



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

VANESSA STEGANI

FERTIRRIGAÇÃO EM ROSA DO DESERTO
Adenium obesum

Londrina
2017

VANESSA STEGANI

FERTIRRIGAÇÃO EM ROSA DO DESERTO

Adenium obesum

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria

Londrina
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Stegani, Vanessa .

Fertirrigação em Rosa do Deserto (*Adenium obesum*) / Vanessa Stegani. - Londrina, 2017.

67f.

Orientador: Ricardo Tadeu de Faria.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2017.

Inclui bibliografia.

1. *Adenium obesum* - Tese. 2. Nutrição Mineral - Tese. 3. Solução Nutritiva de Sarruge - Tese. 4. Nitrato/Amônio - Tese. I. de Faria, Ricardo Tadeu . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

VANESSA STEGANI

FERTIRRIGAÇÃO EM ROSA DO DESERTO

Adenium obesum

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Doutora em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Marcibela Stulp
Instituto Federal do Paraná – IFPR

Profa. Dra. Christina da Silva Wanderley
Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL

Prof. Dr. Guilherme Biz
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Mauren Sorace
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Londrina, 15 de dezembro de 2017.

Eu dedico toda a minha gratidão e amor à minha mãe, Maria Ap. S. Stegani, por tudo que sou, pois incondicionalmente sempre esteve ao meu lado, apoiando, incentivando e principalmente orando para que eu conseguisse concluir mais essa etapa da minha vida profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar a vida e colocar anjos no meu caminho que me ajudaram a chegar aonde cheguei.

À minha família, ao meu pai Valentim, à minha mãe Cida, e aos meus irmãos George, Felipe e Barbara que sempre estiveram ao meu lado apoiando, incentivando, orando, cuidando do meu filho e até ajudando na parte prática dos experimentos.

Ao meu marido, Onivaldo Flores Junior pelo apoio nos momentos de dificuldades.

Ao meu orientador Professor Dr. Ricardo Tadeu de Faria, não só pela orientação neste trabalho, mas, sobretudo pelo pai que foi me estendendo as suas mãos nos momentos mais difíceis da minha vida e por nunca ter desistido de mim.

Ao meu AMIGO Guilherme Augusto Cito Alves, que esteve do início ao fim deste trabalho ao meu lado, me ajudando de todas as formas. Sem você com certeza eu não chegaria até aqui.

Aos técnicos do Laboratório de Solos Marcio e João, por auxiliar nas análises de tecidos, e ao Professor Dr. Osmar Rodrigues Brito que permitiu o uso do laboratório.

Aos meus colegas de laboratório Ronan Carlos Colombo e Thadeu Rodrigues de Melo por se prontificarem a esclarecer minhas dúvidas e me auxiliar na interpretação dos resultados, e ao Douglas Junior Bertocelli, Rodrigo Thibes Hoshino e Christian Takemura que se dispuseram e ajudaram quando precisei.

Ao produtor de rosa do deserto, Sandro Takemura por ter acreditado no potencial do meu trabalho e ter doado todas as mudas e substratos utilizados neste trabalho.

Ao professor Dr. Guilherme Biz, pela atenção e contribuição na parte estatística deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia pela dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas.

A Universidade Estadual de Londrina e ao programa de Pós-graduação em Agronomia pela estrutura acadêmica, indispensável a minha formação.

A todos os membros da banca avaliadora agradeço imensamente por terem aceitado participar e contribuir com este trabalho.

Ao Instituto Federal do Paraná por conceder o afastamento para que eu pudesse me dedicar integralmente ao doutorado.

E a tantos outros dignos de meu agradecimento que de alguma forma contribuíram para a minha formação pessoal e profissional, bem como para a conclusão desse trabalho. Mesmo que não estejam citados, suas colaborações não foram desprezadas.

STEGANI, Vanessa. **Fertirrigação em Rosa do Deserto *Adenium obesum***: 2017.67f. Thesis (Doctoral Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

O gênero *Adenium obesum* popularmente conhecido como rosa do deserto é uma planta ornamental que vem ganhando destaque no mercado de flores devido ao seu exotismo e formas esculturais do seu cáudice. A nutrição de plantas ornamentais é um importante fator para a obtenção de mudas e flores de qualidade. De modo geral, estudos de nutrição para essas plantas são escassos, em particular para a rosa do deserto, que apresenta um amplo campo para pesquisas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi estudar a fertirrigação em rosa do deserto, estabelecendo concentração da solução nutritiva de Sarruge e determinação da proporção de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ para o crescimento das plantas. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação com 50% de retenção luminosa, em vasos de polipropileno número 2, tendo como substrato uma mistura de areia e pó de pinus compostado (Lupa[®]), na proporção 1:1, (v/v). Estas foram fertirrigadas uma vez por semana e irrigadas diariamente. Para avaliação da concentração da solução nutritiva de Sarruge, no primeiro estudo, foram utilizados os tratamentos (controle; Solução de Sarruge (SS) 25%; SS 50%; SS 75%; SS 100%; 125%; SS 150%; SS 175%), com seis repetições. Para avaliar as proporções de NO_3^- e NH_4^+ , no segundo estudo, foram utilizados os tratamentos (controle, 0/100, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0), com 10 repetições por tratamento. Após 180 dias, as variáveis avaliadas para os dois experimentos foram: altura da parte aérea, diâmetro basal do cáudice, número dos ramos, massa seca de folhas, cáudice e raízes e determinação dos teores e acúmulo de macronutrientes de folha, cáudice e raiz. Dos substratos foram avaliados a condutividade elétrica (CE) e o pH. Para ambos os estudos, os pressupostos do modelo de normalidade e homogeneidade de variância dos erros foram verificados para validar a análise de variância, quando não atendidos os pressupostos, transformou-se os dados ou empregou-se o teste não paramétrico de Kruskal Wallis. Aqueles que atenderam os pressupostos foram utilizados análise de variância e teste de Tukey. A concentração da solução de Sarruge de 150% mostra-se como a mais adequada para a produção de rosas do deserto em vaso, promovendo melhor crescimento e absorção de nutrientes. Recomenda-se para o cultivo de rosa do deserto a aplicação da proporção 25/75 de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, a qual proporciona os melhores resultados para a maioria das características estudadas.

Palavras-chave: *Adenium obesum*. Nutrição mineral. Solução nutritiva de sarruge. Nitrato/Amônio.

STEGANI, Vanessa. **Fertigation in Desert Rose *Adenium obesum***: 2017. 67p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

The genus *Adenium obesum* popularly known as desert rose is an ornamental plant that has been gaining prominence in the flower market due to its exoticism and sculptural forms of its caudice. The nutrition of ornamental plants is an important factor for obtaining quality seedlings and flowers. In general, nutrition studies for these plants are scarce, particularly for the desert rose, which has a wide field of research. In this sense, the objective of this work was to study fertirrigation in desert rose, establishing concentration of the nutritive solution of Sarruge and determination of the proportion of $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ for the growth of the plants. The plants were grown in a greenhouse with 50% light retention in polypropylene pots 2, with a mixture of sand and powder of composite pinus (Lupa ®), in a ratio of 1: 1, (v/v) . These were fertigated once a week and irrigated daily. In order to evaluate the concentration of Sarruge nutrient solution, in the first study, treatments (control; Sarruge Solution (SS) 25%, SS 50%, SS 75%, SS 100%, 125%, SS 150%, SS 175%), with six replicates. To evaluate the proportions of NO_3^- and NH_4^+ , in the second study, treatments (control, 0/100, 25/75, 50/50, 75/25 and 100/0) were used, with 10 replicates per treatment. After 180 days, the variables evaluated for the two experiments were: shoot height, basal diameter of the caudice, number of branches, dry mass of leaves, caudice and roots and determination of macronutrient contents of leaf, caudice and root. From the substrates, the electrical conductivity (EC) and pH were evaluated. For both studies, the assumptions of the normality model and homogeneity of variance of the errors were verified to validate the analysis of variance, when the assumptions were not met, the data were transformed or the nonparametric Kruskal Wallis test was used. Those that met the assumptions were used analysis of variance and Tukey's test. The concentration of the Sarruge solution of 150% is shown to be the most suitable for the production of roses from the potted desert, promoting better growth and nutrient absorption. The application of the 25/75 ratio of $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ is recommended for desert rose cultivation, which provides the best results for most of the characteristics studied.

Key words: *Adenium obesum*. Mineral nutrition. Nutritive solution of sarruge. Nitrate/Ammonium.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	A planta de <i>Adenium obesum</i>	19
Figura 2 –	A flor de <i>Adenium obesum</i> : (A) Produção em cachos. (B) Variação de cores, formas e tamanhos	20
Figura 3 –	O fruto de <i>Adenium obesum</i> : (A) Fruto fechado. (B) Fruto aberto. (C) Semente.....	20
Figura 4 –	Padronização de mudas de rosa do deserto.....	33
Figura 5 –	Crescimento de plantas de rosa do deserto (<i>Adenium obesum</i>), em função das concentrações de solução nutritiva de Sarruge, após 180 dias de cultivo	36
Figura 6 –	Crescimento de plantas de rosa do deserto (<i>Adenium obesum</i>), em função das proporções de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ na solução nutritiva, após 180 dias de cultivo	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Solução 1: Hoagland e Arnon (1950); Solução 2: Sarruge (1975); Solução 3: Castellane e Araújo (1995) e Solução 4: Furlani et al. (1999).....	27
Tabela 2 – Composição química da solução nutritiva estoque, em molar (M), e dos tratamentos, em mL L ⁻¹ , utilizadas nesse estudo, Sarruge, (1975).....	34
Tabela 3 – Médias observadas das características fitométricas: altura da parte aérea (ALT), diâmetro basal do cáudice (DBC), número de ramos (NR), massa seca de folha (MSF), massa seca de cáudice (MSC) e massa seca de raízes (MSR), em função das concentrações de solução nutritiva de Sarruge, no crescimento de rosa do deserto (<i>Adenium obesum</i>), após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016	36
Tabela 4 – Médias observadas para as características pH e condutividade elétrica (CE) do substrato, em função das concentrações de solução nutritiva de Sarruge, no crescimento de rosa do deserto (<i>Adenium obesum</i>), após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016	38
Tabela 5 – Teor de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em folhas, cáudices e raízes de <i>Adenium obesum</i> , em função dos tratamentos (solução nutritiva), após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016.....	40
Tabela 6 – Acúmulo de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em plantas de <i>Adenium obesum</i> , em função dos tratamentos (solução nutritiva), após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016.....	41
Tabela 7 – Composição das soluções nutritivas com as diferentes proporções NO ₃ ⁻ /NH ₄ ⁺ , utilizadas na fertilização de rosa do deserto. Londrina, 2016.....	49
Tabela 8 – Médias observadas para as características: altura da parte aérea (ALT), diâmetro basal do cáudice (DBC), número de ramos (NR), massa seca de folha (MSF), massa seca de cáudice (MSC) e massa seca de raízes (MSR), em função das proporções de nitrato/amônio aplicadas via fertirrigação em plantas de <i>Adenium obesum</i> , Londrina, 2016.....	51

