LEDs, azuis, vermelhos, verdes e lâmpadas fluorescentes).**

Foto: P.S. Gomes da Rocha

### RESUMO

Os diodos emissores de luz (LEDs) são considerados a mais nova e promissora fonte de luz para o cultivo *in vitro* de plantas, por apresentarem uma longa lista de benefícios e afetarem positivamente o crescimento dos explantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso dos LEDs como fonte de luz alternativa às lâmpadas fluorescentes na multiplicação de três cultivares de bananeira. A multiplicação das cultivares Grande Naine, FHIA 18 e Prata Anã foi realizada em meio MS (Murashige e Skoog) acrescido de 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, 100 mg L<sup>-1</sup> de mio-inositol, 7 g L<sup>-1</sup> de ágar e 6 mg L<sup>-1</sup> de BAP, por três subcultivos sucessivos de 30 dias, sob cinco fontes de luz (LEDs azuis-EDEB 3LA1 470 nm, LEDs verdes-EDET 3LA1 530 nm, LEDs vermelhos-EDER 3LA3 630 nm, lâmpadas fluorescentes Growlux e lâmpadas fluorescentes brancas), fotoperíodo de 16 horas, temperatura de 25±2°C e intensidade luminosa de 20 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 5×3 (fonte de luz × cultivar), com cinco repetições. Para as três cultivares de bananeira multiplicadas, observou-se que o número de brotações e folhas não foi influenciado pelo tipo de luz. O maior número de brotações formado foi obtido com a cultivar Grande Naine (2,6 brotos/explante), não havendo diferença entre a cv. FHIA 18 e Prata Anã (1,4 e 1,3 brotos/explante). Determinou-se significância entre os fatores cultivar e fonte de luz para o comprimento da brotação, sendo o maior comprimento obtido com 'Prata Anã' cultivadas sob os LEDs verdes.



**Palavras-chave adicionais:** cultura de tecidos, diodos emissores de luz, explante, qualidade da luz, *Musa*.

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim, Erechim-RS (Brasil). ORCID Gomes da Rocha, P.S.: 0000-0001-5275-1621; ORCID Mosele, S.H.: 0000-0001-5878-8097

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS (Brasil). ORCID Pedroso de Oliveira, R.: 0000-0002-5402-6834; ORCID Bueno Scivittaro, W.: 0000-0002-6709-6831

<sup>3</sup> Autor para correspondência. rocha@uricer.edu.br



## ABSTRACT

Light emitting diodes (LEDs) are considered the most promising new source of light for the *in vitro* cultivation of plants because they have a long list of benefits and positively affect the growth of explants. The objective of this study was to evaluate the use of LEDs as an alternative light source, using fluorescent lamps in the multiplication of three banana cultivars. The Grande Naine, FHIA 18 and Prata Anã cultivars were placed in an MS (Murashige and Skoog) medium with 30 g L<sup>-1</sup> sucrose, 100 mg L<sup>-1</sup> myo-inositol, 7 g L<sup>-1</sup> agar and 6 mg L<sup>-1</sup> BAP; three successive subcultures were carried out for 30 days under five light sources (blue-EDEB LEDs 3LA1 470 nm, green-TEDS LEDs 3LA1 530 nm, red-EDER LEDs 3LA3 630 nm, Growlux fluorescent lamps and white fluorescent lamps), with a 16 hour photoperiod, temperature of 25±2°C and light intensity of 20 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. The design was completely randomized with a 5×3 factorial (light source × cultivar), with five repetitions. For all three cultivars, it was observed that the number of shoots and leaves was not influenced by the type of light. The highest number of formed shoots was obtained with the cultivar Grande Naine (2.6 buds/explant), with no difference between cv. FHIA 18 and Prata Anã (1.4 and 1.3 shoots/explant). There was a significant difference between the cultivars and light source for the length of budding; the longest length was obtained with Prata Anã, grown under green LEDs.

