

Desenvolvimento de *Cattleya loddigesii* Lindley *in vitro* com doses de silicato de potássio

Guilherme Augusto Cito Alves¹, Fernanda Rosa Campos², Douglas Junior Bertoncelli³, Felipe Favoretto Furlan⁴, Gustavo Henrique Freiria⁵, Ricardo Tadeu de Faria⁶

¹Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. E-mail: guilhermecito@hotmail.com

²Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. E-mail: feer.campos@hotmail.com

³Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. E-mail: dj_bertoncelli@hotmail.com

⁴Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. E-mail: ffavorettofurlan@gmail.com

⁵ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. E-mail: gustavo-freiria@hotmail.com

⁶ Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. E-mail: faria@uel.br

Resumo

As orquídeas destacam-se como importantes plantas ornamentais sendo que para produção de mudas, utiliza-se em larga escala a propagação *in vitro*. As adaptações aos meios de cultura geralmente utilizados, são importantes e visam melhorar as mudas para a fase da aclimatização além de melhoria do crescimento no período *in vitro*. A *Cattleya loddigesii* é uma espécie de orquídea de fácil cultivo e adaptação à maioria do território brasileiro. Os meios nutritivos fornecem as substâncias essenciais para o seu crescimento e desenvolvimento *in vitro* e constitui excelente alternativa a ser empregada para um grande número de plantas. O silício tem demonstrado efeito benéfico sobre o aumento de produção de diversas culturas. Assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento de *Cattleya loddigesii* Lindley *in vitro* sobe doses de silicato de potássio. Utilizou-se o produto comercial SIFOL[®], sendo os tratamentos constituídos de cinco doses: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mg L⁻¹ de silicato de potássio acrescidos ao meio de cultura MS. Aos 200 dias, foram avaliadas: número de folhas, número de brotos, altura da parte aérea, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, teor de água da parte aérea, comprimento médio do sistema radicular, massa fresca de raízes, massa seca de raízes, teor de água das raízes e área foliar. O delineamento foi o inteiramente casualizado com doze repetições. Os resultados foram submetidos a análise de variância e regressão linear a 5% de significância. A utilização de 1 mg L⁻¹ de silicato de potássio proporcionou maior número de folhas e maior número de brotos em *Cattleya loddigesii*, assim a utilização do silicato de potássio na dose de 1 mg L⁻¹ favoreceu o desenvolvimento das plantas cultivadas *in vitro*.

Palavras-chave: Adubação mineral; micropropagação; Sifol[®].

Abstract

Development of *Cattleya loddigesii* Lindley *in vitro* with doses of potassium silicate. Orchids stand out as important ornamental plants that for the production of seedlings, it is used on a large scale *in vitro* propagation. *Cattleya loddigesii* is a species of prominent orchid, of easy cultivation and adaptation to most of Brazil. The nutrient media provide the essential substances for their growth and development *in vitro* and provides an excellent alternative to be employed for a large number of plants. Silicon has demonstrated beneficial effects on increasing the production of several crops. The objective was to evaluate the development of *Cattleya loddigesii* Lindley *in vitro* of potassium silicate doses. We used the commercial product SIFOL[®], being composed of five doses as follows: 0.0; 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 mg L⁻¹ potassium silicate added to the MS medium. To 200 days, were evaluated: number of leaves, number of shoots, shoot height, fresh weight of shoot, shoot dry mass, shoot water content, average length of roots, fresh weight of roots, dry root mass, water content of the roots and leaf area. The design was completely randomized with twelve repetitions. The results were submitted to analysis of variance and linear regression at 5% significance. The use of 1 mg L⁻¹ potassium silicate provided greater number of leaves and larger number of shoots in *Cattleya loddigesii*.

Keywords: Mineral fertilizer; micropropagation; Sifol[®].