- Tabela 9** – Médias observadas para as características pH e condutividade elétrica (CE) do substrato, em função das proporções de nitrato/amônio aplicadas via fertirrigação em plantas de rosa do deserto (*Adenium obesum*), após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016 53
- Tabela 10** – Acúmulo de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em plantas de *Adenium obesum*, em função das proporções de nitrato/amônio aplicadas via fertirrigação, após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016 54
- Tabela 11** – Teor de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em folhas, cáudice e raízes de *Adenium obesum*, em função das proporções de nitrato/amônio aplicadas via fertirrigação, após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016 55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	FLORICULTURA BRASILEIRA	15
2.2	APOCYNACEAE.....	17
2.3	ROSA DO DESERTO (ADENIUM OBESUM)	18
2.4	NUTRIÇÃO MINERAL EM ORNAMENTAIS	21
2.4.1	Nitrogênio.....	22
2.4.2	Nutrição mineral em Rosa do Deserto	24
2.5	FERTIRRIGAÇÃO EM ORNAMENTAIS	25
2.5.1	Solução Nutritiva.....	26
2.5.1.1	Salinidade e condutividade elétrica.....	28
3	ARTIGOS	30
3.1	SOLUÇÃO NUTRITIVA DE SARRUGE NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ROSA DO DESERTO	30
3.1.1.	Resumo.....	30
3.1.2	Introdução.....	32
3.1.3	Material e Métodos.....	33
3.1.4	Resultados	35
3.1.4.1	Características de crescimento (altura da parte aérea, diâmetro basal do cáudice, número de ramos, massa seca de folhas, cáudice e raízes)	35
3.1.4.2	Teor e acúmulo de macronutrientes nas folhas, cáudices e raízes das plantas de <i>Adenium obesum</i>	37
3.1.4.3	Características do substrato	40
3.1.5	Discussão.....	41
3.1.6	Conclusão	44
3.2	CRESCIMENTO DE ROSA DO DESERTO FERTIRRIGADA COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE NITRATO/AMÔNIO.....	45
3.2.1	Resumo.....	45

3.2.2	Introdução.....	47
3.2.3	Material e Métodos.....	48
3.2.4	Resultados e Discussão	50
3.2.5	Conclusão	56
4	CONCLUSÕES GERAIS	57
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

A floricultura no Brasil vem se expandindo, ganhando qualidade, competitividade e está distribuída por todas às regiões do país, sendo considerada uma das atividades econômicas mais importantes do agronegócio. Existem vários aspectos que contribuem para a expansão do setor, entre eles destacam-se a diversidade climática do país que favorece o cultivo de flores de clima temperado e tropical, conferindo aos produtores oportunidade de atingir o mercado internacional, uma vez que apenas 3% da produção são destinados ao mercado externo, além disso, há grande diversidade de espécies, variedades e materiais propagativos.

A perspectiva para a floricultura é muito positiva, pois o mercado interno tem potencial de crescimento por atender desde datas comemorativas como dia das mães, dia dos namorados, dia internacional da mulher, finados, até ornamentação para casamentos, aniversários, coroas e também ambientação para festas.

Os consumidores sempre buscam por novidades, com isso produtores do setor têm investido no cultivo de novas espécies. No Brasil, o cultivo de rosa do deserto (*Adenium obesum*) é muito recente, sendo encarada como novidade de grande potencial para o mercado brasileiro, por apresentar rusticidade, arquitetura diferenciada e diversas floradas durante o ano.

É uma planta perene originária do sudeste da África e Península Arábica, região caracterizada pelo clima quente e seco. Entretanto, conseguiu se adaptar bem em nosso país, e vem atraindo cada vez mais olhares de apreciadores. Dentre as diversas plantas ornamentais ela vem se destacando no mercado nacional, porém as informações a respeito de seu cultivo são ainda inexpressivas para a espécie.

O sucesso para o cultivo de qualquer planta depende de alguns fatores, como a adubação, a nutrição mineral e o manejo de cultivo. Esses fatores conciliados proporcionam aumento produtivo e conseqüentemente maior rendimento, garantindo competitividade e retorno de investimento ao produtor.

A fertilização é uma técnica de manejo que se destaca por apresentar efeitos diretos sobre a qualidade e padronização, fator este essencial para a floricultura. Porém, no Brasil, a fertilização em flores e plantas ornamentais ainda não está adequadamente padronizada, com isso os produtores se apoiam em padrões de adubação previamente estabelecidos e que na maioria das vezes não refletem a realidade de cada espécie, resultando

na aplicação de doses insuficientes ou excessivas de fertilizantes, ocasionando desequilíbrio nutricional das plantas.

A fertirrigação é uma das técnicas mais eficazes no manejo das fertilizações, devido ao fato de disponibilizar os nutrientes em solução através das irrigações, podendo ser facilmente alterado de acordo com as necessidades e exigências da espécie durante seu ciclo. Entretanto, para que as plantas tenham uma adequada absorção de nutrientes é necessário ter o conhecimento da exigência nutricional da cultura. A curva de acúmulo de nutrientes possibilita entender a demanda de determinado nutriente ao longo do ciclo da cultura, reduzindo assim o risco com aplicações de baixas e altas dosagens de fertilizantes.

Mediante a importância da floricultura no Brasil e a necessidade de disponibilizar informações científicas para os produtores em relação ao manejo nutricional da rosa do deserto, o presente trabalho teve como objetivos:

i - estabelecer uma concentração da solução nutritiva de Sarruge que propicie o melhor crescimento as plantas de rosa do deserto;

ii - determinar a proporção de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, fornecidos por fertirrigação, que permita o melhor crescimento de plantas de rosa do deserto cultivadas em vaso.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FLORICULTURA BRASILEIRA

A floricultura destaca-se no agronegócio por ser um dos setores de maior rentabilidade por área cultivada, envolve múltiplas formas de exploração e cultivo, variando da produção de flores de corte e em vaso, até a produção de sementes, bulbos e mudas de árvores de grande porte e aliada à diversidade climática, possibilita o sucesso na exploração deste mercado (JUNQUEIRA; PEETZ, 2016).

O faturamento brasileiro de flores e plantas ornamentais atingiu, em 2013, o valor de R\$ 5,28 bilhões e elevou-se, em 2014, para R\$ 5,7 bilhões. No ano de 2015, o montante apurado foi composto por R\$ 6,17 bilhões em flores e plantas ornamentais oriundas da produção interna. Para 2016, as estimativas apontaram R\$ 6,64 bilhões, 8% a mais sobre o ano anterior (SEBRAE, 2015).

O Brasil concentra-se essencialmente no mercado interno para o qual direciona 97% da produção de flores e plantas ornamentais. A cadeia produtiva conta com cerca de 8 mil produtores, em propriedades cujo tamanho médio é de 1,8 hectare. Juntos, eles cultivam mais de 350 espécies, somando 3 mil variedades numa área de 14,9 mil hectares, sendo 78,0% deles cultivados a céu aberto, 19,3% sob a proteção de estufas e 2,7% em telados de sombreamento. O mercado de flores é responsável por 215.818 empregos diretos, sendo 78.485 (36,37%) relativos à produção, 8.410 (3,9%) relacionados à distribuição, 120.574 (55,87%) no varejo, 8.349 (3,8%) em outras funções, em maior parte como apoio (IBRAFLOR, 2015).

Os produtores de flores e plantas ornamentais estão distribuídos por regiões, no qual a região Sudeste concentra cerca de 53,3%, enquanto as regiões Sul e Nordeste concentram 28,6% e 11,8% respectivamente, a minoria dos produtores estão distribuídos nas regiões Norte e Centro-Oeste com 3,5% e 2,8% desse total, respectivamente (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

Na região sul, estima-se que o estado do Paraná possua atualmente cerca de 160 produtores de flores e plantas ornamentais que cultivam uma área de 420 hectares, quando não contabilizado entre eles os agentes produtivos do setor de gramas esportivas e ornamentais. No total nacional, a área paranaense cultivada representa 3,1% e o número de produtores, em torno de 2,1% (SEBRAE, 2015).

O Núcleo Regional de Londrina lidera a participação na Floricultura geral, gerando R\$ 36,9 milhões de VBP (Valor Bruto da Produção) e responde a 32,0% do total do estado, junto aos Núcleos Regionais de Curitiba (18,6%), Maringá (15,1%), Cascavel (9,8%), e Toledo (6,9%), estas cinco regiões computam 82,4% do total do VBP. Os dez principais municípios somam 55,9% na renda bruta gerada na Floricultura, destes, quatro se localizam no Núcleo Regional de Londrina. O município de Londrina lidera a participação com um VBP de R\$ 15,8 milhões (13,7%); Cambé (2º), Sertãoópolis (5º) e Centenário do Sul (10º), responderam respectivamente por 7,8%, 4,4% e 3,2% dos valores brutos (SEAB, 2016).

As principais espécies de flores e plantas ornamentais cultivadas no estado são: mudas de árvores para arborização urbana (18,47%), crisântemos em vasos (14,22%), plantas ornamentais perenes para paisagismo e jardinagem (13,27%), outras plantas ornamentais, em geral (13,27%), orquídeas em vasos (8,30%) e rosas (6,51%). No segmento das flores de corte destacam-se: crisântemos em maços (2,90%), flores diversas (5,32%) e gérberas (1,52%), entre outras (SEAB, 2014; JUNQUEIRA; PEETZ; 2015).

Os compradores de flores e plantas ornamentais no Brasil concentram fortemente as suas demandas em algumas datas específicas ao longo do ano, com grande destaque para Dia Internacional da Mulher, Dia das Mães, dos Namorados, dos Pais, da Secretária, Finados, Natal e Réveillon e ornamentação para festas (SEBRAE, 2015).

Considerando a população brasileira, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é possível calcular o consumo médio per capita nacional com flores e plantas ornamentais, tomando por base o faturamento do setor. Se o mesmo indicador for calculado considerando os valores estaduais, a primeira posição no *ranking* nacional pertence ao Distrito Federal, com R\$ 44,23/habitante/ano. Esse valor é 69,5% maior do que a média nacional que ficou em R\$ 26,68 per capita em 2014. A segunda posição surge ocupada pelo estado de Minas Gerais, (R\$ 43,40), seguido pelo Rio de Janeiro (R\$ 41,53), Santa Catarina (R\$ 37,84), São Paulo (R\$ 35,52), Rio Grande do Sul (R\$ 35,34), Goiás (R\$ 32,62) Espírito Santo (R\$ 28,98) Paraná (R\$ 21,94) e Ceará (R\$ 20,99) (NEVES; PINTO, 2015).

O estado do Paraná encontra-se em nono lugar no consumo médio per capita, porém apresenta potencial para expansão do mercado de flores, uma vez que é praticamente abastecido pelo mercado de São Paulo (CEASA/PR, 2010). No município de Londrina existe a Flora Takemura que comercializa sementes, mudas e plantas adultas da rosa do deserto (*Adenium obesum*), para todo o território nacional. Essa espécie é comercializada como flor envasada e sua produção é recente no Brasil, tornando-se uma espécie de valor agregado (COLOMBO, 2015).

2.2 APOCYNACEAE

A família *Apocynaceae* Adans. *sensu lato* possui cerca de 424 gêneros distribuídos em cinco subfamílias e aproximadamente 4.650 espécies, difundidas, principalmente, nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (SIMPSON, 2006). No Brasil ocorrem aproximadamente 70 gêneros e 750 espécies, habitando diversas formações vegetais (SOUZA; LORENZI, 2012).