**Additional key words:** tissue culture, light emitting diodes, explant, light quality, *Musa*.

Data de recepção: 14-02-2017    Aprovado para publicação: 30-09-2017

## INTRODUÇÃO

A banana é a segunda fruta mais consumida no mundo, sendo o Brasil o quinto maior produtor mundial, com uma produção anual de aproximadamente 6,9 milhões de toneladas em uma área de 478 mil hectares (FAO, 2017). As cultivares de bananeira com frutas comestíveis são propagadas de forma vegetativa, quer seja a campo, a partir de brotações laterais, cujas taxas de multiplicação são baixas e contribui para a disseminação de pragas e doenças; ou em laboratório de micropropagação (Carvalho *et al.*, 2012). Embora, a propagação *in vitro* seja a melhor opção e proporcione mudas sadias em larga escala e em pequeno espaço físico (Camolesi *et al.*, 2010), o emprego de mudas produzidas por essa tecnologia é limitado devido ao alto custo de produção.

A energia elétrica é um dos principais componentes do custo de mudas produzidas em laboratórios de cultura de tecidos. O valor gasto com iluminação representa 65% do total da conta de eletricidade (Moon *et al.*, 2006). Portanto, é necessário buscar novas alternativas para fontes de luz mais eficientes, como por exemplo, os diodos emissores de luz (LEDs), pois a maioria dos laboratórios de micropropagação usam as lâmpadas fluorescentes, como fonte de luz artificial, associadas ou não a iluminação natural no ambiente de cultivo das plantas (Rocha *et al.*, 2015).

Dentre as vantagens dos LEDs pode-se destacar a alta eficiência no processo de geração de luz com baixa produção de calor, o que pode refletir no menor consumo de energia elétrica, na necessidade de equipamentos de refrigeração menos potentes na sala de cultivo; longo período de vida útil; comprimento de onda específico, possibilitando utilizar a fonte de luz com comprimento de onda considerado ótimo para a realização da fotossíntese; massa e volume pequenos (Yeh e Chung, 2009).

O uso dos LEDs na micropropagação de plantas tem evidenciado que além de proporcionarem significativa economia de energia elétrica, podem incrementar o desenvolvimento das brotações e a concentração de pigmentos fotossintetizantes devido à melhoria na qualidade da luz (Poudel *et al.*, 2008; Rocha *et al.*, 2015). Pois, a luz desempenha um fator chave na vida das plantas, influenciando no crescimento das mesmas, por meio da taxa fotossintética e fotomorfogênese (Bello, 2016). Em estudos utilizando LEDs na micropropagação, vários autores obtiveram efeito positivo em diferentes espécies de plantas, entre elas incluímos crisântemo (Wozny e Miler, 2016), videira (Poudel *et al.*, 2008) e amoreira-preta (Rocha *et al.*, 2013a).

Embora no Brasil existam alguns estudos com o uso de LEDs na micropropagação de plantas, como na cultura do morangueiro (Rocha *et al.*, 2010), cana-de-açúcar (Rocha *et al.*, 2013b; Ferreira *et al.*, 2017) e na batata (Rocha *et al.*, 2015), não existem avaliações com essa nova fonte de luz, na cultura da bananeira.

Mesmo existindo protocolos de micropropagação para a bananeira há bastante tempo, para produção de mudas em larga escala nos laboratórios comerciais (Oliveira e Silva, 1997), o estudo se faz necessário, pois é por meio do constante refinamento das técnicas de cultura de tecidos e condições de cultivo dos explantes que se poderão obter mudas micropropagadas de melhor qualidade à valores mais competitivos para comercialização. Segundo Rocha *et al.* (2007), a grande limitação para o acesso dos produtores às mudas micropropagadas é o elevado custo deste tipo de material propagativo.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de novas fontes de luz (LEDs) na multiplicação de três cultivares de bananeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS. Para o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizadas como explantes brotações de bananeira da cultivar Grande Naine, FHIA 18 e Prata Anã, as quais pertencem aos grupos genômicos AAA, AAAB e AAB, respectivamente. Estas foram cultivadas por três subcultivos de 30 d em meio de cultura MS (Murashige e Skoog, 1962) suplementado com 5 mg L<sup>-1</sup> de BAP, seguido por um quarto subcultivo em meio MS sem reguladores de crescimento, conduzidos em sala de crescimento iluminada por lâmpadas fluorescentes brancas.

