

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 14/02/2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**SÍLCIO FOLIAR E PROPORÇÕES DE NITRATO E
AMÔNIO NA NUTRIÇÃO E NO CRESCIMENTO DE
ORQUÍDEAS EPÍFITAS**

Cibele Mantovani

Engenheira Agrônoma

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**SÍLCIO FOLIAR E PROPORÇÕES DE NITRATO E
AMÔNIO NA NUTRIÇÃO E NO CRESCIMENTO DE
ORQUÍDEAS EPÍFITAS**

Cibele Mantovani

Orientador: Prof. Dr. Renato de Mello Prado

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

2017

Mantovani, Cibele
M293s Silício foliar e proporções de nitrato e amônio na nutrição e no crescimento de orquídeas epífitas / Cibele Mantovani. -- Jaboticabal, 2017
vi, 48 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: Renato de Mello Prado
Banca examinadora: Paulo Hercílio Viegas Rodrigues, Renato Fernandes Galdiano Júnior
Bibliografia

1. Orchidaceae. 2. Toxicidade de Si. 3. Estequiometria. 4. Fertilização nitrogenada. 5. Toxidez de amônio. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.84:582.594


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SILÍCIO FOLIAR E PROPORÇÕES DE NITRATO E AMÔNIO NA NUTRIÇÃO E NO CRESCIMENTO DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS

AUTORA: CIBELE MANTOVANI

ORIENTADOR: RENATO DE MELLO PRADO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. RENATO DE MELLO PRADO
Departamento de Solos e Adubos / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. PAULO HERCÍLIO VIEGAS RODRIGUES
Departamento de Produção Vegetal / USP - Piracicaba, SP



Pós-doutorando RENATO FERNANDES GALDIANO JÚNIOR
Departamento de Tecnologia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 14 de fevereiro de 2017

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Cibele Mantovani – nascida em 23 de novembro de 1991, em Itápolis – SP. Mestrado na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP/FCAV – Jaboticabal – SP (2017). Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP/FCAV – Jaboticabal – SP (2014), trabalhou em projeto de extensão com hortaliças, tem experiência em pesquisa a campo e em laboratório com plantas ornamentais, em especial com orquídeas. Fez parte dos grupos de pesquisa Oficina da Paisagem e GENPLANT. Ministrou vários cursos e palestras sobre o cultivo básico de orquídeas.

Epígrafe

``Só o bem assegura a sorte futura.
Ora, o bem é sempre o bem,
qualquer que seja o caminho que a ele conduza.``

Livro dos Espíritas

Dedicatória

Aos meus pais, Clóvis e Roseli, que são meus amores eternos
A todos os professores da FCAV, que tive a honra de conhecer e que fizeram
parte do meu ensino.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos divinas que tenho recebido em minha vida, e por ter tornado possível esta grande conquista.

Aos meus pais Clóvis Mantovani e Roseli Aparecida Poloto Mantovani pela minha formação pessoal, e pelo amor e carinho oferecidos durante a minha vida toda.

Ao professor Dr. Renato de Mello Prado, por ter sido mais que orientador, um grande amigo, ter me recebido cordialmente e ter aberto todas as portas do conhecimento para minha formação profissional.

Aos professores do Departamento de Tecnologia da FCAV, em especial o Dr. Renato Fernandes Galdiano Júnior e a Dra. Eliana Gertrudes de Macedo Lemos, por todas as oportunidades oferecidas em todo meu curso de graduação e pela eterna amizade e confiança.

Aos professores do Departamento de Produção Vegetal da FCAV, em especial a Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, o Dr. Arthur Bernardes Cecícilio Filho e o Dr. Sérgio Valiengo Valeri.

À Universidade Estadual de São Paulo – “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - SP e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal pela oportunidade de realização do Mestrado, em especial ao Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva, e à CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os componentes do GENPLANT, pela convivência, por compartilhar bons momentos e pelas valiosas contribuições concedidas ao longo da realização deste trabalho. Muito obrigado a grande amiga Edilaine Istéfani Franklin Traspadini pelos constantes auxílios, paciência e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Solos e Adubos, em especial a técnica Cláudia Campos Dela Marta, e o secretário Gibson Caetano Padua pela convivência diária e pela presteza.

SUMÁRIO

Lista de figuras e tabelas	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A família Orchidaceae	3
2.2 Nutrição e adubação de orquídeas	5
2.3 Nutrição silicatada	6
2.4 Nutrição nitrogenada	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Experimento 1: Aplicação foliar de fontes e concentrações de silício em orquídeas epífitas	10
3.2 Experimento 2: Proporções de amônio e nitrato na nutrição e no crescimento de orquídeas epífitas	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Experimento 1: Aplicação foliar de fontes e concentrações de silício em orquídeas epífitas	15
4.1.1 Acúmulo de nutrientes e de silício	15
4.1.2 Teores de lignina e proteína, vazamento de eletrólitos e relação estequiométrica	19
4.1.3 Efeito do silício no crescimento e no desenvolvimento	22
4.2 Experimento 2: Proporções de amônio e nitrato na nutrição e no crescimento de orquídeas epífitas	28
4.2.1 Efeito do amônio na nutrição, índice da cor verde e vazamento de eletrólitos	28