Introdução

O mercado de flores é um segmento estratégico para o desenvolvimento econômico de um país, uma vez que viabiliza pequenas propriedades, gerando empregos diretos e indiretos, além de fixar o homem no campo. A floricultura brasileira possui cerca de 8 mil produtores com propriedades de tamanho médio de 2,5 hectares e aproximadamente 102 mil empregos diretos (Ibraflor 2013).

O interesse do homem pelo cultivo e estudo das plantas da família *Orchidaceae* existe há séculos, devido ao seu valor ornamental e à sua ampla diversidade, entre outros motivos (Hasegawa 2005). As orquídeas destacam-se como importantes plantas ornamentais e medicinal, de grande interesse econômico e ecológico, atuando também na manutenção dos ecossistemas naturais (Galdiano Júnior et al. 2013). Apresenta aproximadamente 850 gêneros e 35.000 espécies descritas (Miller e Arren 1996). Dentre as orquídeas a *Cattleya loddigesii* destaca-se por apresentar um bom número de flores, de diferentes tamanhos, permanecendo-se viáveis por longo período de tempo (Moraes et al. 2009).

Os meios nutritivos utilizados para a cultura de células, tecidos e órgãos vegetais fornecem as substâncias essenciais para o seu crescimento e desenvolvimento *in vitro* (Caldas et al. 1998), e constitui excelente alternativa a ser empregada para um grande número de plantas (Junghans e Souza 2009). Os principais meios de cultura utilizados são o meio KC (Knudson 1946) modificado e meio MS (Murashige e Skoog 1962) modificado, ambos no estado semissólido.

O meio MS vem sendo utilizado com algumas modificações, como a redução da concentração de macronutrientes pela metade e a adição de outros componentes, dentre eles, carvão ativado (Faria et al. 2002; Moraes 2005). E ao longo dos anos continua se estudando modificações à fórmula inicial.

Por não ser considerado um elemento essencial às plantas, até então, o silício não tem sido muito estudado na micropropagação de plantas. Fisiologicamente, o silício (Si) tem demonstrado efeito benéfico sobre o aumento de produção de diversas culturas, pois se acredita que ele possa interferir na arquitetura e favorecer a fotossíntese, ao proporcionar folhas

mais eretas com maior eficiência fotossintética (Gomes et al. 2008). Vários produtos à base de Si têm sido testados em diferentes culturas, como sílica gel em alface (Luz et al. 2006), silicato de potássio em orquídea (Soares et al. 2008) e silício em arroz irrigado (Reis et al. 2008). Sendo assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento de *Cattleya loddigesii* Lindley *in vitro* sobre doses de silicato de potássio.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de cultura de tecidos do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, PR, no período de julho de 2014 a janeiro de 2015. As plântulas de *Cattleya loddigesii*, foram obtidas a partir de sementes germinadas *in vitro* em meio de cultura MS (Murashige e Skoog 1962), com a metade da concentração de macronutrientes. Após 90 dias, as plântulas foram subcultivadas em mesmo meio de cultura, com a metade da concentração dos macronutrientes, acrescido de silicato de potássio (Sifol[®]: 15% K₂O e 12% Si) nas doses de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 mg L⁻¹. A base dos meios foi constituída de 30 g L⁻¹ de sacarose, 1 g L⁻¹ de carvão ativado e 7 g L⁻¹ de ágar, com pH ajustado para 6,0 (± 0,2) antes da adição do ágar. Frascos de vidro de 250 mL receberam 50 mL de meio de cultura e foram devidamente autoclavados à temperatura de 120 °C e pressão de 1,05 Kg cm⁻², durante trinta minutos. Após transplante das plântulas, os frascos foram mantidos em sala de crescimento à temperatura de 25 °C (± 2 °C) sob fotoperíodo de 16 horas de luz.