Essa família é caracterizada por apresentar plantas de hábito arbustivo ou subarbusto eretos, lianas e ervas, mais raramente árvores (EZCURRA, 1981; MORALES, 2005). Apresentam folhas simples, opostas, alternas ou verticiladas, geralmente sem estípulas com ou sem coléteres na lâmina foliar. Inflorescência cimosas, racemosa ou flores solitárias. As flores de *Apocynaceae* são relatadas como complexas e com mecanismos de polinização bastante especializados, tais como forte hercogamia e apresentação secundária de pólen que influencia no aumento da complexidade floral e o nível de especialização dos polinizadores (FALLEN 1985, 1986; LOPES; MACHADO 1999).

A flor apresenta cálice gamossépalo, geralmente 5-partido, lacínias imbricadas, às vezes com coléteres dispostos na base da face interna. Corola gamopétala, dextrorsa ou sinistrorsa, tubular, sub-rotácea, de cores variadas ou urceolada, pré-floração contorcida. Estames cinco, raramente quatro, inseridos no tubo e alternos com os lobos da corola; anteras livres, justapostas ou adnadas à cabeça do estilete. Ovário súpero bicarpelar, uni ou bilocular, apocárpico ou sincárpico; estilete cilíndrico, inteiro ou bifurcado na base. Frutos capsular, folicular ou drupóide, raro bacáceo; seco ou carnosos. Sementes de uma a inúmeras comosas, ariladas, aladas ou nuas (KINOSHITA, 2005; MORALES, 2005).

Segundo Rizzini; Mors, 1995 esta família possui uma ampla utilidade econômica, entre os seus representantes há espécies que são fornecedoras de látex para a produção de borracha (*Landolphia* Beauv.), e as que fornecem látex para o preparo da goma de mascar, como *Macoubea guianensis* Aubl. (piquiá), *Lacmellea pauciflora* (Kuhl.) e *Couma rigida* Müll. Arg. (mucugê) (QUINET; ANDREATA, 2005).

Outras são utilizadas como medicinais tais como do gênero *Rauwolfia* L., utilizado em medicamentos hipotensores e sedativos; *Thevetia peruviana* K. Schum. E *Nerium oleander* L. que possuem glicosídeos cardiotônicos, empregados no tratamento de cardiopatias; *Secondatia floribunda*, conhecida como catuaba e utilizada como afrodisíaco, e *Geissospermum laeve* (Vell.) Miers, com propriedades tônicas e antifebris, sendo os alcalóides de sua casca eficientes hipotensores (RIZZINI; MORS, 1995).

Dentre as utilizações das apocináceas, destacam-se espécies fornecedoras de madeira de boa qualidade, como as perobas (*Aspidosperma* spp.), frutíferas como a mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), nativa dos cerrados, e ornamentais, como a alamanda (*Allamanda* spp.), a espirradeira (*Nerium oleander* L.), a flor de cera (*Hoya* spp.), o jasmim manga (*Plumeria rubra* L.) e a rosa do deserto *Adenium obesum* (RIZZINI; MORS, 1995; SOUZA; LORENZI, 2012; COLOMBO, 2015).

2.3 ROSA DO DESERTO (*Adenium obesum*)

Adenium é derivada do árabe Oddaejn, que significa Aden, nome antigo do Iêmen (McLAUGHLIN; GAROFALO, 2002). Existem 11 ‘espécies’, as quais são classificadas como *A. oleifolium*, *A. swazicum*, *A. boehmianum*, *A. multiflorum*, *A. obesum*, *A. somalense* ‘Nova’ (Tanzânia), *A. somalense*, *A. crispum*, *A. socotranum*, *A. arabicum* e *A. oman* (DIMMITT; JOSEPH; PALZKILL, 2009).

Adenium obesum, popularmente conhecida como rosa do deserto foi descrita pela primeira vez como *Nerium obesum* e reclassificada como *A. obesum* (DIMMITT; JOSEPH; PALZKILL, 2009). Tem origem em uma região caracterizada pelo clima semiárido, encontrada na África Subsaariana, do Sudão ao Quênia e do oeste do Senegal ao sul de Natal e Suazilândia (McLAUGHLIN; GAROFALO, 2002).

Esse gênero agrupa-se como plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas, se deixados crescer livremente podem alcançar alturas superiores a 4,5 m (PATRO, 2013). São caudiciformes ou paucicaules, ou seja, desenvolvem raízes e/ou caules ‘inchados’ que servem como órgãos primários para reserva de água (Figura 1). Apresentam a base do caule espessa e distinta, denominada cáudice, que pode apresentar forma globosa a cônica, estreitando-se antes de dividir em numerosos ramos irregularmente espaçados. Os ramos são lisos, de coloração verde-acinzentada a marrom, com um pequeno arranjo terminal de folhas verdes brilhantes. Nas áreas em que é nativa, os invernos secos e frios são suficientes para a indução de um período de dormência, incluindo a perda das folhas. Porém, em regiões de clima quente e úmido a espécie está sempre verde (DIMMITT; JOSEPH; PALZKILL, 2009).

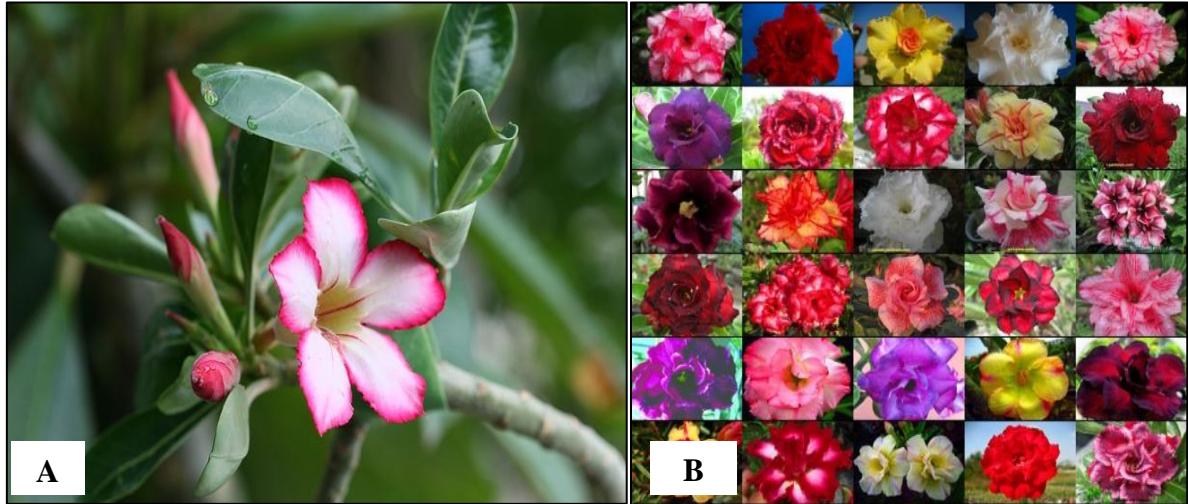
Figura 1- Planta de *Adenium obesum* com três anos de idade.



Fonte: Stegani (2017).

A rosa do deserto pode ser propagada por sementes, estacas e enxertia (ROMAHN, 2012). Dependendo das condições de cultivo, o florescimento em plantas propagadas por sementes ocorre entre oito e doze meses após a sementeira. As flores são produzidas em cachos, no ápice dos ramos, durante a maior parte do ano, geralmente na primavera, tendo ainda a possibilidade de sucessivas florações no verão e outono (PATRO, 2013). Apresentam cinco sépalas e cinco pétalas, fundidas num tubo floral. A coloração varia de profundo vermelho-púrpura, passando pelo rosa e branco (ROMAHN, 2012). No entanto, os cultivares comerciais apresentam várias nuances de cores, formas e tamanho (Figura 2). Os estames são fundidos em forma de cone e as anteras têm suas fendas voltadas para o interior desse cone. As caudas das anteras se sobressaem a partir do ápice do cone e parecem ser as verdadeiras anteras. O estigma está escondido no interior do cone formado pelas anteras, logo abaixo das mesmas (DIMMITT; JOSEPH; PALZKILL, 2009; McBRIDE et al., 2014).

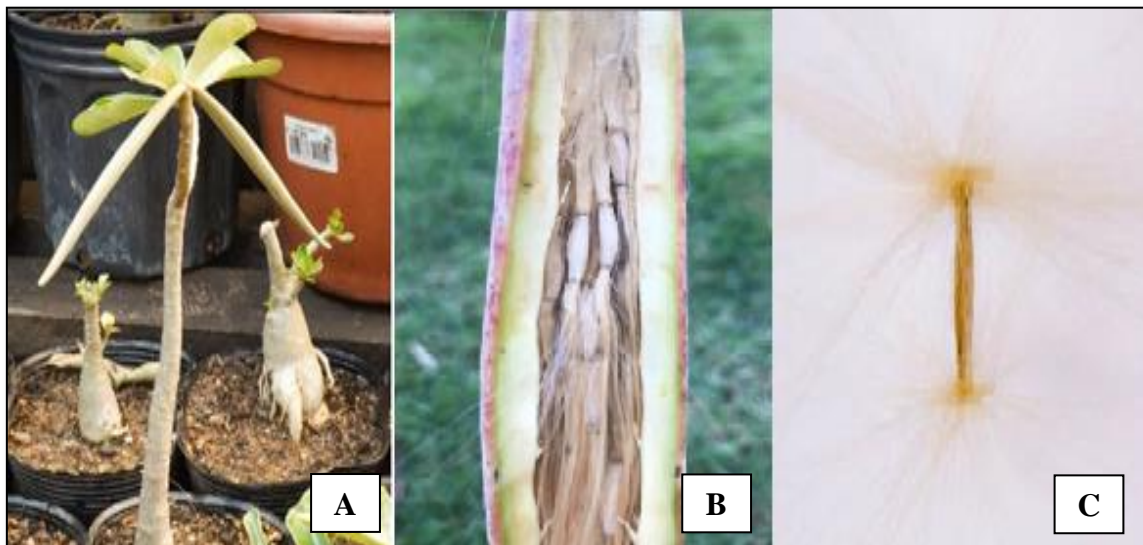
Figura 2 - A flor de *Adenium obesum*: (A) Produção em cachos. (B) Variação de cores, formas e tamanhos.



Fonte: Grade (2016).

O fruto apresenta coloração variável, de cinza a marrom-acinzentado claro (Figura 3), podendo ser margeado de rosa, com tamanho variando de 11,0 cm a 22,0 cm por 0,9 cm a 2,0 cm (PLAIZIER, 1980). São formados aos pares após a polinização e classificados em folículos; quando maduros se abrem longitudinalmente para a liberação das sementes. As sementes são de tom marrom bem claro, levemente rugosas, têm ‘tufo de pêlos’ nas extremidades, o que auxilia a sua dispersão em seu ambiente natural. Não são todas as plantas que produzem sementes em condições de cultivo, uma vez que a polinização, muitas vezes, não é bem sucedida, devido à esterilidade masculina ou feminina (McLAUGHLIN; GAROFALO, 2002).

Figura 3 - O fruto de *Adenium obesum*: (A) Fruto fechado. (B) Fruto aberto. (C) Semente.



Fonte: Takemura (2017).

Em relação ao manejo, a rosa do deserto deve ser cultivada preferencialmente sob sol pleno, ou meia sombra, não tolera o frio abaixo de 10°C, nem encharcamento (McLAUGHLIN, GAROFALO, 2002; BROWN, 2012). O substrato deve ter boa drenagem, Alves (2016) recomenda a utilização de pó de pinus em mistura com areia como substrato para o desenvolvimento da rosa do deserto. Colombo et al., (2017) avaliaram que para a germinação de sementes e crescimento de mudas de rosa do deserto é recomendado o emprego de substratos contendo casca de pinus semi-compostada.