4.2.2 Efeito do amônio no crescimento e no desenvolvimento	31
5 CONCLUSÃO	35
6 REFERÊNCIAS	36
APÊNDICE	48

Lista de figuras e tabelas

	Página
Figura 1. Acúmulo de C, N, P, K, Ca, Mg, S e Si na parte aérea de <i>Phalaenopsis</i> Golden Peoker em função de concentrações crescentes de ácido monossilícico (Si_Mono), silicato de potássio (Si_K) e silicato de potássio e sódio (Si_K/Na) após 18 meses do início da aplicação de Si. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} não significativo pelo teste F.....	16
Figura 2. Acúmulo de C, N, P, K, Ca, Mg, S e Si na parte aérea de <i>Dendrobium</i> Valentine em função de concentrações crescentes de ácido monossilícico (Si_Mono), silicato de potássio (Si_K) e silicato de potássio e sódio (Si_K/Na) após 18 meses do início da aplicação de Si. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} não significativo pelo teste F.....	18
Figura 3. Teor de lignina (A), teor de proteína (B), relação C/Si (C) e vazamento de eletrólitos (D) em <i>Phalaenopsis</i> Golden Peoker em função de concentrações crescentes de ácido monossilícico (Si_Mono), silicato de potássio (Si_K) e silicato de potássio e sódio (Si_K/Na) após 18 meses do início da aplicação de Si. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} não significativo pelo teste F.....	19
Figura 4. Teor de lignina (A), teor de proteína (B), relação C/Si (C) e vazamento de eletrólitos (D) em <i>Dendrobium</i> Valentine em função de concentrações crescentes de ácido monossilícico (Si_Mono), silicato de potássio (Si_K) e silicato de potássio e sódio (Si_K/Na) após 18 meses do início da aplicação de Si. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} não significativo pelo teste F.....	20
Figura 5. Largura da planta (A), diâmetro do caule (B), comprimento radicular (C), volume radicular (D), número de folhas (E), área foliar (F), índice da cor verde (G) e matéria seca total (H) de <i>Phalaenopsis</i> Golden Peoker em função de concentrações crescentes de ácido monossilícico (Si_Mono), silicato de potássio (Si_K) e silicato de potássio e sódio (Si_K/Na) após 18 meses do início da aplicação de Si. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} não significativo pelo teste F.....	23
Figura 6. Largura da planta (A), diâmetro do caule (B), comprimento radicular (C), volume radicular (D), número de folhas (E), área foliar (F), índice da cor verde (G) e matéria seca total (H) de	

<i>Dendrobium</i> Valentine em função de concentrações crescentes de ácido monossilícico (Si_Mono), silicato de potássio (Si_K) e silicato de potássio e sódio (Si_K/Na), após 18 meses do início da aplicação de Si. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} não significativo pelo teste F.....	25
Figura 7. Acúmulo de N (A), K (B), Ca (C) e Mg (D) na parte aérea de <i>Phalaenopsis</i> Golden Peoker (<i>Ph</i>) e <i>Dendrobium</i> Valentine (<i>D</i>) em função de proporções crescentes de amônio (%) em relação a nitrato após 12 meses do início da aplicação dos tratamentos. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} não significativo pelo teste F.....	29
Figura 8. Eficiência de absorção de N (g/g) (A), eficiência de utilização (g) (B), índice da cor verde (C) e vazamento de eletrólitos das folhas (%) (D) de <i>Phalaenopsis</i> Golden Peoker (<i>Ph</i>) e <i>Dendrobium</i> Valentine (<i>D</i>) em função de proporções crescentes de amônio (%) em relação a nitrato, após 12 meses do início da aplicação dos tratamentos. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} não significativo pelo teste F.....	31
Figura 9. Largura da planta (A), diâmetro do caule (B), número de folhas (C), e matéria seca total (D) de <i>Phalaenopsis</i> Golden Peoker em função de proporções crescentes de amônio (%) em relação a nitrato, após 12 meses do início da aplicação dos tratamentos. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} não significativo pelo teste F.....	33
Figura 10. Altura da planta (A), diâmetro do pseudobulbo (B), número de pseudobulbos (C), e matéria seca total (D) de <i>Dendrobium</i> Valentine em função de proporções crescentes de amônio (%) em relação a nitrato, após 12 meses do início da aplicação dos tratamentos. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} não significativo pelo teste F.....	34
Tabela 1. Relação C:N:P para <i>Phalaenopsis</i> Golden Peoker e <i>Dendrobium</i> Valentine submetidas a aplicação das concentrações de ácido monossilícico, silicato de potássio e silicato de potássio e sódio, 18 meses após o início da aplicação de Si.....	22

SÍLCIO FOLIAR E PROPORÇÕES DE NITRATO E AMÔNIO NA NUTRIÇÃO E NO CRESCIMENTO DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS

RESUMO - A produção comercial de orquídeas é uma atividade de destaque na floricultura mundial, entretanto há falta de informações sobre a adubação nitrogenada quanto às proporções de nitrato e amônio como fonte de nitrogênio e aplicação de elementos benéficos como o silício. O silício via foliar pode beneficiar e em excesso pode prejudicar o crescimento de orquídeas dependendo da fonte e da concentração do elemento na solução. O crescimento adequado das orquídeas epífitas depende da proporção entre amônio e nitrato utilizada como fonte de nitrogênio, entretanto, não há informações sobre o efeito a longo prazo. Portanto, foram desenvolvidos dois experimentos com duas orquídeas epífitas em cada experimento: *Phalaenopsis* Golden Peoker e *Dendrobium* Valentine. As plantas foram cultivadas em bandejas plásticas com *Sphagnum* seco e mantidas em casa de vegetação recebendo solução nutritiva nos primeiros seis meses, depois foram transplantadas para vasos plásticos (0,9L) individuais e aplicados os tratamentos. O experimento 1 foi em esquema fatorial 5x3, com cinco concentrações de Si (controle; 14,3; 28,6; 42,9 e 57,2 mmol L⁻¹) e três fontes (ácido monossilícico, silicato de potássio e silicato de potássio e sódio) com cinco repetições e em delineamento inteiramente casualizado. Após 18 meses de aplicação de Si foram avaliados nos dois híbridos comerciais o acúmulo de: Si, C, N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea; teor de lignina e proteína e variáveis biométricas. No experimento 2, os tratamentos foram cinco proporções de nitrato/amônio (0/100, 25/75, 50/50, 75/25, 100/0) com cinco repetições dispostos em delineamento inteiramente casualizado. As fontes de nitrato e amônio foram o nitrato de cálcio e o sulfato de amônio, respectivamente. Após 12 meses do início da aplicação dos tratamentos, quando as plantas estavam aptas a floração, foram avaliados nas duas espécies o acúmulo de: N, P, K, Ca e Mg na parte aérea e variáveis biométricas. A aplicação de 27 e 16 mmol L⁻¹ de Si (silicato de potássio e ácido monossilícico) beneficiou o crescimento de *Phalaenopsis* e *Dendrobium*, respectivamente. A aplicação foliar de Si influenciou a absorção de nutrientes, o índice da cor verde e a estequiometria C:N:P em *Phalaenopsis* e *Dendrobium*; e o teor de lignina e proteína em *Phalaenopsis*. A proporção de 39% e 49% de amônio na solução nutritiva beneficiou o crescimento de *Phalaenopsis* e *Dendrobium*, respectivamente. A aplicação de altas proporções de amônio diminuiu a absorção de nutrientes, o índice da cor verde e aumentou o vazamento de eletrólitos em *Phalaenopsis* e *Dendrobium*. Proporções de amônio maiores do que 75% durante 18 meses causou toxidez em *Phalaenopsis* e *Dendrobium*.