Aos 200 dias, foram mensuradas as seguintes variáveis:

- a) Número de folhas (NF): obtido pela separação e contagem manual das folhas por planta;
- b) Número de brotos (NB): obtido pela separação e contagem manual dos brotos por planta;
- c) Altura da parte aérea (APA): mensurada do colo da planta até a extremidade superior da maior folha, expressa em cm;
- d) Massa fresca da parte aérea (MFPA): depois de separada do sistema radicular na região do colo, procedeu-se a pesagem em

balança analítica Shimadzu modelo AY220, expressa em gramas;

e) Massa seca da parte aérea (MSPA): após pesagem da MFPA, a parte aérea foi seca em estufa de ventilação forçada a 60°C, até peso constante, em seguida, pesada em balança analítica Shimadzu modelo AY220, expressa em gramas;

f) Teor de água da parte aérea (TAPA): obtido pela diferença entre peso fresco e seco da parte aérea, expresso em porcentagem;

g) Comprimento do sistema radicular (CSR): mensurado do colo da planta até a extremidade de todas as raízes, expresso em cm;

h) Massa fresca de raízes (MFR): depois de separadas da parte aérea na região do colo, foram pesadas em balança analítica Shimadzu modelo AY220, expressa em gramas;

i) Massa seca de raízes (MSR): após pesagem da MFR, as raízes foram secas em estufa de ventilação forçada a 60°C, até peso constante, em seguida, pesada em balança analítica de três casas decimais, expressa em gramas;

j) Teor de água das raízes (TAR): obtido pela diferença entre o peso fresco e seco do sistema radicular, expresso em porcentagem;

k) Área foliar (AF): as folhas foram separadas e secas manualmente com auxílio de papel toalha. Posteriormente, foram dispostas sobre escâner e digitalizadas. A mensuração da área foliar foi realizada com auxílio do software ImageJ, expressa em mm² (Rasband 1997).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo cinco tratamentos compostos por doze repetições. Cada repetição foi formada por cinco plântulas. A análise de variância foi conduzida aplicando-se o teste F, com comparação das doses realizadas por regressão a 5% de significância, utilizando-se o software estatístico Sisvar[®] 4.3 (Ferreira 2000).

Resultados e discussão

De acordo com resultados apresentados na tabela da análise de variância (Tabela 1) é possível observar que as variáveis altura da parte aérea, massa fresca e seca da parte aérea, conteúdo de água da parte aérea, teor de água da parte aérea, comprimento do sistema radicular, massa seca de raiz e área foliar de *Cattleya loddigesii* cultivadas *in vitro*, não apresentaram

diferença estatística significativa entre as doses de silicato de potássio aplicadas no meio de cultura.

As variáveis número de folhas, número de brotos e massa fresca de raiz, apresentaram significância para o modelo de regressão de segundo grau. Por sua vez a variável teor de água de raiz apresentou significância estatística para o modelo de regressão linear, em relação a aplicação de silicato de potássio em meio de cultura. Na figura 1, é possível observar que a dose de 1,0 mg L⁻¹ resultou em um maior número de folhas por planta, sendo que, a partir desta, a elevação da dose causou redução do número de folhas. Provavelmente isso tenha ocorrido devido ao fato de o Si estar em excesso na planta, provocando desbalanço nutricional causado por sua maior concentração na planta ou por interações com outros elementos provocando deficiência ou acúmulo excessivo (Malavolta 2006).

Em crisântemo Rodrigues et al. (2008), verificaram que a relação folha/haste de crisântemo apresentou efeito linear decrescente para as concentrações de silício (metassilicato de potássio), em solução de fertirrigação. Resultado semelhante foi observado por Silva (2007) que, trabalhando com gérbera (*Gerbera jamesonii*), verificou maior número de folhas utilizando silicato de cálcio em relação às demais fontes de silício (silicato de sódio, cálcio e de potássio e ácido salicílico), indicando que este elemento é absorvido pelas raízes e translocado para a parte aérea, onde desempenha papéis fisiológicos e estruturais na anatomia da folha (Barroset al. 2002).