2.4 NUTRIÇÃO MINERAL EM ORNAMENTAIS

O conhecimento das necessidades nutricionais da cultura está intrinsecamente relacionado à adubação, que juntamente com a nutrição, têm importante impacto na qualidade, produtividade e longevidade das inflorescências e da planta. Na floricultura, cuja competição por mercado é intensa, o diferencial de produtividade consiste no manejo adequado desses fatores para uma produção satisfatória (MOTA et al., 2013).

O mercado da floricultura tem como objetivo alcançar padrões de qualidade superiores a partir de sistema produtivo que, além de reduzir os custos de produção, leve em consideração a qualidade final do produto, incluindo padronização e tornando o produtor mais competitivo. Para o adequado desenvolvimento da planta e para obtenção de produtividade satisfatória é essencial à reposição de água e nutrientes em quantidades e momentos oportunos (BECKMANN-CAVALCANTE, 2007).

O sucesso do cultivo, de modo geral, depende de vários fatores, sendo a nutrição um dos principais. O conhecimento da exigência nutricional das plantas é importante para se estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas por meio dos fertilizantes, obtendo assim os melhores rendimentos (ICHINOSE, 2008).

As exigências nutricionais de espécies ornamentais não são ainda bem estabelecidas, as recomendações de adubações no Brasil tem se apoiado, geralmente, no empirismo ou em recomendações de outros países, resultando muitas vezes no uso ineficiente de adubos químicos e orgânicos, sem respeitar as necessidades de cada espécie, bem como a época adequada de aplicação. A aplicação de quantidade insuficiente ou na maioria das vezes excessiva de adubos acaba provocando uma nutrição desbalanceada. Nota-se, a necessidade de se estabelecer o quanto de macro e micronutrientes a planta necessitará para completar seu ciclo produtivo e o momento certo de se aplicarem esses nutrientes (RAIJ, 1993; KÄMPF et al., 2006; NETO et al., 2015).

Pelos critérios de essencialidade, os nutrientes minerais, são igualmente importantes para a produção vegetal, mas existe uma classificação, baseada na proporção em que são exigidos e se acumulam na massa seca das plantas podendo ser macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e micronutrientes ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B), cloro (Cl) e molibdênio (Mo) (MALAVOLTA, 2006).

Os nutrientes minerais exercem função essencial e específica no metabolismo das plantas, desempenhando função estrutural (parte da estrutura de qualquer composto orgânico vital para a planta); constituinte de enzima e, ativador de reações enzimáticas (não faz parte da estrutura, mas pode tanto ativar como inibir sistemas enzimáticos, afetando a velocidade de muitas reações no metabolismo vegetal) (MARSCHNER, 2005).

A produção de matéria seca da planta é utilizada como indicador da intensidade de crescimento, assim o conhecimento dos padrões de acúmulo de matéria seca de uma cultura possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados com a nutrição mineral, conseqüentemente, com a adubação, visto que, a absorção de nutrientes é influenciada pela taxa de crescimento da planta (MARSCHNER, 2005). Para a determinação da composição mineral de plantas é importante saber que os diversos órgãos respondem diferentemente a variações na concentração do nutriente (JONES et al., 1991).

2.4.1 Nitrogênio

Dentre os nutrientes mais estudados, o nitrogênio (N) destaca-se dos demais por ser o elemento mineral requerido em maior quantidade pelas plantas, principalmente na fase ativa de crescimento (MARSCHNER, 2005). A disponibilidade do nutriente afeta diretamente o crescimento da área foliar e a taxa de fotossíntese (MALAVOLTA et al., 1976).

Está relacionado a processos fisiológicos entre os quais a respiração, o desenvolvimento e a atividade das raízes (TAIZ; ZEIGER, 2009). Além disso, o N interfere diretamente no processo fotossintético pela sua participação na molécula de clorofila (ANDRADE et al., 2003). Em muitos sistemas de produção, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (FERNANDES, 2006).

O nitrogênio é necessário para a síntese de aminoácidos, de amins, proteínas e ácidos nucléicos, também faz parte da molécula de clorofila e, a quantidade relativa de nitrogênio nas plantas reflete a relação entre proteínas e carboidratos estocados e também o tipo e qualidade de crescimento e florescimento (MARSCHNER,1995). Segundo Malavolta et al., (1997) o N é responsável também pela maior vegetação, perfilhamento e teor de proteína, estimulando a formação e o desenvolvimento de gemas tanto floríferas como frutíferas.

É o elemento aplicado com maior frequência via água de irrigação, enquadra-se nessa técnica devido à sua mobilidade no solo, apresentando 100% de solubilidade em água. A utilização da fertirrigação permite parcelar a aplicação dos fertilizantes nitrogenados de acordo com a demanda da cultura. O parcelamento da adubação nitrogenada pode aumentar a eficiência de uso do nitrogênio, reduzindo perdas (COELHO, 1994). A aplicação mais frequente e em menores quantidades, permite reduzir estas perdas de nutrientes, aumentando a eficiência do uso dos fertilizantes, promovendo aumento da produtividade (PINTO et al., 1993).

No mercado existem várias fontes de N a serem utilizadas, porém comumente o produtor baseia-se, no custo da unidade de N, na disponibilidade e na eficiência da fonte aplicada. Entretanto deve-se dar preferência para a forma de aplicação que confere maior aproveitamento pelas plantas e que cause menores perdas (TAVARES JÚNIOR; DALTO, 2004).

Os íons NH_4^+ e NO_3^- são as formas predominantes de N mineral disponível às plantas (SCHLOERRING et al., 2002). Na planta, as formas, amoniacal (NH_4^+) e nítrica (NO_3^-) possuem diferentes efeitos no crescimento, no vigor do vegetal, produção de biomassa e reprodução (LANE; BASSIRIRAD, 2002). Em geral, a forma de N mais absorvida pelas plantas é a nítrica, embora isto possa variar entre espécies e de acordo com fatores ambientais (MENGEL; KIRKBY, 1978).

O suprimento de N sob diferentes formas iônicas causa efeitos complexos sobre o crescimento e o metabolismo da planta (GUO et al., 2012), e pode acarretar respostas fisiológicas positivas e negativas (BARTELHEIMER; POSCHLOD, 2013). Na planta, a enzima redutase de nitrato (RN) reduz NO_3^- a NO_2^- , ao passo que a redutase de nitrito (RNi) reduz esse último íon a NH_4^+ , para sua posterior incorporação a compostos orgânicos, cuja sequência de reações requer grande consumo de equivalentes redutores (HACHIYA et al., 2007).

A assimilação de N, quando absorvido sob a forma de N- NH_4^+ , demanda menor quantidade de energia, pois dispensa as fases de redução, que são requeridas quando ocorre absorção de N- NO_3^- (TAIZ; ZEIGER, 2004; HACHIYA et al., 2012). Contudo, o NH_4^+ pode ser citotóxico em alta concentração, causando clorose, além de redução do crescimento, se comparado ao NO_3^- em igual concentração (WALCH-LIU et al., 2001; BRITTO; KRONZUCKER, 2002; MILLER; CRAMER, 2005).

Portanto, a proporção de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ é um fator que pode influenciar no crescimento e no desenvolvimento das plantas (BRITTO; KRONZUCKER, 2002), inclusive em relação à qualidade de mudas e ao seu desempenho (KRONZUCKER et al., 1997).

Xavier et al., (2010) concluíram que a fertilização deficiente em nitrogênio na bromélia (*Alcantarea vinicolor*), durante desenvolvimento inicial, resulta em plantas com características vegetativas reduzidas influenciadas principalmente pelo manejo, onde independente das fontes de nutrientes fornecidas os melhores resultados foram obtidos com os nutrientes fornecidos via rega.

Santos et al., (2012) constataram que as bromélias por serem epífitas apresentam preferência pela forma nitrogenada orgânica e as terrestres, pela forma inorgânica por causa da disponibilidade deste nutriente no meio. Zong-min et al., (2012) ressaltam que o enriquecimento de N, resulta no aumento da área foliar e comprimento da folha durante o estado vegetativo, entretanto, tem pouco efeito sobre o tamanho das flores da orquídea (*Paphiopedilum*).

Santos et al., (2015) estudando plantas de bromélia (*Nidularium fulgens*), avaliaram que o incremento das doses de nitrogênio, no substrato, proporciona maior desenvolvimento da planta, pois a altura, número de folhas e matéria seca das folhas tiveram incrementos lineares em função do aumento das doses de nitrogênio, acompanhado de aumento nos teores de N e Cu.

2.4.2 Nutrição Mineral em Rosa do Deserto

Dentre as poucas literaturas disponíveis sobre nutrição mineral em rosa do deserto, destacam-se os trabalhos de McBride (2012), McBride et al., (2014), Colombo et al., (2016) e Alves (2016), sendo relatado por esses autores a importância de mais estudos.

McBride (2012) descreve que o N é o elemento de maior teor total nas plantas de *A. obesum*, seguido pelo potássio, cálcio, magnésio e o fósforo. McBride et al., (2014) estudando o fertilizante (18N – 2.6P – 6.6K) em diferentes taxas (2, 4, 6, 8 g/ vasos)

em *Adenium obesum* 'Red', relata que as fertilizações não alteram significativamente os teores de nutrientes, porém os autores observaram aumentos lineares nos teores de N nas folhas e no cáudice, bem como aumentos nos teores de P nas folhas, em função do aumento da fertilização, as quais resultam em plantas mais altas e com maior massa.

Colombo et al., (2016) recomendam o uso dos substratos areia + fibra de coco e vermiculita + fibra de coco por propiciarem maior acúmulo de nutrientes e maior taxa de crescimento no cultivo em vaso de rosa do deserto. Alves (2016) recomenda o uso do substrato areia + pó de pinus (1:1, v/v) e da fertilização com solução de Hoagland combinada com solução de nitrato de amônio (590 ppm), por propiciarem melhor crescimento inicial de rosa do deserto.

2.5 FERTIRRIGAÇÃO EM ORNAMENTAIS

A fertirrigação é uma das diversas técnicas para a adubação, que consiste na aplicação de fertilizantes na água de irrigação, em substituição a adubação convencional (TRANI et al., 2011). Essa técnica permite manter a disponibilidade de água e nutrientes próxima dos valores considerados ótimos ao crescimento e à produtividade da planta. A quantidade de nutrientes, parcelada ou não, deve ajustar-se às necessidades da cultura de acordo com cada estágio de desenvolvimento (ANDRIOLO, 1997; FOLEGATTI et al., 2001; BISCARO et al., 2014).

Na fertirrigação as plantas podem receber pequenas quantidades de fertilizantes na fase vegetativa da cultura, podendo essa dosagem ser aumentada com o avanço do ciclo da planta, em função da fase de floração (MOTA, 2004).

Dentre as diversas vantagens da utilização da fertirrigação podem ser destacadas: maior economia e eficiência do uso da água e de fertilizantes, (PAPADOPOULOS, 1999), proporcionando maior eficiência de seu uso pelas plantas (PHENE et al., 1991; LOCASCIO et al., 1989), pois propicia maior flexibilidade na aplicação e no parcelamento de nutrientes de acordo com o estágio fenológico da cultura, evitando perdas por lixiviação ou volatilização dos adubos (HAYNES, 1985). Os íons da solução são facilmente assimiláveis pela planta, estabiliza e melhora a capacidade de troca catiônica, contribuindo desta forma a um equilíbrio iônico adequado para as plantas (KATZ, 2004).