A multiplicação foi realizada cultivando-se os explantes, brotações de bananeira excisada com 1 cm de altura, para quebrar a dominância apical, em meio de cultura MS acrescido por 100 mg L<sup>-1</sup> de mio-inositol, 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, 7 g L<sup>-1</sup> de ágar e 6 mg L<sup>-1</sup> de BAP, por três subcultivos sucessivos de 30 d. O pH do meio de cultura foi ajustado para 5,8, antes da autoclavagem a 121 °C à 1,5 atm por 20 min. As condições ambientais de cultivo foram fotoperíodo de 16 h a 25±2°C, sendo avaliadas cinco fontes de luz (LEDs azuis-EDEB 3LA1 470 nm, LEDs verdes-EDET

3LA1 530 nm, LEDs vermelhos-EDER 3LA3 630 nm, lâmpadas fluorescentes Growlux e lâmpadas fluorescentes brancas), com intensidade luminosa fixada em 20 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Os tratamentos foram conduzidos em delineamento inteiramente ao acaso, em fatorial 3×5 (cultivar × fontes de luz). Utilizaram-se cinco repetições por tratamento, sendo as unidades experimentais constituídas por um frasco de 250 mL contendo 40 mL de meio de cultura semi-sólido com cinco explantes. Avaliaram-se o número médio de brotações e folhas formadas por explante e o comprimento médio da brotação em cada subcultivo. Os dados obtidos em cada um dos três subcultivos foram usados na composição de uma única média para análise estatística.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância, comparando-se as médias do fator cultivar e fonte de luz pelo teste de Duncan. Os dados relativos ao número de brotações e folhas foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ , e os do comprimento da brotação não foram transformados. Para as análises estatísticas, foram adotados 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independentemente da cultivar de bananeira, não foi observado influência significativa do tipo de fonte de luz para o número médio de brotações e folhas formadas por explante (Tab. 1). Estes resultados diferem dos obtidos por outros autores que avaliaram os LEDs na multiplicação de morangueiro; Rocha *et al.* (2010) obtiveram o maior número de brotações por explantes sob os LEDs vermelhos e LEDs verdes e Nhut *et al.* (2003) avaliando o uso de na micropropagação, observaram que o maior número de ocorreu nas brotações cultivadas sob os LEDs vermelhos. Por outro lado, Poudel *et al.* (2008) ao avaliarem a multiplicação de videira sob diferentes fontes de luz, observaram que não houve efeito significativo da fonte de luz sobre duas das três cultivares avaliadas. Nota-se, portanto, que os LEDs podem exercer efeito positivo na multiplicação, ou seja aumento no número de brotações e folhas formadas por explante. Contudo, esse aumento no número de brotos e/ou folhas formados por explantes pode variar de acordo com a espécie cultivada; sendo esse comportamento *in vitro* dos explantes, geralmente, relacionado às características genéticas, as quais podem variar entre as cultivares de uma mesma espécie.

**Tabela 1. Número médio de brotações e folhas em explantes de bananeira cvs. Prata Anã, FHIA 18 e Grande Naine, após 30 d de cultivo em meio de cultura MS acrescido de 6 mg L<sup>-1</sup> de BAP sob diferentes fontes de luz.**

Fonte de luz	'Prata Anã'		'FHIA 18'		'Grande Naine'	
	Número brotações	Número folhas	Número brotações	Número folhas	Número brotações	Número folhas
LEDs azuis	1,4 ns	2,5 ns	1,6 ns	2,8 ns	2,4 ns	2,7 ns
LEDs verdes	1,0	3,1	1,4	3,0	3,0	2,3
LEDs vermelhos	1,4	2,4	1,4	2,8	2,2	2,6
Lâmpadas Growlux	1,3	2,7	1,5	2,7	3,0	2,4
Lâmpadas brancas	1,2	2,7	1,3	3,1	2,6	2,5
CV (%)	8,5	5,1	8,5	5,1	8,5	5,1