Avaliando diferentes fontes de silício no crescimento de bananeira *in vitro*, Asmar et al. (2011) não encontraram diferença significativa para as variáveis número de folhas e número de raízes. Esses mesmos autores relacionaram o fato de que uma vez que o silício tende a acumular-se nas folhas, formando uma barreira protetora e regulando a perda de água da planta por evapotranspiração, não interferindo assim no comprimento de raiz.

Diferenciando do presente trabalho, no qual não foi possível observar diferença estatística significativa para as distintas doses de silicato de potássio, Soares et al. (2008) observaram que, com o aumento das concentrações de silicato de sódio, há redução no comprimento de raízes de orquídea, sendo assim os autores afirmam que, o acréscimo de qualquer dose de

silicato de sódio provoca diminuição quadrática no número de raízes do híbrido de orquídea *Hadrolaelia lobatta* x *Hadrolaelia purpurata* aço até a concentração de 2,0 mg L⁻¹.

Na figura 2, é possível observar que a dose de 2,0 mg L⁻¹ de silicato de potássio resultou no maior número de brotos, por outro lado a dose de 1,0 mg L⁻¹ resultou em efeito contrário. Essa maior brotação na dose de 2,0

mg L⁻¹, pode ser resultado de uma condição de estresse devido a um possível excesso de Si aplicado no meio de cultura. Esse mesmo efeito foi observado por Soares et al. (2011), o qual obteve aumento do número de brotos na orquídea *C. loddigesii* ao submetê-la em meio de cultura Knudson C incrementado com diferentes doses de silicato de sódio.

Tabela 1. Análise de variância para as características fitométricas da orquídea *Cattleya loddigesii*, cultivada em meio de cultura MS acrescido de doses crescentes de silicato de potássio. Londrina, 2014.

Características ⁽¹⁾	SQ	QM	F	CV (%)
NF	12,420	3,100	8,42**	11,59
NB	0,461	0,115	4,41**	13,81
APA	3,120	0,779	1,25 ^{ns}	19,85
MFPA	0,190	0,048	1,39 ^{ns}	20,21
MSPA	0,002	0,001	1,75 ^{ns}	20,16
TAPA	2,380	0,595	0,53 ^{ns}	1,17
CSR	31,240	7,809	2,33 ^{ns}	18,66
MFR	0,330	0,080	7,56**	17,30
MSR	0,002	0,001	2,52 ^{ns}	37,34
TAR	242,59	60,649	3,02*	5,40
AF	673502,67	168375,690	1,25 ^{ns}	15,60

**Significativo a 1%, *significativo a 5% e ^{ns}Não Significativo pelo teste F (p < 0,01). NF: número de folhas; NB: número de brotos; APA: altura da parte aérea (cm); MFPA: massa fresca da parte aérea (g); MSPA: massa seca da parte aérea (g); TAPA: teor de água da parte aérea (%); CSR: comprimento do sistema radicular (cm); MFR: massa fresca de raiz (g); MSR: massa seca de raiz (g); TAR: teor de água da raiz (%); AF: área foliar (mm²).

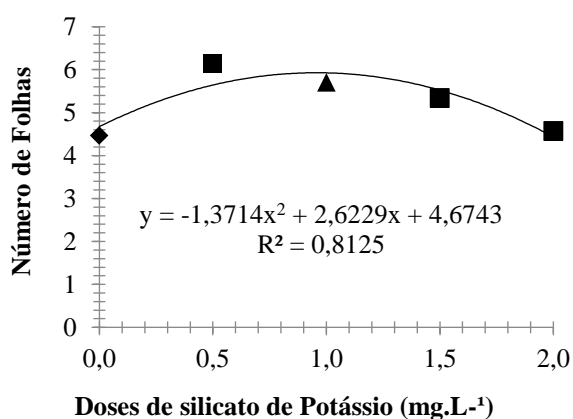


Figura 1. Número de folhas (NF) da *Cattleya loddigesii* em função de crescentes doses de silicato de potássio, acrescido em meio de cultura MS. Londrina, 2014.