No setor produtivo de flores e plantas ornamentais tem aumentado a prática do uso da fertirrigação, que busca principalmente a máxima qualidade do produto final (BARBOSA et al., 1999). Muitos produtores têm obtido produtividades maiores quando

utilizaram a fertirrigação, no entanto, para alguns os resultados não foram tão positivos, pois não empregaram a metodologia correta, e quando isso ocorre os resultados podem ser desastrosos (VILLAS BÔAS et al., 2006).

Um manejo inadequado ou excessivas aplicações de fertilizantes podem levar a ocorrência de salinização dos solos, afetando assim, o desenvolvimento e produção das culturas (DIAS et al., 2006). Todos esses problemas causam prejuízos ao produtor rural, como: produto final de baixa qualidade comercial e desperdício de recursos hídricos e dos fertilizantes.

Com isso pesquisadores vêm estudando a prática da fertirrigação no setor de flores e plantas ornamentais, como forma de possibilitar a adoção correta, uma vez que o emprego eficiente dessa técnica deve considerar os aspectos relativos à planta, ao solo ou substrato e ao próprio sistema de irrigação (ZANINI, 1987; VILLAS BÔAS et al., 2003).

Muniz et al., (2009) afirmam que a fertirrigação com apenas uma das formas de N reduziu o crescimento das variedades de crisântemo estudadas, enquanto que o melhor crescimento das plantas foi obtido quando a proporção de amônio se fez presente na proporção de 50% do N-total. Lone et al., (2010) concluíram que a fertirrigação com a formulação líquida de N-P-K 10:10:10, a cada quinze dias, na concentração de 2 g L⁻¹, obteve melhor desenvolvimento vegetativo para o híbrido intergenérico *Cattleya intermedia* x *Laelia purpurata*.

Giacon (2015) afirma que o comprimento da haste floral de *Gladiolus hortulanus* L. cv Amsterdam, foi maior com a dose de 100 Kg ha⁻¹ de N aplicados via fertirrigação. Stegani et al., (2017) relatam que a utilização de fertirrigação com solução contendo 0,44 g de nitrogênio na forma de ureia apresentou o melhor crescimento e desenvolvimento inicial das plantas de *Cattleya loddigesii* Lind.

2.5.1 Solução Nutritiva

O uso de solução nutritiva em cultivo vegetal tem provocado avanços no conhecimento da nutrição das plantas, por controlar adequadamente a composição da solução e eliminar a heterogeneidade e complexidade que se apresenta no solo (SARRUGE, 1975).

A aplicação de solução nutritiva permite um melhor controle das proporções dos diversos nutrientes, contendo os macro e micronutrientes necessários ao crescimento vegetal. Diversas soluções nutritivas já foram propostas na literatura, havendo, em alguns casos, diferenças marcantes entre elas com relação às concentrações dos macronutrientes,

entretanto para os micronutrientes as diferenças são poucas (FURLANI et al., 1999). No Brasil, têm sido utilizadas, em pesquisas com nutrição mineral de plantas, algumas soluções nutritivas (Tabela 1) como as propostas por HOAGLAND; ARNON (1950), SARRUGE (1975), CASTELLANE; ARAÚJO (1995) e FURLANI et al., (1999).

Tabela 1 - Solução 1: Hoagland; Arnon (1950); Solução 2: Sarruge (1975); Solução 3: Castellane; Araújo (1995) e Solução 4: Furlani et al., (1999).

	Solução 1	Solução 2	Solução 3	Solução 4
mg L ⁻¹ de solução nutritiva				
N	210,1	210,1	222,5	202,0
P	31,0	31,0	61,9	31,5
K	234,6	234,6	426,2	193,4
Ca	200,4	200,4	139,9	142,5
Mg	48,6	48,6	24,3	39,4
S	64,1	64,1	32,4	52,3
µg L ⁻¹ de solução nutritiva				
B	500,0	500,0	325,0	262,0
Cu	20,0	39,0	48,0	38,0
Cl	648,0	722,0	**	**
Fe	5022,0	5000,0	5000,0	1800,0
Mn	502,0	502,0	419,0	369,0
Mo	11,0	12,0	52,0	65,0
Zn	50,0	98,0	261,0	114,0

Fonte: Franco; Prado (2006).

Bernardi et al., (2004) avaliaram o desenvolvimento vegetativo de plantas de *Dendrobium nobile* Lindl. fertirrigadas com diferentes concentrações da solução nutritiva de Sarruge e observaram que o melhor resultado foi o tratamento em que se utilizou 75% da solução de Sarruge.

A absorção de nutrientes é muito influenciada pela concentração dos nutrientes na solução e também pela espécie vegetal, cultivar e ambiente (ADAMS, 1994), portanto, não existe uma solução nutritiva ideal para todas as espécies vegetais e condições de cultivo (TEIXEIRA, 1996).

Para que as plantas tenham uma ótima absorção dos nutrientes é necessário que estes se encontrem em concentrações e relações adequadas na solução nutritiva, evitando, dessa forma, fenômenos negativos devido ao potencial osmótico e o antagonismo entre os nutrientes dificultando a absorção pelas plantas (CADAHIA, 1998).

Um manejo inadequado da solução nutritiva pode ocasionar salinização, problemas de toxicidade e diminuição na produtividade e qualidade das plantas (NELL et al.,

1997). Fatores como temperatura, pH e condutividade elétrica da solução nutritiva devem ser monitorados e controlados periodicamente, sendo a faixa ótima em torno de $24 \pm 3^\circ\text{C}$; 5,5 a 6,5 e 1,5 a 4,0 dS m^{-1} , respectivamente (FURLANI et al., 1999).

O monitoramento contínuo do pH de uma solução nutritiva é essencial, uma vez que uma variação do pH do meio pode indisponibilizar nutrientes essenciais da solução para a planta devido à precipitação de nutrientes como ferro, boro, manganês e fósforo e é importante também para a manutenção da integridade das membranas (SARRUGE, 1975; MARTINEZ, 2002).

2.5.1.1 Salinidade e condutividade elétrica

A salinização é um fator determinante para a produção vegetal em ambiente protegido, devido algumas plantas apresentarem baixa tolerância à salinidade (ELOI et al., 2011; MEDEIROS et al., 2012). A salinização ocorre quando há acumulação de determinadas espécies iônicas, como os cátions Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} e os ânions Cl^- e SO_4^{2-} , afetando o consumo de água dos vegetais, aumentando o potencial osmótico no substrato e diminuindo o potencial hídrico das plantas, além de provocar antagonismos iônicos devido ao excesso de nutrientes como Cl e Ca (SILVA, 2014).

O efeito causado pelo estresse salino na nutrição mineral das plantas depende da espécie cultivada, a intensidade e duração do estresse salino, o teor de água no substrato e o estágio de desenvolvimento da planta (CRAMER et al., 1994).

Existem algumas plantas que possuem mecanismos de ajuste osmótico e conseguem sobreviver em ambiente adversamente salino, entretanto, existem algumas espécies mais sensíveis que entram rapidamente em condições de estresse, provocando um desequilíbrio nutricional, toxicidade de alguns íons e interferência no equilíbrio hormonal, capazes de diminuir a plasticidade da célula e causar a redução da permeabilidade da membrana citoplasmática. Além disso, o ambiente salino inibe a atividade do processo fotossintético e, em consequência, diminui a produção de clorofila nas plantas e as folhas podem apresentar uma coloração verde azulada escura, maior espessura e cerosidade, enquanto as raízes têm o alongamento e a suberização reduzida com prejuízos na absorção de água e nutrientes, bem como desenvolvimento lento e perdas na qualidade (LARCHER, 2000; SILVA, 2002; HU; SCHMIDHALTER, 2004).

No cultivo em vaso, em que há uso constante de soluções nutritivas e por ser a fertirrigação uma técnica que permite alterações rápidas e precisas na quantidade de

nutrientes aplicados, torna-se importante promover o monitoramento da solução através da condutividade elétrica (CE), pois a salinização dos substratos ocorre muitas vezes devido às concentrações dos fertilizantes, na maior parte nitrogenados e potássicos (CAVALCANTE, 2000; DIAS et al., 2005; ELOI et al., 2011; ABRAHÃO, 2011). Portanto, evitar o processo de salinização antes que este possa prejudicar a qualidade das plantas se faz necessário.

A determinação periódica da CE permite promover os ajustes necessários ainda durante o ciclo da cultura além de determinar o potencial salino da solução (VILLAS BÔAS et al., 2002).

O método de mensurar a condutividade é a passagem da corrente elétrica entre os eletrodos submetidos a uma solução onde solutos iônicos (cátions e ânions) estão presentes. A CE a 25°C envolve um processo bastante simples e rápido e tem uma precisão em torno de 90% para estimar o teor de sais na solução do solo (DONEEN, 1975). Normalmente, é expressa em mS m^{-1} , dS m^{-1} ou $\mu\text{S cm}^{-1}$ a 25°C (AYERS; WESTCOT, 1999).

A tolerância das plantas à salinidade, medida a partir da condutividade elétrica (CE), é variável para as diferentes espécies, sendo estabelecidos níveis de salinidade limiar para uma série de espécies cultivadas, ou seja, nível máximo de salinidade que estas plantas suportam na zona radicular sem afetar negativamente o seu desenvolvimento e a produção. Neste sentido, as plantas são classificadas como “sensíveis” as que não suportam CE superior a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$, “moderadamente sensíveis” (entre $1,3$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$), “moderadamente tolerantes” (entre $3,0$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$), e “tolerantes” (entre $6,0$ e 10 dS m^{-1}) (MAAS, 1986; AYERS; WESTCOT, 1999).

Quando houver a constatação de elevada concentração eletrolítica, uma das maneiras de reverter tal situação é promover a aplicação de lâminas de água para lavagem do substrato ou solo. Esta quantidade extra de água irá percolar abaixo da zona radicular, removendo parte dos sais acumulados (DIAS et al., 2003).

3 ARTIGOS

3.1 SOLUÇÃO NUTRITIVA DE SARRUGE NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ROSA DO DESERTO.

3.1.1. Resumo

A rosa do deserto (*Adenium obesum*) vem ganhando popularidade no mercado interno de flores em vaso e, conseqüentemente seu valor comercial tem aumentado. No entanto, pouco se conhece sobre as exigências nutricionais dessa espécie e nesse sentido o presente trabalho teve como objetivo estabelecer uma concentração da solução nutritiva de Sarruge que propicie o melhor crescimento as plantas de rosa do deserto. As plantas foram cultivadas em vasos de polipropileno, em casa de vegetação, tendo como substrato uma mistura de areia e pó de pinus compostado (Lupa[®]) (1:1, v/v). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com oito tratamentos que corresponderam: controle; Solução de Sarruge (SS) 25%; SS 50%; SS 75%; SS 100%; SS 125%; SS 150%; SS 175%, com seis repetições. As concentrações de SS 25%, 50% e 75% foram obtidas por diluição da solução padrão, e as concentrações de 125%, 150% e 175% acrescentando os percentuais de cada nutriente a partir da solução estoque. As fertirrigações com os respectivos tratamentos foram realizadas semanalmente na quantidade de 100 mL por vaso. Após 180 dias, avaliaram-se as características: altura da parte aérea, diâmetro basal do cáudice, número dos ramos, massa seca de folhas, cáudice e raízes e determinação dos teores e acúmulo de macronutrientes de folha, cáudice e raiz. Nos substratos foram avaliados a condutividade elétrica (CE) e o pH. De acordo com as características avaliadas, pode-se observar que existe efeito da concentração da solução de Sarruge no crescimento das plantas, pois as maiores concentrações propiciaram plantas de maior altura. A concentração da solução de Sarruge de 150% mostra-se como a mais adequada para a produção de rosas do deserto em vaso, promovendo melhor crescimento e acúmulo de nutrientes.