ns: médias não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Embora os LEDs não tenham contribuído para o aumento do número de brotações formadas por explante na espécie em estudo, o uso desta fonte de luz nas salas de cultivo, ainda assim, continua vantajoso. Pois, os LEDs apresentam alta eficiência na conversão da energia elétrica em luz, consumindo menos de 50% de energia para a geração de luz em relação as lâmpadas convencionais; baixa produção de calor; e longo período de vida útil, podendo atingir até 100.000 horas, diferentemente das lâmpadas fluorescentes (7000 h), necessitando, portanto de serem substituídos a intervalos maiores de tempo (Nhut *et al.*, 2003; Gupta e Jatothu, 2013).

Ainda sobre a variável analisada número de brotações formadas por explante, para o fator cultivar estudado observou-se efeito significativo, sendo o maior número de brotações formados (2,6 brotos/explante) obtido pela 'Grande Naine'. Resultados semelhantes foram obtidos por Medeiros (2015), que avaliaram as cultivares Grande Naine e Prata Catarina e obtiveram as médias de 2,6 e 2,3 brotos/explante, respectivamente. Resultados distintos foram obtidos por Costa *et al.* (2006) que também trabalhando com 'Grande Naine', obtiveram 4,1 brotações por explante no meio MS semi-sólido com 6 g L<sup>-1</sup> de ágar e acrescido por 6 mg L<sup>-1</sup> de BAP; a menor taxa de multiplicação desta cultivar obtida no presente trabalho com os LEDs pode estar relacionada à maior quantidade de ágar (7 g L<sup>-1</sup>) no meio de cultura, pois concentrações maiores de ágar disponibilizam menores quantidades de nutrientes e reguladores de crescimento presentes no meio de cultivo, os quais são indispensáveis para a formação e crescimento das brotações adventícias. Além disto, outro fator relacionado com a menor taxa de multiplicação dos explantes é o número de subcultivo à que ele foi submetido, pois, geralmente há

uma tendência de aumento da multiplicação devido ao efeito residual do BAP (6-benzilaminopurina) nos tecidos dos explantes.

Quanto às cultivares FHIA 18 e Prata Anã, elas formaram em média 1,4 e 1,3 brotações por explantes, respectivamente, e não diferiram entre si (Tab. 2). A diferença observada na taxa de multiplicação *in vitro* entre a cultivar Grande Naine (AAA), FHIA (AAAB) 18 e Prata Anã (AAB) provavelmente esteja relacionada a fator de ordem genética. De acordo com Oliveira *et al.* (2011), que trabalharam com cultivares de bananeira do grupo triplóides AAA e AAB, existem diferenças significativas na capacidade de multiplicação *in vitro* de cada cultivar. De modo geral, a taxa de multiplicação obtida com 'Grande Naine' pode ser considerada adequada e dentro das médias citadas na literatura (Oliveira e Silva, 1997; Medeiros, 2015).

**Tabela 2. Número médio de brotações de bananeira cvs. Prata Anã, FHIA 18 e Grande Naine, após 30 d de cultivo em meio MS acrescido de 6 mg L<sup>-1</sup> de BAP.**

Cultivar	Número de brotações
Prata anã	1,3 b
FHIA 18	1,4 b
Grande Naine	2,6 a
CV (%)	8,5

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao comprimento médio das brotações, determinou-se significância entre os fatores cultivar e fonte de luz. As brotações de maior comprimento foram obtidas com a cultivar Prata Anã (65,2 mm) e FHIA 18 (46,4 mm) cultivadas sob os LEDs verdes (Tab.

3). O maior crescimento das brotações observadas nas duas cultivares a cima citadas, deve-se, em parte, pela menor taxa de multiplicação apresentada, pois na ausência de concorrência por nutrientes no meio de cultura e paralização da dominância apical, causada pela formação de brotações adventícias, a altura da brotação é favorecida. Em relação a 'Grande Naine' não se observou diferença no comprimento das brotações mantidas sob as diferentes fontes de luz. De modo geral, a tendência de menor comprimento nas brotações de 'Grande Naine', que foi confirmada quando cultivadas sob os LEDs verdes, pode ser atribuída ao maior número de brotações formadas por explantes, pois existe uma correlação entre número de brotações formadas por explante e altura das mesmas, ou seja, quanto maior for a multiplicação menor será o tamanho destas e vice-versa.