Contrariamente ao observado neste trabalho, onde a aplicação de silicato de potássio não interferiu significativamente na massa seca e fresca da parte aérea, em estudo feito por Romero-Aranda et al. (2006)

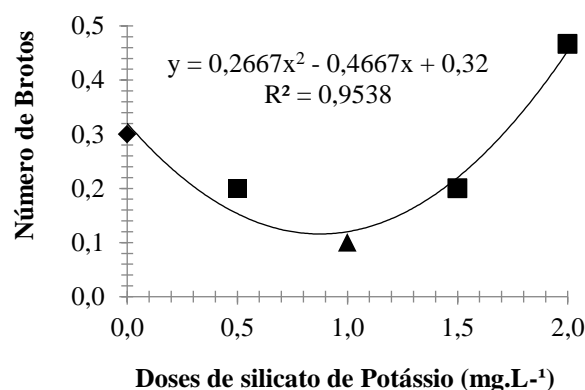


Figura 2. Número de brotos (NB) da *Cattleya loddigesii* em função de crescentes doses de silicato de potássio, acrescido em meio de cultura MS. Londrina, 2014.

observaram maior massa de plântulas de tomate com a utilização de silicato de potássio e de cloreto de sódio. Em mudas de eucalipto, a aplicação de diferentes concentrações de Si adicionadas à solução nutritiva de Hogland, não resultou em efeito significativo para

comprimento de planta (Duarte e Coelho 2011).

Na figura 3 é possível observar que aplicação de silicato de potássio em meio de cultura, reduz a massa fresca de raiz de *C. loddigesii*. Resultado semelhante foi observado em cafeeiro, onde a adição de silicato de potássio à solução nutritiva não apresentou resultados interessantes para o mesmo, visto que houve diminuição na massa seca das raízes (Cunha et al. 2012).

De acordo com Borgatto et al. (2002), o crescimento *in vitro* de plantas, órgãos, tecidos e células depende do desenvolvimento de meios de cultura ideais, que atendam as necessidades da planta, com perfeita interação de componentes essenciais como fontes de carbono e nutrientes minerais.

Asmar et al. (2011) não observaram diferenças estatísticas com relação a comprimento, massa fresca e massa seca do sistema radicular de bananeira “Maçã” (*Musa acuminata*) em meio de cultura MS acrescidos de silicato de cálcio e potássio, maior índice de massa seca de raízes foi encontrado apenas no tratamento composto por silicato de sódio.

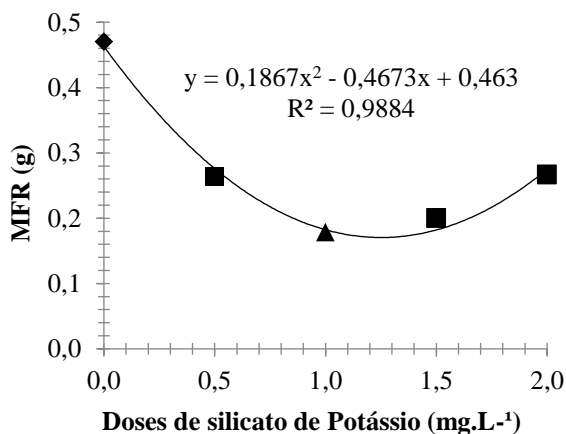


Figura 3. Massa fresca de raiz (MFR) da *Cattleya loddigesii* em função de crescentes doses de silicato de potássio, acrescido em meio de cultura MS. Londrina, 2014.

A redução da MFR com a elevação da dose de silicato de potássio pode estar relacionado com o menor acúmulo de água na raiz, pois de acordo com a figura 4, o teor de água da raiz de *C.loddigesii* apresenta correlação negativa com o aumento da dose de silicato de potássio aplicado em meio de cultura.

Em relação ao conteúdo de água da parte aérea não foi observado diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos.

Por outro lado, o teor de água de raiz diminuiu, à medida que se aumentou a dose de Si. Braga et al. (2009), observaram que a presença de silicato de cálcio e sódio em meio de cultura MS causou a redução do conteúdo de água da parte aérea do morangueiro ‘Oso grande’, diferindo estatisticamente da testemunha.