Palavras-chave: Orchidaceae, toxicidade de Si, estequiometria, fertilização nitrogenada, toxidez de amônio

FOLIAR SILICON AND NITRATE AND AMMONIA PROPORTIONS ON NUTRITION AND GROWTH OF EPÍFIT ORCHIDS

ABSTRACT - The commercial production of orchids is a prominent activity in the world floriculture, however there is a lack of information regarding the management and recommendation of the fertilization regarding the proportions of nitrate and ammonium as a source of nitrogen and application of beneficial elements such as silicon. Foliar silicon may benefit and in excess may impair the growth of orchids depending on the source and the concentration of the element in the solution. The adequate growth of epiphytic orchids depends on the ratio of ammonium and nitrate used as a source of nitrogen, however, there is no information on the long-term effect. Therefore, two experiments were carried out with two epiphytic orchids in each experiment: *Phalaenopsis* Golden Peoker and *Dendrobium* Valentine. The plants were grown in plastic trays with dry *Sphagnum* and kept in a greenhouse receiving nutrient solution in the first six months, then transplanted to individual plastic vessels (0.9 L) and applied treatments. Experiment 1 was a 5x3 factorial scheme with five concentrations of Si (control: 14.3, 28.6, 42.9 and 57.2 mmol L⁻¹) and three sources (monosilicic acid, potassium silicate and sodium potassium silicate) with five replicates and in a completely randomized design. After 18 months of application of Si, the accumulation of: Si, C, N, P, K, Ca, Mg and S in aerial part was evaluated in the two species; lignin and protein content and biometric variables. In experiment 2, the treatments were five proportions of nitrate / ammonium (0/100, 25/75, 50/50, 75/25, 100/0) with five replicates arranged in a completely randomized design. The sources of nitrate and ammonium were calcium nitrate and ammonium sulfate, respectively. After 12 months of the beginning of the treatments, when the plants were able to flowering, the accumulation of: N, P, K, Ca and Mg in the shoot and biometric variables were evaluated in the two orchid hybrids. The application of 27 and 16 mmol L⁻¹ of Si (potassium silicate and monosilicic acid) benefited the growth of *Phalaenopsis* and *Dendrobium*, respectively. Foliar application of Si influenced nutrient uptake, green color index and C: N: P stoichiometry in *Phalaenopsis* and *Dendrobium*; and the lignin and protein content in *Phalaenopsis*. The proportion of 39% and 49% of ammonium in the nutrient solution benefited the growth of *Phalaenopsis* and *Dendrobium*, respectively. The application of high proportions of ammonium decreased nutrient absorption, green color index and increased leakage of electrolytes in *Phalaenopsis* and *Dendrobium*. Ammonium ratios greater than 75% over 18 months caused toxicity in *Phalaenopsis* and *Dendrobium*.

Key words: Orchidaceae, Si toxicity, stoichiometry, nitrogen fertilization, ammonium toxicity

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de orquídeas é um negócio internacional que representa cerca de 8% do mercado mundial de plantas ornamentais e tem o potencial de alterar a economia de um país (CHUGH et al., 2009). A orquidicultura evoluiu para uma atividade importante, pois representa uma das atividades mais economicamente significativas na indústria viveirista global (TEIXEIRA da SILVA, 2013); as orquídeas são comercializadas como plantas de vaso e como flor de corte, apresentando grande durabilidade (LORENZI; SOUZA, 2001).

As espécies de orquídeas apresentam demandas nutricionais específicas, no entanto, a maioria dos produtores utiliza os adubos convencionais disponíveis no mercado, desenvolvidos visando atender às culturas de produção de alimentos (TAKANE; YANAGISAWA; PIVETTA, 2010).

Fica evidente a necessidade de pesquisas para atender as necessidades nutricionais das orquídeas especialmente de silício e de nitrogênio.

O silício é considerado elemento benéfico com potencial de promover melhorias no crescimento e desenvolvimento de algumas culturas. No entanto, o elemento pode diminuir o crescimento das plantas (LUZ et al., 2006) como em orquídeas (*Hadrolaelia*) (SOARES et al., 2008), mas é pouco conhecido em *Phalaenopsis* e *Dendrobium*.

Foi verificado que as orquídeas do gênero *Phalaenopsis* tem o crescimento alterado pelo fornecimento de silício (ZHOU, 1995; VENDRAME et al., 2010), entretanto não é conhecida a concentração do elemento e fonte adequada para nutrição foliar no cultivo de orquídeas a longo prazo.

A adubação nitrogenada é uma prática imprescindível para o cultivo de orquídeas, mas pouco se sabe quanto às proporções ideais de nitrato e amônio que devem ser fornecidas. Não existe recomendação da proporção ideal de nitrato e amônio durante o ciclo total de produção de orquídeas até a floração, apenas os resultados de experimentos em períodos restritos de crescimento para *Dendrobium* Sonia 'Ear Sakul' (RUAMRUNGSRI et al., 2014) *Phalaenopsis* (WANG, 2008) e *Cymbidium* (PIENAAR; COMBRINK, 2007).

Frente ao exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a resposta de orquídeas epífitas em função da aplicação de silício via foliar em diferentes concentrações e fontes; e determinar a melhor proporção de nitrato e amônio no cultivo de orquídeas epífitas de importância econômica durante a fase de crescimento e desenvolvimento das mudas até a pré floração.