**Tabela 3. Comprimento médio das brotações de bananeira cvs. Prata Anã, FHIA 18 e Grande Naine, após 30 d de cultivo em meio MS acrescido de 6 mg L<sup>-1</sup> de BAP sob diferentes fontes de luz.**

Fonte de luz	'Prata Anã'	'FHIA 18'	'Grande Naine'
LEDs azuis	31,8 bA	28,9 bA	24,2 aA
LEDs verdes	65,2 aA	46,4 abB	23,9 aC
LEDs vermelhos	35,1 bA	35,3 abA	28,3 aA
Lâmpadas Growlux	31,4 bA	33,6 abA	23,7 aA
Lâmpadas brancas	39,6 bA	35,1 abAB	23,8 aB
CV (%)	28,11	28,11	28,11

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação à fonte de luz, resultados distintos foram obtidos por Heo *et al.* (2006), que trabalhando com o porta-enxerto de videira, obtiveram as brotações de maior comprimento das brotações sob os LEDs vermelhos. Resultados semelhantes foram obtidos em crisântemos (*Chrysanthemum* sp.) cultivados sob diferentes fontes de luz (Kim *et al.*, 2004).

## CONCLUSÕES

Os LEDs contribuem para o desenvolvimento das brotações, sendo que o comprimento das brotações foi influenciado pela cultivar e pelo tipo de luz.

A fonte de luz, na densidade de fluxo de fótons estudada, não influenciou na formação de brotações

adventícias das cultivares de bananeiras avaliadas. Os LEDs podem ser utilizados como fonte de luz na micropropagação *in vitro* de bananeira na substituição das lâmpadas fluorescentes tubular de cor branca.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo financiamento do projeto e pela concessão de bolsas.

**Conflito de interesses:** o manuscrito foi preparado e revisado com a participação de todos os autores, que declaram não ter qualquer conflito de interesses que possa afetar a validade dos resultados do trabalho apresentado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bello, J.J.B., E.M. Estrada, J.H.C. Velázquez e E.V.M. Ramos. 2016. Effect of LED light quality on in vitro shoot proliferation and growth of vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) Afr. J. Biotech. 15(8), 272-277. Doi: 10.5897/AJB2015.14662
- Camolesi, M.R., A.N. Martins, L.D. Souza e C.G. Saconi. 2010. Enraizamento *in vitro* de mudas micropropagadas de bananeira (*Musa* sp.) em diferentes meios de cultivo. Ciênc Agrotec. 34(6), 1446-1451. Doi: 10.1590/S1413-70542010000600013
- Carvalho, A.C.P., A.A.J. Rodrigues e E.O. Santos. 2012. Produção de mudas micropropagadas de bananeira. Em: Circular Técnica 37, <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72455/1/CIT12001.pdf>; consulta: fevereiro de 2017.
- Costa, F.H.S., J.E.S. Pereira, M.A.A. Pereira e J.P. Oliveira. 2006. Efeito da interação entre carvão ativado e N<sup>6</sup>-benzilaminopurina na propagação *in vitro* de bananeira, cv. Grand Naine. Rev. Bras. Frutic. 28(2), 280-283. Doi: 10.1590/S0100-29452006000200028
- FAO. 2017. Production. Em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>; consulta: fevereiro de 2017.
- Ferreira, L.T., M.M.A. Silva, C. Ulisses, T. Camara e L. Willadino. 2017. Using LED lighting in somatic embryogenesis and micropropagation of an elite surgacane variety and its effect on redox metabolism during acclimatization. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 128, 211-221. Doi: 10.1007/s11240-016-1101-7
- Gupta, S.D. e B. Jatohu. 2013. Fundamentals and applications of light-emitting diodes (LEDs) in *in vitro* plant growth and morphogenesis. Plant Biotechn. Rep. 7(3), 211-220. Doi: 10.1007/s11816-013-0277-0