Sommer et al. (2006) relatam a sorção de polímeros de Si na superfície de óxidos de Fe e Al, sendo a estabilidade desses polímeros aumentada em pH menor que 8,0 e na presença de cátions em solução, especialmente os cátions divalentes como Cu, Zn, Sr, Ca, Mg, Na e K. Considerando que alguns desses cátions estão presentes no meio de cultura, é possível que a fonte de Si e as doses utilizadas, podem ter exercido efeito na disponibilidade dos cátions em solução, interferindo assim no potencial osmótico do meio, o que resultou em um menor acúmulo de água no sistema radicular, o qual está em contado direto com o mesmo.

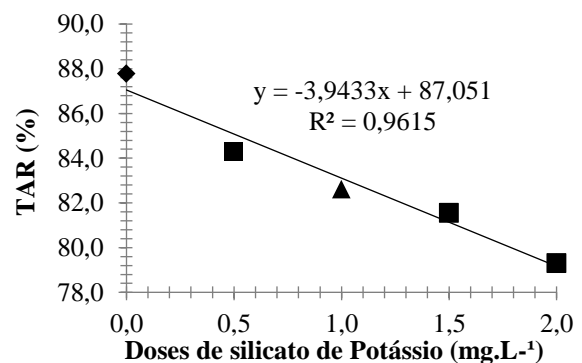


Figura 4. Teor de água de raiz (TAR) da *Cattleya loddigesii* em função de crescentes doses de silicato de potássio, acrescido em meio de cultura MS. Londrina, 2014.

Conclusão

A utilização de 1 mg.L⁻¹ de silicato de potássio em meio de cultura MS proporcionou melhor desenvolvimento *in vitro* de plantas de *Cattleya loddigesii*.

Referências

- ASMAR, S. A.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A.; ARAUJO, A. G.; PIO, L. A. S.; SILVA, S. O. Fontes de silício no desenvolvimento de plântulas de bananeira ‘Maçã’ micropropagadas.

- Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1127-1131, 2011.
- BARROS, L.U.; CUNHA, C.F.; MIGUENS, F.C. Structure, morphology, and composition of silicon biocomposites in the palm tree *Syagrus coronata* (Mart.). **Becc Protoplasma**, v. 220, p. 89-96, 2002.
- BRAGA, F. T.; NUNES, C. F.; FAVERO, A. C.; PASQUAL, M.; CARVALHO, J. G.; CASTRO, E. M. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 128-132, 2009.
- BORGATTO, F.; DIAS, C. T. S.; AMARAL, A. F. C.; MELO, M. Calcium, potassium and magnesium treatment of *Chrysanthemum morifolium* cv. "bi time" and callogenesis in vitro. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 689-693, 2002.
- CALDAS L.S.; HARIDASAN P.; FERREIRA M.E. Meios nutritivos. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. EMBRAPA/CNPq, p.87-132, 1998.
- CUNHA, A. C. M. C. M. da; OLIVEIRA, M. L.; CABALLERO, E. C.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G. Crescimento e absorção de nutrientes pelo cafeeiro cultivado em solução nutritiva com e sem adição de silício. **Revista Ceres**, v. 59, n. 3, p. 392-398, 2012.
- DUARTE, I. N.; COELHO, L. Uso do silício no cultivo de mudas de eucalipto. **Enciclopedia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 7, n. 12, p. 1-10, 2011.
- FARIA, R. T.; SANTIAGO, D. C.; SARIDAKIS, D. P.; ALBINO, U. B.; ARAÚJO, R. Preservation of the brazilian orchid *Cattleya walkeriana* Gardner using in vitro propagation. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 3, p. 489-492, 2002.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual Da Região Brasileira Da Sociedade Internacional De Biometria, 45, 2000, São Carlos. **Anais**. São Carlos: UFSCar, p.255-258, 2000.
- GALDIANO JÚNIOR, R.F.; MANTOVANI, C.; FARIA, R.T.; LEMOS, E.G.M. Concentrações de sacarose no desenvolvimento in vitro e na aclimatização de *Cattleya loddigesii* Lindley. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 583-592, 2013.
- GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; SANTOS, C.D. dos; ANTUNES, C.S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v.37, n.2, p.185-190, 2008.
- HASEGAWA, N. The Evolution of the Orchid Hobbyist Through the Centuries. Resumo apresentado ao **18th World Orchid Conference**. Dijon, França. 2005.
- IBRAFLOR – Instituto Brasileiro de Floricultura. Ibraflor – Release Imprensa. Dados gerais do setor. Campinas-SP, 2013. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=213>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2015.
- JUNGHANS, T.G.; SOUZA, A.S. **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. Cruz das Almas: EMBRAPA MFT, v.1, p.351-370, 2009.
- KNUDSON, L. A new nutrient solution for germination of orchid seed. **American Orchid Society Bulletin**, v. 15, p. 214-217, 1946.
- LUZ, J. M. Q.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; KORNDÖRFER, G. H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 295-300, 2006.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Potafos, p.638, 2006.
- MILLER, D.; WARREN, R. Orquídeas do alto da serra: da mata atlântica pluvial do