5 CONCLUSÃO

O efeito benéfico do Si ocorre com a aplicação de 27 e 16 mmol L⁻¹ de Si (silicato de potássio e ácido monossilícico) para *Phalaenopsis* e *Dendrobium*, respectivamente.

A aplicação de Si em concentrações maiores do que 39 e 18 mmol L⁻¹ nas orquídeas *Phalaenopsis* e *Dendrobium*, respectivamente, durante 18 meses consecutivos provocou toxidez de Si nas plantas sem alterar o vazamento de eletrólitos.

Para o máximo crescimento e adequada nutrição das orquídeas, a solução nutritiva deve ter no máximo 39% e 49% de amônio para *Phalaenopsis* e *Dendrobium*, respectivamente.

A toxidez de amônio difere entre os gêneros de orquídeas, sendo a *Phalaenopsis* mais sensível ao amônio do que *Dendrobium*.

6 REFERÊNCIAS

- ALI, S.; FAROOQ, M. A.; YASMEEN, T.; HUSSAIN, S.; ARIF, M. S.; ABBAS, F.; BHARWANA, S. A.; ZHANG, G. The influence of silicon on barley growth, photosynthesis and ultra-structure under chromium stress. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Maryland Heights, v. 89, n. 1, p. 66–72, 2013.
- AMARAL, T. L.; JASMIM, J. M.; ARAÚJO, J. S. D. P.; THIÉBAUT, J. T. L.; COELHO, F. C.; FREITAS, C. B. D. Adubação de orquídeas em substratos com fibra de coco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 11-19, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000100001>>. Acesso em: 21 set. 2016.
- ANTHURA, B. Y. **Cultivation guide *Phalaenopsis* knowledge for professionals**. Bleiswijk: Anthura, 2005. 176 p.
- ARDITTI, J. **Fundamentals of orchid biology**. New York: John Wiley & Sons, 1992. 691 p.
- ARDITTI, J.; ERNEST, R. **Micropropagation of orchids**. New York: John Wiley, 1993. 682 p.
- ARNOZIS, P. A.; NELEMANS, J. A.; FINDENEGG, G. R. Phosphoenolpyruvate carboxylase activity in plants grown with either NO₃⁻ or NH₄⁺ as inorganic nitrogen source. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 132, p. 23-27, 1988.
- ÁVILA, F. W.; BALIZA, D. P.; FAQUIN, V.; ARAÚJO, J. L. RAMOS, S. J. Interação entre silício e nitrogênio em arroz cultivado sob solução nutritiva. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 184-190, 2010.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO, J. R. W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).
- BIJLSMA, R. J.; LAMBERS, H.; KOOIJMAN, S. A. L. M. A dynamic whole-plant model of integrated metabolism of nitrogen and carbon. 1. Comparative ecological implications of ammonium-nitrate interactions. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 220, p. 49-69, 2000.
- BITTSÁNSZKY, A.; PILINSZKY, K.; GYULAI, G.; KOMIVES, T. Overcoming ammonium toxicity. **Plant Science**, Shannon, v. 231, p. 184-190, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.12.005>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

BORGOGNONE, D.; COLLA, G.; ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; REA, E.; SCHWARZ, D. Effect of nitrogen form and nutrient solution pH on growth and mineral composition of self-grafted and grafted tomatoes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 149, n. 1, p. 61-69, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.02.012>>. Acesso em: 21 set. 2016.

BOTELHO, D. M. S.; POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; CARVALHO, J. G.; BOTELHO, C. E.; SOUZA, P. E. Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 6, p. 582-588, 2005.

BRITTO, D. T.; KRONZUCKER, H. J. NH_4^+ toxicity in higher plants: a critical review. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 159, p. 567–584. 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1078/0176-1617-0774>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

CAMARGO, M. S. de; KORNDÖRFER, G. H.; WYLER, P. Silicate fertilization of sugarcane cultivated in tropical soils. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 167, p. 64-75, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2014.07.009>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

CAMPOS, C. N. S. **Silício e excesso de amônio e de nitrato em plantas de cana-de-açúcar e de pepino**. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

CAMPOS, C. N. S.; PRADO, R. M.; CAIONE, G.; DE LIMA NETO, A. J.; MINGOTTE, F. A. L. C. Silicon and excess ammonium and nitrate in cucumber plants. **African Journal of Agricultural Research**, Victoria Island, v. 11, n. 4, p. 276-283, 2016.

CARDOSO, J. C. *Dendrobium* ‘Brazilian Fire 101’ - New option of color of flowers for the orchid market. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 561-564, 2012.

CARRIGAN, L.; FREY, K. J. Root volumes of Avena species. **Crop Science**, Madison, v. 20, p. 407-408, 1980. Disponível em: <[doi:10.2135/cropsci1980.0011183X002000030034x](https://doi.org/10.2135/cropsci1980.0011183X002000030034x)>. Acesso em: 26 jan. 2016.

CARVALHO, P. R.; FARIA, R. T.; FONSECA, I. C. B.; JUNIOR, O. A. "Efeito do silício na qualidade de flores de *Dendrobium nobile* (Orchidaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1615-1622. 2013.

CHEN, W.; LOU, J. K.; SHEN, Q. R. Effect of NH_4^+ -N/ NO_3^- -N ratios on growth and some physiological parameters of chinese cabbage cultivars. **Pedosphere**, Nanjing, v. 15, p. 310–318. 2005.

CHEN, J.; CLADWELL, R. D.; ROBINSON, C. A.; STEINKAMP, R. Let's put the Si back into soil—Part II. **Greenhouse Product News**, DesPlaines, v. 11, p. 44–47, 2001.

CHUGH, S.; GUHA, S.; RAO, U. Micropropagation of orchid: a review on the potential of different explants. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 122, n. 4, p. 507-520, 2009.

CRUZ, C.; DOMÍNGUEZ-VALDIVIA, M. D.; APARICIO-TEJO, P. M.; LAMSFUS, C.; BIO, A.; MARTINS-LOUÇÃO, M. A.; MORAN, J. F. Intra-specific variation in pea responses to ammonium nutrition leads to different degrees of tolerance. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 70, n. 2-3, p. 233-243. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.09.014>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in agriculture. Studies in plant science**. Amsterdam: Elsevier, 2001. 403 p.