- Heo, J.W., K.S. Shin, S.K. Kim e K.Y. Paek. 2006. Light quality affects *in vitro* growth of grape 'Teleki 5BB'. J. Plant Biol. 49, 276-280. Doi: 10.1007/BF03031155
- Kim, S.J., E.J. Hahn, J.W. Heo e K.Y. Paek. 2004. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*. Sci. Hortic. 110, 143-151. Doi: 10.1016/j.scienta.2003.10.003
- Medeiros, D.S. 2015. Taxa de multiplicação de mudas micropropagadas de bananeira cv. Grande naine e cv. Prata catarina influenciada pela fase de estabelecimento de cultura. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Moon, H.K., S.Y. Park, Y.W. Kim e C.S. Kim. 2006. Growth of Tsuru-rindo (*Tripterospermum japonicum*) cultures *in vitro* under various sources of light-emitting diode (LED) irradiation. J. Plant Biol. 49(2), 174-179. Doi: 10.1007/BF03031014
- Murashige, T. e F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15, 473-497. Doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
- Nhut, D.T., T. Takamura, H. Watanabe e M.M. Tanaka. 2003. Efficiency of a novel culture system by using light-emitting diode (LED) on *in vitro* and subsequent growth of micropropagated banana plantlets. Acta Hortic. 616, 121-127. Doi: 10.17660/ActaHortic.2003.616.10
- Oliveira, H.S., O.F. Lemos, V.S. Miranda, H.C.P. Moura, M.F. Campelo e L.R.R. Santos. 2011. Estabelecimento e multiplicação *in vitro* de brotos no processo de micropropagação de cultivares de bananeira (*Musa* spp.). Acta Amaz. 41, 369-376. Doi: 10.1590/S0044-59672011000300006
- Oliveira, R.P. e S.O. Silva. 1997. Avaliação da micropropagação comercial de bananeira. Pesq. Agrop. Bras. 32, 415-420.
- Poudel, P.R., I. Kataoka e R. Mochioka. 2008. Effect of red and blue light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes. Plant Cell, Tiss. Organ Cult. 92(2), 147-153. Doi: 10.1007/s11240-007-9317-1
- Rocha, H.S., C.R.R. Silva, A.G. Araújo e A.B. Silva. 2007. Propagação *in vitro* de bananeira 'Prata Anã': intensidade luminosa e concentrações de sacarose nas fases de multiplicação e enraizamento. Plant Cell Cult. Microprop. 3, 10-16.
- Rocha, P.S.G., R.P. Oliveira, W.B. Scivittaro e U.L. Santos. 2010. Diodos emissores de luz e concentrações de BAP na multiplicação *in vitro* de morangueiro. Ciênc. Rur. 40(9), 1922-1928. Doi: 10.1590/S0103-84782010000900011
- Rocha, P.S.G., R.P. Oliveira e W.B. Scivittaro. 2013a. Diodos emissores de luz e concentrações (LEDs) na micropropagação de amoreira-preta cv. Tupy. Hortic. Argent. 32(79), 14-19.
- Rocha, P.S.G., R.P. Oliveira e W.B. Scivittaro. 2013b. Sugar-cane micropropagation using light emitting diodes and adjustment in growth-medium sucrose concentration. Ciênc. Rur. 43(7), 1168-1173. Doi: 10.1590/S0103-84782013000700005
- Rocha, P.S.G., R.P. Oliveira e W.B. Scivittaro. 2015. New light sources for *in vitro* potato micropropagation. Biosci. J. 31(5), 1312-1318. Doi: 10.14393/BJ-v31n5a2015-26601
- Yeh, N. e J.P. Chung. 2009. High-brightness LEDs: energy efficient lighting sources and their potential in door plant cultivation. Renew Sust Energ Rev. 13, 2175-2180. Doi: 10.1016/j.rser.2009.01.027
- Wozny, A. e N. Miler. 2016. LEDs application in *ex vitro* rooting and acclimatization of chrysanthemum (*Chrysanthemum x Grasndiflorum*/Ramat./Kitam). Elet. J. Pol. Agric. Univer. 19(4), 1-8.