- sudeste do Brasil. Rio de Janeiro: Salamandra, p.256, 1996.
- MORAES, C.P.; DIOGO, J.A.; PEDRO, N.P.; CANABRAVA, R.I.; MARTINI, G.A.; MARTELINE, M.A. Desenvolvimento *in vitro* de *Cattleya loddigesii* Lindley (Orchidaceae) utilizando fertilizantes comerciais. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 1, p. 67-69, 2009.
- MORAES, L.; FARIA, R. T.; CUQUEL, F. L. Activated charcoal for in vitro propagation of brazilian orchids. **Acta Horticulturae**, v. 683, p. 383-390, 2005.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for a rapid growth and biossays with tabacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, n.3, p.473-497, 1962.
- REIS, M. A.; ARF, O.; SILVA, M. G.; SÁ, M. E.; BUZZETTI, S. Aplicação de silício em arroz de terras altas irrigado por aspersão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 37-43, 2008.
- ROBERTS, D. L.; DIXON, K. W. Orchids. **Current Biology**, v. 18, n. 8, p. 325-329, 2008.
- RODRIGUES, T. M.; RODRIGUES, C. R.; PAIVA, R.; FAQUIN, V.; PAIVA, P. D. O.; PAIVA, L. V. Níveis de potássio em fertirrigação interferindo no crescimento/desenvolvimento e qualidade do crisântemo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1168-1175, 2008.
- ROMERO-ARANDA, M; JURADO, O; CUARTETO, J. Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. **Journal of Plant Phygiology**, v.163, p.847-855, 2006.
- SILVA DP. **Meios de cultura e fontes de silício no desenvolvimento in vitro de gébera**. Lavras:UFLA. (Dissertação de mestrado), p. 84, 2007.
- SOARES, J. D. R.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A.; VILLA, F.; CARVALHO, J. G. Adubação com silício via foliar na aclimatização de um híbrido de orquídea. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 626-629, 2008.
- SOARES, J. D. R.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A.; VILLA, F.; ARAUJO, A. G. Fontes de silício na micropropagação de orquídea do grupo *Cattleya*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 3, p. 503-507, 2011.
- SOMMER, M.; KACZOREK, D.; KUZYAKOV, Y.; BREUER, J. Silicon pools and fluxes in soils and landscapes: a review. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 169, n. 3, p. 310-329, 2006.
- VILLA, F.; PASQUAL, M.; PIO, L. A. S.; TEODORO, G. S.; MIYATA, L. Y. Cloreto de potássio e fosfato de sódio na multiplicação *in vitro* de amoreira preta cv. tupy. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 37-41, 2008.