DEMATTE, J. B.; DEMATTE, M. E. S. P. Estudos hídricos com substratos vegetais para o cultivo de orquídeas epífitas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 11, p. 803-808, 1996.

DIONISIO-SESE, M. L.; TOBITA, S. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. **Plant Science**, Shannon, v. 135, p. 1-9, 1998.

DONG, C. X.; SHEN, Q. R.; WANG, G. Tomato growth and organic acid changes in response to partial replacement of NO_3^- -N by NH_4^+ -N. **Pedosphere**, Nanjing, v. 14, p. 159-164. 2004.

DRESSLER, R. L. How many orchid species? **Selbyana**, Sarasoto, v. 26, p. 155-158, 2005.

DRESSLER, R. L. **Phylogeny and classification of the orchid family**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 314 p.

DUAN, X.; TANG, M.; WANG, W. Effects of silicon on physiology and biochemistry of *Dendrobium moniliforme* plantlets under cold stress. **Agricultural Biotechnology**, Craston, v. 2, n. 3, p. 18-21, 2013.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641-664, 1999.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**, 2nd ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2005.

ESTEBAN, R.; ARIZ, I.; CRUZ, C.; MORAN, J. F. Review: Mechanisms of ammonium toxicity and the quest for tolerance. **Plant Science**, Shannon, v. 248, p. 92-101, 2016.

FARIA, R. J. **Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo**. 2000. 47 p. Tese (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

FERREIRA, W. M.; SUZUKI, R. M. O cultivo *in vitro* de orquídeas como alternativa para a preservação de espécies nativas ameaçadas de extinção. In: LOIOLA, M. I. B.; BASEI, I. G.; LICHSTON, A. J. E. (Org.). **Atualidades, desafios e perspectiva da botânica no Brasil**. Natal: SBB, 2008. p. 67-68.

FLECK, A. T.; SCHULZE, S.; HINRICHS, M.; SPECHT, A.; WAßMANN, F.; SCHREIBER, L.; SCHENK, M. K. Silicon promotes exodermal casparian band formation in Si-accumulating and Si-excluding species by forming phenol complexes. **PloS one**, San Francisco, v. 10, n. 9, e0138555, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0138555>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

FLORAHOLLAND. 2013. Prijsinformatie FloraHolland week 30. 17 Sept. 2013. Disponível em: <<http://www.floraholland.com/media/1773468/Prijsinformatieweek30.PDF>>. Acesso em: 22 maio 2015.

FRIDOVICH, I. Biological effects of the superoxide radical. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Maryland Heights, v. 247, n. 1, p. 1-11, 1986.

GUO, W. J.; LIN, Y. Z.; LEE, N. Photosynthetic light requirements and effects of low irradiance and daylength on *Phalaenopsis amabilis*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 137, n. 6, p. 465-472, 2012.

HACHIYA, T.; TERASHIMA, I.; NOGUCHI, K. Increase in respiratory cost at high growth temperature is attributed to high protein turnover cost in *Petunia x hybrida* petals. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 30, n. 10, p. 1269-1283, 2007.

HACHIYA, T.; WATANABE, C. K.; FUJIMOTO, M.; ISHIKAWA, T.; TAKAHARA, K.; KAWAI-YAMADA, M.; NOGUCHI, K. Nitrate addition alleviates ammonium toxicity without lessening ammonium accumulation, organic acid depletion and inorganic cation depletion in *Arabidopsis thaliana* shoots. **Plant and Cell Physiology**, Oxford, v. 53, n. 3, p. 577-591, 2012.

HENRIET, C.; DRAYE, X.; OPPITZ, I.; SWENNEN, R.; DELVAUX, B. Effects, distribution and uptake of silicon in banana (*Musa spp.*) under controlled conditions. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 287, n. 1, p. 359-374, 2006.

HESS, D. C.; LU, W.; RABINOWITZ, J. D.; BOTSTEIN, D. Ammonium toxicity and potassium limitation in yeast. **Public Library of Science Biology (PLOS Biology)**, San Francisco, v. 4, n. 11, p. 351-355, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.0040351>>. Acesso em: 9 jun. 2016.

HEW, C. S.; YONG, J. W. H. **The physiology of tropical orchids in relation to the industry**. Singapore: World Scientific, 2004. 17 p.

HOOPEN, F.; CUIN, T. A.; PEDAS, P.; HEGELUND, J.N.; SHABALA, S.; SCHJOERRING, J. K.; JAHN, T. P. Competition between uptake of ammonium and potassium in barley and *Arabidopsis* roots: molecular mechanisms and physiological consequences. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 61, p. 2303-2315, 2010.

HORCHANI, F.; HAJRI, R.; ASCHI-SMITI, S. Is the sensitivity to ammonium nutrition related to nitrogen accumulation? **Current Botany**, Vidyanagar, v. 2, n. 2, p. 18-22, 2011.

HUANG, L.; LU, Y.; GAO, X.; DU, G.; MA, X.; LIU, M.; GUO, J.; CHEN, Y. Ammonium-induced oxidative stress on plant growth and antioxidative response of duckweed (*Lemna minor* L.) **Ecological Engineering**, Amsterdam, v. 58, p. 355-362, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.06.031>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

ISHIKAWA, S.; ANDO, S.; SAKAIGAICHI, T.; TERAJIMA, Y.; MATSUOKA, M. Effects of high nitrogen application on the dry matter yield, nitrogen content and nitrate-N concentration of sugarcane. **Soil Science and Plant Nutrition**, Singapore, v. 55, n. 4, p. 485-495, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-0765.2009.00381.x>>. Acesso em: 4 jun. 2016.

IVANOVA, M.; STADEN, J. V. Nitrogen source, concentration, and $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ratio influence shoot regeneration and hyperhydricity in tissue cultured *Aloe polyphylla*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 99, n. 2, p. 167-174, 2009.