Palavras-chave: *Adenium obesum*, nutrição mineral, acúmulo, fertirrigação.

SARRUGE NUTRITIVE SOLUTION IN THE GROWTH OF DESERT ROSE LEAVES.

Abstract

The desert rose (*Adenium obesum*) has gained popularity in the domestic market of potted flowers and, consequently, its commercial value has increased. However, little is known about the nutritional requirements of this species and in this sense the present work had as objective to establish a concentration of the nutritive solution of Sarruge that provides the best growth the desert rose plants. The plants were cultivated in polypropylene pots, in a greenhouse, with a mixture of sand and composite pinus powder (Lupa[®]) (1:1, v/v) as the substrate. The experimental design was completely randomized, with eight treatments that corresponded: control; Sarruge (SS) solution 25%; SS 50%; SS 75%; SS 100%; SS 125%; 150% SS; SS 175%, with six replicates. Concentrations of 25%, 50% and 75% SS were obtained by dilution of standard solution, and concentrations of 125%, 150% and 175% by adding the percentages of each nutrient from the stock solution. Fertigations with the respective treatments were performed weekly in the amount of 100 mL per vessel. After 180 days, the following characteristics were evaluated: shoot height, basal diameter of the caudex, number of branches, dry mass of leaves, caudex and roots and determination of macronutrient contents of leaf, caudex and root. The electrical conductivity (EC) and pH were evaluated on the substrates. According to the evaluated characteristics, it is possible to observe that there is effect of the concentration of the solution of Sarruge in the growth of the plants, because the greater concentrations propitiated plants of greater height. The concentration of the Sarruge solution of 150% is shown to be the most suitable for the production of roses in the potted desert, promoting better growth and accumulation of nutrients.

Key words: *Adenium obesum*, mineral nutrition, accumulation, fertigation.

3.1.2 Introdução

Adenium obesum, conhecida como rosa do deserto é uma planta suculenta, da família Apocynaceae, originária da África e Península Arábica. O cultivo dessa planta tem se destacado nacionalmente no setor produtivo de flores, devido a sua rusticidade, formato exótico do cáudice e variação de cores, formas e tamanho das flores (McLAUGHLIN; GAROFALO, 2002; BROWN, 2012; PATRO, 2013; COLOMBO et al., 2017).

A rosa do deserto pode ser comercializada em vasos na forma de mudas ou como plantas em pleno florescimento, para isso, deve-se melhor estudar o sistema de produção dessa espécie, como propagação, produção de mudas e nutrição (COLOMBO et al., 2016; 2017). Como as exigências do mercado nacional de floricultura por produtos de alta qualidade têm aumentado (BECKMANN-CAVALCANTE, 2007), uma das maneiras para se obter plantas de alta qualidade, é atendendo à demanda adequada de nutrientes. Porém, os produtores de flores e plantas ornamentais tem realizado o manejo de nutrição de forma empírica, tendo em vista o pouco conhecimento dos aspectos nutricionais e à escassez de trabalhos científicos nessa área (NETO et al., 2015).

A fertirrigação é uma técnica muito utilizada, mas para que as plantas tenham uma ótima absorção de nutrientes é necessário o conhecimento da exigência nutricional destas e assim, se estabelecerem as quantidades adequadas na solução nutritiva, para então proporcionar melhores rendimentos e maior economia ao produtor (CADAHIA, 1998; SILVA, 1998; ELOI et al., 2007).

A aplicação de nutrientes via solução nutritiva apresenta como principal vantagem à manutenção das concentrações dos nutrientes durante todo o período de desenvolvimento da planta (BARBOSA et al., 1999). O monitoramento de sais disponíveis no substrato torna-se de extrema importância, pois em condições de salinidade, as plantas respondem com redução do crescimento, embora algumas plantas apresentem maior plasticidade quanto à tolerância à salinidade do meio (LUDWIG et al., 2010). Para algumas espécies, os níveis críticos salinos ainda não foram determinados e para outras há muitas divergências na comunidade científica.

No manejo da solução nutritiva, é fundamental monitorar fatores como pH e condutividade elétrica (FURLANI et al., 1999), pois uma variação do pH do meio pode indisponibilizar nutrientes essenciais da solução para a planta devido à precipitação (SARRUGE, 1975). Em contrapartida, a elevada concentração eletrolítica da solução pode causar desequilíbrio nutricional, toxicidade de alguns íons e interferência no equilíbrio

hormonal, capazes de diminuir a plasticidade da célula e causar a redução da permeabilidade da membrana citoplasmática. A condição de estresse salino também inibe a atividade do processo fotossintético e, em consequência, diminui a produção de clorofila nas plantas (LARCHER, 2000).

Especificamente para a rosa do deserto, inexistem estudos que indiquem a concentração de solução nutritiva ideal para a sua produção, ou seja, uma concentração que possua os nutrientes de forma balanceada, que evite efeitos prejudiciais de deficiência nutricional, com reflexos na obtenção de plantas com equilíbrio nutricional desejável.

Diante desse contexto, o objetivo do trabalho foi estabelecer uma concentração da solução nutritiva de Sarruge que propicie o melhor crescimento as plantas de rosa do deserto.

3.1.3 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, modelo Van der Hoeven[®] localizada no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná, entre os meses de agosto de 2015 a março de 2016.

Para a instalação do experimento foram utilizadas mudas de rosa do deserto com 60 dias de idade, cultivadas em bandeja de poliestireno, contendo substrato a base de pó de pinus compostado (Lupa[®]). Com a finalidade de se obter um material mais uniforme, selecionou-se 80 plantas com características semelhantes (Figura 4): altura da parte aérea ($4,0 \text{ cm} \pm 0,6$), diâmetro do cáudice ($11,5 \text{ mm} \pm 2$), número de folhas (6 ± 1) e massa seca da planta ($0,12 \text{ g} \pm 0,02$).

Figura 4 - Padronização das plantas de rosa do deserto.



Fonte: próprio autor.

As plantas foram transplantadas para vasos de polipropileno preto com diâmetro de 13 cm, altura de 9,8 cm e volume de 1000 mL. O substrato utilizado compreendeu na mistura de areia com pó de pinus compostado (Lupa[®]) (1:1, v/v). As irrigações foram realizadas de forma manual e diária, aplicando uma lamina de água com seis milímetros; exceto nos dias que foram realizadas as fertirrigações.

O delineamento experimental consistiu em arranjo inteiramente casualizado com seis repetições, compreendendo cada repetição um vaso com uma planta. Os tratamentos utilizados foram: controle; Solução de Sarruge (SS) 25%; SS 50%; SS 75%; SS 100 % (padrão); SS 125%; SS 150%; SS 175%. As concentrações de SS 25%, 50% e 75% foram obtidas por diluição da solução padrão, e as concentrações de 125%, 150% e 175% acrescentando os percentuais de cada nutriente a partir da solução estoque.

Tabela 2 - Composição química da solução nutritiva estoque, em molar (M), e dos tratamentos, em mL L⁻¹, utilizadas nesse estudo, Sarruge, (1975).

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Solução	Molar	0%	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%
Estoque						(Padrão)			
						-----mL L ⁻¹ -----			
KH ₂ PO ₄	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75
KNO ₃	1,00	0,00	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75
Ca(NO ₃) ₂	1,00	0,00	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75
MgSO ₄	1,00	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50
Micro*	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75
Fe-EDTA	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75

*Micronutrientes compostos por: H₃BO₃; MnCl₂; ZnCl₂; CuCl₂; H₂MoO₄. H₂O.

Fonte: próprio autor.

As fertirrigações foram realizadas semanalmente adicionando-se 100 mL das respectivas soluções por vaso, durante um período de 180 dias.

Em todos os tratamentos em que foram utilizadas a solução de Sarruge, o pH foi medido com o auxílio de um peagâmetro e ajustado para 6,0 com adição de hidróxido de potássio (1 N). O monitoramento do pH foi realizado todas às vezes em que se fez o preparo das soluções de forma a garantir condições homogêneas de absorção de nutrientes pelas plantas.

Após 180 dias de condução do estudo, as plantas foram retiradas dos vasos, lavadas em água destilada e avaliadas as seguintes características: altura da parte aérea (cm), obtida pela medição, com auxílio de régua graduada, do colo da planta até o ápice do maior ramo; diâmetro basal do cáudice (mm), obtido com auxílio de paquímetro digital, a partir da

média das medidas do diâmetro na base do cáudice; número dos ramos por planta, obtido por contagem; a massa seca de folhas (g), cáudice (g) e raízes (g), obtidos após a secagem dos tecidos em estufa dotada de circulação forçada de ar, à temperatura de 55 °C, após obtenção de massa constante, determinou-se a massa da amostra em balança analítica.

Para a determinação dos teores e acúmulo de macronutrientes das folhas, cáudices e raízes, procedeu-se à moagem dos tecidos em moinho analítico modelo A11IKA[®]. O nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl, em extrato de digestão por ácido sulfúrico, seguido por destilação e titulação. No extrato da digestão nitro-perclórica foram determinados os seguintes nutrientes: fósforo (P) por colorimetria; potássio (K) por fotometria de chama; cálcio (Ca) e magnésio (Mg) por espectrometria de absorção atômica; quantificados conforme metodologias descritas por Malavolta et al., (1997). Os resultados de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram expressos em g kg⁻¹. Para obtenção do acúmulo de nutrientes nas plantas multiplicou-se os valores de massa seca pelos teores dos nutrientes.

Em relação ao substrato utilizado foi analisado o pH e condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$). A determinação de pH e condutividade elétrica foram realizadas seguindo metodologia descrita por Abreu et al., (2007), pelo método de extração 1:2 (v/v) de substrato e água deionizada, e mensurados com o auxílio de peagâmetro e condutímetro portáteis.

Os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância dos erros foram verificados para validar a análise de variância, quando não atendidos os pressupostos, transformou-se os dados pela família de transformação Box-Cox, ou empregou-se o teste não paramétrico de Kruskal Wallis. Aqueles que atenderam os pressupostos foram utilizados análise de variância e teste de Tukey (PIMENTEL-GOMES, 2009; BARBIN, 2013).

3.1.4 Resultados

3.1.4.1 Características de crescimento (altura da parte aérea, diâmetro basal do cáudice, número de ramos, massa seca de folhas, cáudice e raízes).

Os resultados demonstraram que para todas as variáveis avaliadas apresentaram diferença significativa em função dos tratamentos durante o período experimental. O controle, por não ter recebido fertilização, apresentou menor crescimento, diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias observadas para as características: altura da parte aérea (ALT), diâmetro basal do cáudice (DBC), número de ramos (NR), massa seca de folha (MSF), massa seca de cáudice (MSC) e massa seca de raízes (MSR), em função das concentrações de solução nutritiva de Sarruge, no crescimento de rosa do deserto (*Adenium obesum*), após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016.