JAMPEETONG, A.; BRIX, H.; KANTAWANICHKUL, S. Effects of inorganic nitrogen forms on growth, morphology, nitrogen uptake capacity and nutrient allocation of four tropical aquatic macrophytes (*Salvinia cucullata*, *Ipomoea aquatica*, *Cyperus involucratus* and *Vetiveria zizanioides*). **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 97, n. 1, p. 10-16, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2011.10.004>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

JIAO-JING, L.; SHAO-HANG, L.; PEI-LEI, X.; XIU-JUAN, W.; JI-GANG, B. Effects of Exogenous Silicon on the Activities of Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxidation in Chilling-Stressed Cucumber Leaves. **Agricultural Sciences in China**, Beijing, v. 8, n. 9, p. 1075-1086, 2009. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60315-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60315-6)>. Acesso em: 10 jan. 2017.

JÚNIOR, L. A. Z.; ALVAREZ, V. H.; CARVALHO-ZANÃO, M. P.; FONTES, R. L. F.; GROSSI, J. A. S. Produção de rosas influenciada pela aplicação de doses de silício no substrato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1611-1619, 2013.

JÚNIOR, S. **Relação amônio e nitrato, mitigação da toxicidade amoniacal com silício e curva de acúmulo de nutrientes em mudas de maracujazeiro**. 2015. 69 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2015.

KAMENIDOU, S.; CAVINS, T. J.; MAREK, S. Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse *Zinnia* production. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 119, n. 3, p. 297-301, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.012>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

KAMENIDOU, S.; CAVINS, T. J.; MAREK, S. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 123, p. 390–394, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.012>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

KIYUNA I.; FRANCISCO, V. L. F. S.; COELHO, P. J.; CASER, D. V.; ASSUMPÇÃO, R. D.; ÂNGELO, J. A. Floricultura brasileira no início do século XXI: o perfil do produtor. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, p. 14-31, 2004.

KOCHANOVÁ, Z.; JAŠKOVÁ, K.; SEDLÁKOVÁ, B.; LUXOVÁ, M. Silicon improves salinity tolerance and affects ammonia assimilation in maize roots. **Biologia**, Berlim, v. 9, n. 69, p. 1164-1171. 2014.

KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicato de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: UFU, 2004. 23 p. (Boletim técnico, 1).

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2004. (Boletim Técnico, 2).

LAVARACK, B.; LAVARACK, P. S.; HARRIS, W.; STOCKER, G. **Dendrobium and its Relatives**. Portland: Timber Press, 2006. 287 p.

LEI, H. Y. **Changes of mineral composition and fertilizer requirement of Phalaenopsis during reproductive stages**. 2007. Tese (Mestrado em Agronomia) - National Taiwan University, Taipei, 2007.

LI, B.; LI, G.; KRONZUCKER, H. J.; BALUSKA, F.; SHI, W. Ammonium stress in Arabidopsis: signaling, genetic loci, and physiological targets. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v. 19, n. 2, p. 107-114, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2013.09.004>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

LIU, X. J.; XU, Z. S.; ZHANG, N. N. Effects of different culture media on the growth of Indian sandalwood (*Santalum album* L.) seedlings in Zhanjiang, Guangdong, southern China. **Forestry Studies in China**, Beijing, v. 11, n. 2, p. 132-138, 2009.

LOOTENS, P.; HEURSEL, J. Irradiance, temperature and carbon dioxide enrichment affect photosynthesis in Phalaenopsis hybrids. **HortScience**, St. Joseph, v. 33, n. 7, p. 1183–1185, 1998.

LORENZI, H., SOUZA, H. **Plantas ornamentais no Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001. 1088 p.

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**, Brasília, DF, v. 24, n. 3, p. 295-300, 2006.

MA, J. F. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. **Soil Science and Plant Nutrition**, Singapore, v. 50, n. 1, p. 11-18, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/00380768.2004.10408447>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

MANTOVANI, C.; PRADO, R. M.; PIVETTA, K. F. L.; Foliar diagnosis in *Phalaenopsis* orchid plants subjected to application of nitrogen. **African Journal of Agricultural Research**, Victoria Island, v. 10, n. 53, p. 4906-4912, 2015.

MARCUSSI, S. A. **Escória de siderurgia como material corretivo e fonte de silício para a cultura do milho no estado de São Paulo**. 2010. 90f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2010.

MARSCHNER, H. Nutritional physiology. In: _____ Mineral nutrition of higher plants. (Ed). London: Academic Press Limited, 1995. p. 18-30; 313-63.

MATEOS-NARANJO, E.; ANDRADES-MORENO, L.; DAVY, A. J. Silicon alleviates deleterious effects of high salinity on the halophytic grass *Spartina densiflora*. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 63, n. 1, p. 115-121, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi: 10.1016/j.plaphy.2012.11.015>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

MATSUMOTO, H.; TAMURA, K. Respiratory stress in cucumber roots treated with ammonium or nitrate nitrogen. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 60, n. 2, p. 195– 204, 1981.

MCWILLIAMS, E. L. Comparative rates of dark CO₂ uptake and acidification in Bromeliaceae, Orchidaceae and Euphorbiaceae. **Botanical Gazette**, Hanover, v. 131, n. 4, p. 285–290, 1970.

MENDOZA-VILLARREAL, R.; VALDEZ-AGUILAR, L. A.; SANDOVAL RANGEL, A.; ROBLEDO-TORRES, V.; BENAVIDES-MENDOZA, A. Tolerance of *Lisianthus* to high ammonium levels in rockwool culture. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 38, n. 1, p. 73-82, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2014.920379>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

MILES, K. Growing oncidium equitant. **Bulletin of the American. Orchidean Society**, New York, v. 51, p. 155-169, 1982.

NAIK, S. K.; USH, T.; ARATHI, D. B.; DEVADAS, R.; PAL, R.; MEDHI, R. P. Status of mineral nutrition of orchid - a review. **Journal of Ornamental Horticulture**, New Delhi, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2009.

NAIR, U. S.; RAJEEVAN, P. K.; VASALAKUMARI, P. K.; SOBHANA, A. Backbulb as a source of nutrients for developing shoots in *Dendrobium*. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON INDIAN FLORICULTURE IN THE NEW MILLENIUM, 2002, New Delhi. **Proceedings...** IARI, New Delhi: Indian Society of Ornamental Horticulture, 2002.

NETO, A. E. F.; BOLDRIN, K. V. F.; MATTSON, N. S. Nutrition and Quality in Ornamental Plants. **Ornamental Horticulture**, v. 21, n. 2, p. 139-150, 2015.

NG, C. K. Y.; HEW, C. S. Orchid pseudobulbs—false bulbs with a genuine importance in orchid growth and survival. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 83, n. 3, p. 165-172, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00084-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00084-9)>. Acesso em: 10 nov. 2016.

NOVAIS, R. F.; RODRIGUES, D. T. Nutrição e fertilização de orquídeas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 2004, Viçosa, MG. **Palestras e Mesas Redondas...** Viçosa: Sociedade Botânica do Brasil, 2004. 1 CDROM.

OLIVEIRA, J. T.; CAMPOS, V. B.; CHAVES, L. H.; GUEDES FILHO, D. H. Crescimento de cultivares de girassol ornamental influenciado por doses de silício no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 123-128, 2013.

OTA, K.; MORIOKA, K.; YAMANOTO, Y. Effects of leaf age, inflorescence, temperature, light intensity and moisture conditions on CAM photosynthesis in *Phalaenopsis*. **Journal of the Japanese Society Horticulture Science**, Tokyo, v. 60, p. 125-132, 1991.

PIENAAR, D.; COMBRINK, N. J. J. The effects of N-source, shading and root zone cooling on two *Disa* hybrids. **South African Journal of Plant and Soil**, Pretoria, v. 24, n. 3, p. 166-171, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/02571862.2007.10634801>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

PRADO, R. M. Nitrogênio. In: _____. **Nutrição de plantas**. Jaboticabal: Editora UNESP, 2008. p. 83-120.

PRIDGEON, A. **The illustrated encyclopedic of orchids**. Austrália: Lansdowne Publishing Pty Ltd., 2001. 304 p.

RADOMSKI, M. I. **Teores foliares de silício, taninos e lignina, em *Maytenus ilicifolia* Martius ex Reiss. (espinheira-santa), em função de variáveis ambientais e genéticas**. 2006. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2006.

RAHAYU, S. 1980. Absorption and transport of phosphorous through *Phalaenopsis* leaf and root. In: **Proceedings III ASEAN Orchid Congress**. Malaysia, 1980. p. 37-48.

RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; SOARES, J. M.; CASELA, C. R. The influence of silicone on components of resistance of anthracnose in susceptible and resistant sorghum lines. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 124, n. 3, p. 533-541, 2009.

REYNOLDS, O. L.; KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. Silicon-augmented resistance of plants to herbivorous insects: a review. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 155, p. 171-186, 2009.

ROBERTS, D. L.; DIXON, K. W. Orchids. **Current Biology**, London, v. 18, n. 8, p. 325-329, 2008.

ROCHA, L. C. M.; PRADO, R. M.; ALMEIDA, T. B. F. Efeito residual da escória de siderurgia como fonte de silício para cultura do sorgo. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 18, n. 2, p. 101-115, 2011.

RODRIGUES, D. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; DIAS, J. M. M.; VILLANI, E. M. A. Orchid growth and nutrition in response to mineral and organic fertilizers. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1609-1616, 2010.

ROOSTA, H. R.; SAJJADINIA, A.; RAHIMI, A.; SCHJOERRING, J. K. Responses of cucumber plant to NH_4^+ and NO_3^- nutrition: the relative addition rate technique vs. cultivation at constant nitrogen concentration. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 121, n. 4, p. 397-403, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2009.03.004>>. Acesso em: 21 set. 2016.

ROTHSTEIN, D. E.; CREGG, B. M. Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of Fraser fir (*Abies fraseri*). **Forest Ecology and Management**, v. 219, n. 1, p. 69-80, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2005.08.043>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

RUAMRUNGSRI, S.; KHUANKAEW, T.; OHYAMA, T.; SATO, T. Nitrogen Sources and its Uptake in Dendrobium Orchid by ^{15}N Tracer Study. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ORCHIDS AND ORNAMENTAL PLANTS, 2014, Leuven. **Proceedings...** Leuven: International Society for Horticultural Science, 2014. v. 1025, p. 207-211.

SARASKETA, A.; GONZÁLEZ-MORO, M. B.; GONZÁLEZ-MURUA, C.; MARINO, D. Exploring ammonium tolerance in a large panel of *Arabidopsis thaliana* natural accessions. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 65, n. 20, p. 6023-6033, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/jxb/eru342>>. Acesso em: 19 fev. 2016.

SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 1, p. 231-233, 1975.

SCHALLER, J.; BRACKHAGE, C.; GESSNER, M. O.; BÄUKER, E.; GERTDUDEL, E. Silicon supply modifies C: N: P stoichiometry and growth of *Phragmites australis*. **Plant Biology**, West Sussex, v. 14, n. 2, p. 392-396, 2012.

SCHELPE, S.; STEWART, J. **Dendrobiums**: an introduction to the species in cultivation. Stour Provost: Orchid Sundries, 1990.

SCHOELYNCK, J.; BAL, K.; BACKX, H.; OKRUSZKO, T.; MEIRE, P.; STRUYF, E. Silica uptake in aquatic and wetland macrophytes: a strategic choice between silica, lignin and cellulose? **New Phytologist**, West Sussex, v. 186, n. 2, p. 385-391, 2010.

SHEN, Q. R.; TANG, L.; XU, Y. C. A review on the behavior of nitrate in vacuoles of plants. **Acta Pedologica Sinica**, Kunming, v. 40, p. 465-470, 2003.

SHI, Y.; WANG, Y.; FLOWERS, T. J.; GONG, H. Silicon decreases chloride transport in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 170, n. 9, p. 847-853, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2013.01.018>>. Acesso em: 21 set. 2016.

SIDDIQI, M. Y.; MALHOTRA, B.; MIN, X.; GLASS, A. D. M. Effects of ammonium and inorganic carbon enrichment on growth and yield of a hydroponic tomato crop. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 165, n. 2, p. 191-197, 2002.