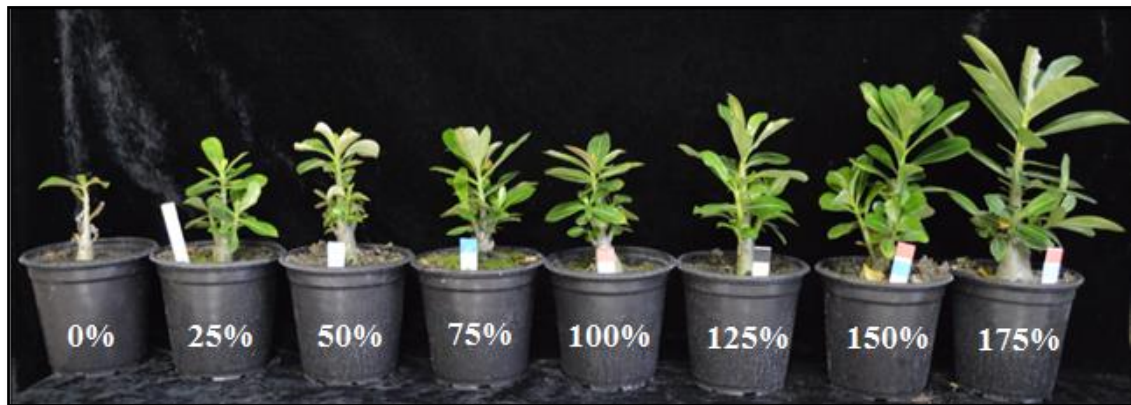
Solução de Sarruge	ALT (cm)	DBC (mm)	NR	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)
0%	5,35 f*	17,95 e	1,33 e	0,11 d	0,87 cd	0,45 c
25%	7,62 e	20,40 d	3,00 d	0,25 cd	0,72 d	0,56 c
50%	9,08 de	21,73 cd	3,33 d	0,35 c	0,93 cd	0,58 c
75%	10,07 d	23,24 bcd	5,30 bc	0,73 b	1,27 bc	1,05 b
100%	10,58 cd	25,31 bc	6,50 abc	0,88 b	1,54 b	1,13 b
125%	12,33 bc	25,95 ab	6,80 ab	1,03 b	1,38 bc	1,15 b
150%	14,00 ab	31,66 a	7,20 a	1,73 a	2,97 a	1,27 b
175%	14,38 a	27,44 ab	4,80 c	2,02 a	2,79 a	1,55 a
C.V. (%)	9,80	10,63	9,12	34,33	31,20	14,46

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: próprio autor.

A altura da planta constitui uma das principais características de qualidade das plantas ornamentais cultivadas em vaso. Em relação a esta característica, considerando-se as oito concentrações de solução de Sarruge testadas, observou-se que as maiores concentrações da solução propiciaram maior altura das plantas (Figura 5).

Figura 5: Crescimento de plantas de rosa do deserto (*Adenium obesum*), em função das concentrações de solução nutritiva de Sarruge, após 180 dias de cultivo.



Fonte: próprio autor.

Para o diâmetro basal do cáudice, houve elevação dos valores desta variável em função do aumento da concentração de solução de Sarruge, porém para as concentrações de 175%, 150% e 125% de solução de Sarruge não houve diferença significativa.

Nas concentrações 150%, 125% e 100% de solução de Sarruge, verificou-se que não houve diferença significativa para número de ramos. Contudo, as plantas submetidas à concentração de 150% de solução de Sarruge apresentaram maior quantidade de ramos, cerca de 5,4 vezes maior, que as plantas não fertilizadas.

A massa seca das folhas, cáudice e raízes apresentou, de modo geral, aumento contínuo em função do aumento das concentrações da solução nutritiva, implicando em plantas maiores e melhor desenvolvidas.

3.1.4.2 Teor e acúmulo de macronutrientes nas folhas, cáudices e raízes das plantas de *Adenium obesum*.

Nas folhas, os tratamentos com diferentes concentrações foram significativos apenas para os teores de N e Mg (Tabela 4). Para o teor de N, o tratamento 125% obteve a maior média, porém estatisticamente não diferiu dos tratamentos 50%, 75%, 100% e 175%. Para o teor de Mg, o tratamento com 150% obteve a maior média, não diferindo dos tratamentos 25%, 50%, 75%, 100%, 125% e 175%.

Tabela 4 - Teor de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em folhas, cáudices e raízes de *Adenium obesum*, em função dos tratamentos (solução nutritiva), após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016.

Solução de Sarruge	N	P	K	Ca	Mg
Folha	-----g kg ⁻¹ -----				
0%	17,36 c*	3,11 a**	26,43 a	16,70 a**	3,36 b
25%	24,53 b	4,25 a	27,79 a	13,93 a	3,90 ab
50%	24,82 ab	3,34 a	32,72 a	13,97 a	6,44 a
75%	25,38 ab	3,14 a	35,66 a	13,54 a	4,32 ab
100%	28,89 ab	3,00 a	30,59 a	14,40 a	4,52 ab
125%	30,22 a	2,84 a	38,08 a	13,90 a	4,84 ab
150%	24,28 b	2,71 a	31,56 a	14,24 a	6,86 a
175%	28,67 ab	2,79 a	34,41 a	13,97 a	4,01 ab
C.V. (%)	10,85	21,00	21,15	18,05	30,07
***VR	19-24	0,9-1,2	4,5-5,5	15-16	8,4-8,8
Cáudice	-----g kg ⁻¹ -----				
0%	7,9 b	2,86 c	26,51 c	7,90 a**	1,87 c
25%	14,72 a	6,64 a	47,59 ab	13,86 a	3,91 ab
50%	13,94 a	5,41 ab	46,72 ab	14,13 a	5,65 a
75%	13,31 ab	4,51 bc	38,08 bc	14,55 a	5,74 a
100%	16,29 a	4,83 b	38,02 bc	13,61 a	3,13 b
125%	16,38 a	3,94 bc	54,88 a	14,54 a	4,47 ab
150%	15,13 a	3,99 bc	36,08 bc	13,86 a	5,18 a
175%	17,56 a	4,14 bc	48,85 ab	14,13 a	3,76 ab
C.V. (%)	22,07	21,45	16,90	20,22	35,94
***VR	15-21	1,0-1,4	8,9-13,4	8,2-10,6	5,3-7,8
Raiz	-----g kg ⁻¹ -----				
0%	6,57 c	5,14 ab	29,82 b	6,95 b**	2,92 b
25%	11,97 b	5,93 a	43,56 ab	14,79 a	4,12 ab
50%	16,22 ab	4,76 ab	41,78 ab	13,97 a	4,90 a
75%	12,29 b	4,05 b	32,76 b	13,79 a	2,86 b
100%	12,08 b	3,69 b	36,00 b	14,90 a	3,72 ab
125%	11,68 b	3,75 b	39,40 ab	13,09 a	3,44 ab
150%	21,23 a	3,63 b	35,67 b	14,90 a	3,25 ab
175%	17,43 ab	3,58 b	52,27 a	13,20 a	3,16 ab
C.V. (%)	26,60	23,57	19,39	19,58	27,38
***VR	15-25	1,3-2,1	16-28	3,4-4,6	7,0-9,8

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

** Teste não paramétrico Kruskal Wallis (P na folha, Ca na folha, cáudice e raiz).

***VR: valor de referência para cada nutriente baseado no estudo de McBride em rosa do deserto (2012).

Fonte: próprio autor.

Nos cáudices, os tratamentos diferiram significativamente para os teores de N, P, K e Mg (Tabela 4). Para o teor de N, o controle não diferiu do tratamento 75%, porém diferiu de todos os demais. Para o teor de P, o tratamento 25% obteve a maior média, porém não diferiu do tratamento 50%. Para o teor de K, o tratamento 125% obteve a maior média, sem diferir dos tratamentos 25%, 50% e 175%. Para o teor de Mg, o tratamento 75% obteve a maior média, sem diferir dos demais tratamentos, exceto dos tratamentos controle e 100%.

Nas raízes, os tratamentos resultaram em médias significativas para os teores de N, P, K e Mg (Tabela 4). Para o teor de N, o tratamento 150% não diferiu do tratamento 50% e 175%. Para o teor de P, o tratamento 25% obteve a maior média, porém não diferiu dos tratamentos controle e 50%. Para o teor de K, o tratamento 175% obteve a maior média, sem diferir dos tratamentos 25%, 50% e 125%. Para o teor de Mg, o tratamento 50% obteve a maior média, diferindo apenas dos tratamentos controle e 75%.

O teor de N nas folhas variou de 17,36 a 30,22 g kg⁻¹, nos cáudices de 7,9 a 17,56 g kg⁻¹ e nas raízes de 6,57 a 21,23 g kg⁻¹, diferindo entre os tratamentos. As plantas de rosa do deserto apresentaram maior concentração de N nas folhas e nas raízes. Para o teor de P nas folhas a variação foi de 2,71 a 4,25 g kg⁻¹, nos cáudices de 2,86 a 6,64 g kg⁻¹ e nas raízes de 3,58 a 5,93 g kg⁻¹. Em relação ao teor de K nas folhas, a variação foi de 26,43 a 38,08 g kg⁻¹, nos cáudices de 26,51 a 54,88 g kg⁻¹, e nas raízes de 29,82 a 52,27 g kg⁻¹. Em relação ao teor de Ca nas folhas, a variação foi de 13,54 a 16,70 g kg⁻¹, nos cáudices de 7,9 a 14,55 g kg⁻¹, e nas raízes de 6,95 a 14,90 g kg⁻¹. O teor de Mg nas folhas variou de 3,36 a 6,86 g kg⁻¹, no cáudice de 1,87 a 5,74 g kg⁻¹ e nas raízes de 2,86 a 4,90 g kg⁻¹.

Em relação ao acúmulo de nutrientes, se observa na Tabela 5 que as plantas fertirrigadas com a solução nutritiva de Sarruge a 150% e 175% foram as que apresentaram os maiores valores e estatisticamente não diferiram para os nutrientes N, P e Ca. Além disso, pôde-se observar que o K foi o macronutriente mais absorvido pela planta rosa do deserto, seguido do N e Ca.

Tabela 5 - Acúmulo de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em plantas de *Adenium obesum*, em função dos tratamentos (solução nutritiva), após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016.

Solução de Sarruge	N	P	K	Ca	Mg
-----mg planta ⁻¹ -----					
0%	11,74 d*	5,14 c	39,39 g	11,84 d	3,31 e
25%	23,43 d	9,16 bc	65,61 fg	21,74 cd	6,10 de
50%	31,06 cd	8,96 bc	79,13 ef	26,13 bcd	10,35 cde
75%	48,34 bc	12,27 b	108,79 de	42,84 bc	13,45 cd
100%	64,16 b	14,25 b	126,15 cd	50,47 b	13,00 cd
125%	67,16 b	12,67 b	160,27 bc	49,44 b	15,11 bc
150%	113,90 a	21,15 a	207,06 b	84,72 a	31,38 a
175%	133,92 a	22,74 a	286,82 a	88,10 a	23,49 b
C.V. (%)	19,59	22,30	16,45	29,57	30,23

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: próprio autor.

O menor acúmulo para todos os nutrientes foi observado para o controle e o maior acúmulo para a concentração de 175%, exceto para o Mg onde o maior valor foi obtido na concentração 150%. Com a aplicação da solução nutritiva de Sarruge, a maior variação do acúmulo dos nutrientes com relação ao controle foi de 11,41 vezes para N; 4,42 vezes para P; 7,28 vezes para K; 7,44 vezes para Ca; e 9,48 vezes para Mg.