SIDDIQI, M. Y.; GLASS, A. D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 4, n. 3, p. 289-302, 1981.

SILVA, E. F. **Multiplicação e crescimento *in vitro* de orquídeas *Brassiocatleya Pastoral X Laeliocattleya Amber Glow***. 2003. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SILVA, D.; QUEIROZ, A. D. **Análise de alimentos**: (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ, 2002. 235 p.

SILVA, P. C. C.; COUTO, J. L.; SANTOS, A. R. Efeito dos íons amônio e nitrato no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 17, n. 1, p. 104-114, 2010.

SIVANESAN, I.; PARK, S. W. The role of silicon in plant tissue culture. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 5, p. 571, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00571>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

SIVANESAN, I.; SON, M. S.; SOUNDARARAJAN, P.; JEONG, B. R. Growth of Chrysanthemum Cultivars as Affected by Silicon Source and Application Method. **Kor. Journal of Horticultural Science Technology**, Suweon, v. 31, n. 5, p. 544-551, 2013.

SMITH, F. A.; RAVEN, J. A. Intracellular pH and its regulation. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 30, n. 1, p. 289-311, 1979.

SOARES, J. D. R.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A.; VILLA, F.; CARVALHO, J. D. Adubação com silício via foliar na aclimatização de um híbrido de orquídea. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 626-629, 2008.

SOUNDARARAJAN, P.; SIVANESAN, I.; JANA, S.; JEONG, B. R. Influence of silicon supplementation on the growth and tolerance to high temperature in *Salvia splendens*. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, New York, v. 55, n. 4, p. 271-279, 2014.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG II. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. p. 114-138.

SOYLEMEZOGLU, G.; DEMIR, K.; INAL, A.; GUNES, A. Effect of silicon on antioxidant and stomatal response of two grapevine (*Vitis vinifera* L.) rootstocks grown in boron toxic, saline and boron toxic-saline soil. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 123, n. 2, p. 240-246, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2009.09.005>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

SUSILO, H.; CHANG, Y. C. A. Nitrogen source for inflorescence development in *Phalaenopsis*: II. Effect of reduced fertilizer level on stored nitrogen use. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 139, n. 1, p. 76-82, 2014.

SUTTLEWORTH, F. S.; ZIM, H. S.; DILLON, G. W. **Orquídeas**: guia dos orquidófilos. 5. ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1997. p. 158.

SWIADER, J. M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F. G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal of Plant Nutrition**, v. 17, n. 10, p. 1687-1699, 1994. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01904169409364840>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

TAKANE, R. J.; YANAGISAWA, S. S. **Cultivo moderno de orquídeas: Phalaenopsis**. São Paulo: Cantareira, 2007. 130 p.

TAKANE, R. J.; YANAGISAWA, S. S.; PIVETTA, K. F. L. **Cultivo moderno de orquídeas Cattleya e seus híbridos**. Fortaleza: Graf House, 2010. 179 p.

TEIXEIRA DA SILVA, J. Orchids: advances in tissue culture, genetics, phytochemistry and Transgenic biotechnology. **Floriculture Ornamental Biotechnology**, Isleworth, v. 7, n. 1, p. 1-52, 2013.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, R. P.; SILVA, A. G.; KORNDÖRFER, P. H. Fontes de silício em cultivares de feijão nas safras das águas e da seca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 4, p. 562-568, 2008.

VENDRAME, W. A.; PALMATEER, A. J.; PINARES, A.; MOORE, K. A.; DATNOFF, L. E. Silicon fertilization affects growth of hybrid *Phalaenopsis* orchid liners. **HortTechnology**, Alexandria, v. 20, n. 3, p. 603-607, 2010.

WANG, Y. T. Medium and fertilization affect performance of potted *Dendrobium* and *Phalaenopsis*. **HortTechnology**, Alexandria, v. 5, n. 3, p. 237-237, 1995.

WANG, Y. T. High NO₃-N to NH₄-N ratios promote growth and flowering of a hybrid *Phalaenopsis* grown in two root substrates. **Hortscience**, St. Joseph, v. 43, n. 2, p. 350-353, 2008.

WANG, H. Z.; FENG, S. G.; LU, J. J.; SHI, N. N.; LIU, J. J. Phylogenetic study and molecular identification of 31 *Dendrobium* species using inter-simple sequence repeat (ISSR) markers. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 122, n. 3, p. 440-447, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2009.06.005>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

WARREN, C. R.; ADAMS, M. A. Possible causes of slow growth of nitrate-supplied *Pinus pinaster*. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 32, n. 4, p. 569-580, 2002.

WIESE, H.; NIKOLIC, M.; ROMHELD, V. Silicon in plant nutrition - effects on zinc, manganese and boron leaf concentrations and compartmentation. In: SATTELMACHER, B.; HORST, W. J. (Ed.). **The apoplasto of higher plants: compartment of storage, transport and reactions**. London: Springer, 2007. p. 33-37.

YONEDA, K.; USUI, M.; KUBOTA, S. Effect of nutrition deficiency on growth and flowering of *Phalaenopsis*. **Journal Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 66, p. 141-147, 1997.

YU, Y. C. **Growth response and gene expression profiling in *Phalaenopsis* under nitrogen, phosphorus, and potassium deficiency**. 2012. Tese (Mestrado em Agronomia) - National Taiwan University, Taipei, 2012.

YU, H.; YANG, S. H.; GOH, C. J. Agrobacterium-mediated transformation of a *Dendrobium* orchid with the class 1 *knox* gene *DOH1*. **Plant Cell Reports**, Berlin, v. 20, n. 4, p. 301-305, 2001.

ZHAO, D.; HAO, Z.; TAO, J.; HAN, C. Silicon application enhances the mechanical strength of inflorescence stem in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 151, p. 165-172, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.12.013>>. Acesso em: 9 dez. 2014.

ZHOU, T. The detection of the accumulation of silicon in *Phalaenopsis* (Orchidaceae). **Annual Botany**, Londres, v. 75, n. 6, p. 605-607, 1995.