3.1.4.3 Características do substrato

Na avaliação do pH dos substratos, foi observado que com o aumento da concentração da solução nutritiva de Sarruge aumentou o valor de pH; variando de 6,9 (controle) a 7,6 (175%). Para condutividade elétrica, também se observou que o aumento da condutividade elétrica acompanhou o aumento da concentração de solução nutritiva aplicada; os valores variaram de 117,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (75%) a 251,5 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (175%) (Tabela 6), porém este aumento de condutividade elétrica não influenciou o crescimento das plantas.

Tabela 6 - Médias observadas para as características pH e condutividade elétrica (CE) do substrato, em função das concentrações de solução nutritiva de Sarruge, no crescimento de rosa do deserto (*Adenium obesum*), após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016.

Solução de Sarruge	pH (H ₂ O)	CE (μS cm ⁻¹)
0%	6,9 d*	142,8 ab
25%	7,1 c	126,2 b
50%	6,9 d	126,5 b
75%	7,1 cd	117,2 b
100%	7,1 c	171,2 ab
125%	7,3 b	182,7 ab
150%	7,4 b	192,7 ab
175%	7,6 a	251,5 a
C.V. (%)	1,04	34,98

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: próprio autor.

3.1.5 Discussão

A aplicação da solução de Sarruge promoveu o crescimento das plantas (Tabela 3), bem como a absorção de nutrientes (Tabelas 4 e 5). Com exceção do número de ramos, verificou-se que, de modo geral, as demais características estudadas e de interesse comercial (altura, diâmetro basal de cáudice e massa seca de folhas e de cáudice), se estabilizaram a partir da concentração de 150%. Isso indica que foi possível abranger toda a faixa de resposta da cultura com as concentrações estudadas, tornando adequado o estabelecimento das melhores doses com relação ao seu crescimento.

A concentração de 175% reduziu o número de ramos quando comparado a de 150%. Essa mudança implica em menor número potencial de inflorescências e conseqüentemente na redução do valor comercial. Pois, a rosa do deserto tem como característica a emissão de inflorescências terminais, dessa forma, cada ramo tem o potencial de emitir uma inflorescência (DIMMITT; JOSEPH; PALZKILL, 2009). Os tratamentos com maior disponibilidade de nutrientes apresentaram os maiores valores das características estudadas, proporcionando maiores taxas de absorção de nutrientes, aumentando os teores na planta (Tabelas 4 e 5).

Alves (2016), estudando substratos e fertilizações no desenvolvimento inicial de rosa do deserto observou que as plantas apresentaram maior massa seca de folhas, cáudice e raízes, quando fertilizadas com solução que disponibilizava maior concentração de nutrientes, independente do substrato. Em bromélia (*Nidularium fulgens*), a massa seca das

folhas apresentou incrementos lineares em função do aumento das doses de fertilizantes no substrato (SANTOS et al., 2015), corroborando com o resultado obtido nesse trabalho para massa seca das folhas. Resultados semelhantes também foram descritos para pimentas ornamentais cultivadas sob diferentes concentrações de solução nutritiva, as soluções mais concentradas propiciaram melhor performance das plantas (BARBOSA et al., 2011).

Desde que não atinjam teores tóxicos, o aumento na disponibilidade de nutrientes, implica em maior absorção e acúmulo, permitindo maiores taxas fotossintéticas com reflexo da massa seca das plantas (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005). Nesse sentido, o aumento do teor de N e Mg nas folhas, N, P e K nos cáudices e N, K e Mg nas raízes indicam que esses nutrientes estavam em deficiência, que foi suprida, ao menos, parcialmente, pela solução de Sarruge.

Segundo Marschner (2012), as folhas apresentam as maiores diferenças nos teores de nutrientes, uma vez que apresentam intensa atividade metabólica, porém apenas N e Mg apresentaram esse comportamento. Isso pode ser explicado pela concentração inicial acima (P e K) ou próxima (Ca) aos valores de referência. McBride et al., (2014) relatam que em função do aumento de nitrogênio na fertilização, tem-se plantas de rosa do deserto 'Red' e 'Ice Pink' mais altas e com maior massa, corroborando os resultados do presente estudo.

Os teores de Mg estiveram abaixo dos valores de referência encontrados por McBride (2012), independente do órgão da planta, sugerindo que mesmo com a maior concentração (175 %), não foi possível atender a demanda da cultura por esse nutriente. Dentre várias funções, o Mg é componente fundamental na molécula de clorofila (EPSTEIN, 1978), uma das razões pelas quais tem maior importância em ser acumulado nas folhas do que nos órgãos de reserva. Nesse sentido, o aumento da concentração desse nutriente na solução poderia ter proporcionado melhores respostas quanto às características estudadas.

Por outro lado, Colombo et al., (2016) encontraram teores de Mg no cultivo de rosa do deserto que corroboram os encontrados nesse estudo. Dessa maneira, também se pode inferir que em substratos à base de casca de pinus compostada as plantas de rosa do deserto tendem a absorver menos Mg, sem, contudo, ter seu crescimento comprometido.

A ausência de resposta para o Ca e, em geral, para o P associados aos teores acima dos valores de referência corroboram a ideia de que alguns nutrientes já se encontravam em suficiência, independente da concentração da solução de Sarruge utilizada, provavelmente pelo fornecimento via substrato.

Pode-se observar que o K foi o macronutriente mais absorvido pela planta rosa do deserto, seguido do N e Ca, corroborando com os resultados encontrados por Alves

(2016) e Colombo et al., (2016). A alta exigência em K pode ser explicada, ao menos em parte, pela importante função deste nutriente na atuação do transporte de fotoassimilados das folhas para os órgãos de reserva em culturas que armazenam compostos orgânicos nesses órgãos (FAQUIN, 1994), além de ser fundamental no funcionamento estomático e consequentemente na regulação da taxa fotossintética (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Devido ao aumento no crescimento das plantas, todos os nutrientes estudados foram acumulados em maiores quantidades com o aumento da concentração da solução de Sarruge utilizada, indicando aumento em sua disponibilidade e absorção (Tabela 5). Nesse sentido, a disponibilidade dos nutrientes dependerá das concentrações utilizadas, que terão reflexos sobre as características do substrato. Apesar da solução de Sarruge apresentar pH levemente ácido (6,00), o pH do substrato permaneceu em torno da neutralidade, sendo as diferenças estatísticas observadas insuficientes para explicar as diferenças observadas no desenvolvimento da cultura.

Colombo et al., (2016) estudando substratos contendo casca de pinus compostada no cultivo de rosa do deserto, também observaram valores de pH próximos à neutralidade. Alves (2016) obteve valores de pH entre 5,95 e 6,76 avaliando diferentes substratos (areia + pó de pinus ou areia + fibra de coco) e diferentes fertilizações (solução de Hoagland, solução de NO_3NH_4 e solução de Hoagland modificada) no cultivo de rosa do deserto, portanto, o pH ficou dentro da faixa considerada ideal, favorecendo a absorção dos nutrientes pelas plantas. O fato do K estar mais disponível para a planta pode ser devido ao pH do substrato que esteve dentro da neutralidade em todos os tratamentos. Mercurio (2002), relata que o K apresenta-se mais disponível para as plantas em condições de pH entre 6 e 8.

A determinação da condutividade elétrica é de fundamental importância, pois indica a concentração de íons no meio onde as raízes da planta irão crescer (FARIA; ASSIS; CARVALHO, 2010). Foi possível observar diferença estatística significativa apenas entre a concentração de 175 % e as concentrações de 25, 50 e 75 %. Esse resultado reflete a elevada variabilidade das características hídricas do substrato, devido às diferenças na retenção de água e consequentemente na lixiviação de nutrientes pela rega.

Tanto observado no desenvolvimento fitométrico para as variáveis altura da planta, diâmetro basal do cáudice, massa seca de folhas e cáudice, como no acúmulo de nutrientes, os tratamentos com 150% e 175% obtiveram os melhores valores, não diferindo estatisticamente entre si. Deste modo recomenda-se o tratamento 150% de solução nutritiva de Sarruge, visando à redução dos custos de produção.

3.1.6 Conclusão

A concentração da solução de Sarruge de 150% mostra-se como a mais adequada para a produção de rosas do deserto em vaso, promovendo melhor crescimento e acúmulo de nutrientes.

3.2 CRESCIMENTO DE ROSA DO DESERTO FERTIRRIGADA COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE NITRATO/AMÔNIO.

3.2.1 Resumo

As principais fontes de absorção de N pelas plantas estão na forma nítrica e amoniacal e a aplicação de proporções desbalanceadas pode provocar alteração no crescimento e desenvolvimento da planta. Sendo assim, este estudo teve como objetivo determinar a proporção de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, fornecidos por fertirrigação, que permita o melhor crescimento de plantas de rosa do deserto cultivadas em vaso. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação, em vasos de polipropileno, tendo como substrato uma mistura de areia e pó de pinus compostado (Lupa[®]) (1:1, v/v). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos (controle, 0/100 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0, de NO_3^- e NH_4^+ respectivamente), sempre com doses iguais de N ($N= 7,8 \text{ mmol L}^{-1}$), com dez repetições. As fertirrigações foram realizadas semanalmente por meio de regas manuais com os respectivos tratamentos na quantidade de 100 mL por vaso durante um período de 180 dias. As irrigações foram realizadas de forma manual aplicando uma lâmina diária de água de seis milímetros, exceto nos dias que foram realizadas as fertirrigações. Após 180 dias do início do experimento, as variáveis avaliadas foram: altura da parte aérea, diâmetro basal do cáudice, número dos ramos, massa seca de raízes, folhas e cáudice e determinação dos teores e acúmulo de macronutrientes de folha, cáudice e raiz. Dos substratos foram avaliados a condutividade elétrica (CE) e o pH. Os resultados demonstraram que para as variáveis, altura da parte aérea, diâmetro basal do cáudice e número de ramos as proporções de nitrato/amônio obtiveram o mesmo desempenho fitométrico e diferiram estatisticamente apenas do controle, que obteve valores inferiores por não receber fertilização. As proporções de NO_3^- e NH_4^+ promoveram maior alteração no teor de nutrientes nas folhas comparado ao cáudice e raízes. Recomenda-se para o cultivo de rosa do deserto a aplicação da proporção 25/75 de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, a qual proporciona os melhores resultados para a maioria das características estudadas.

Palavras-chave: *Adenium obesum*, nitrogênio, nutrição, flor de vaso.

GROWTH OF ROSE OF THE FERTIRRIGATED DESERT WITH DIFFERENT PROPERTIES OF NITRATE / AMMONIUM.

Abstract

The main sources of N uptake by plants are in the nitric and ammoniacal form and the application of unbalanced proportions can cause alteration in plant growth and development. Thus, this study aimed to determine the proportion of $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, provided by fertirrigation, that allows the best growth of potted desert rose plants. The plants were grown in a greenhouse in polypropylene pots, having a mixture of sand and composite pinus powder (Lupa[®]) (1:1, v/v) as the substrate. The experimental design was completely randomized, with six treatments (control, 0/100 25/75, 50/50, 75/25 and 100/0, of NO_3^- and NH_4^+ respectively), always with doses ($\text{N} = 7.8 \text{ mmol L}^{-1}$) in ten replicates. The fertirrigations were carried out weekly by means of manual irrigation with the respective treatments in the amount of 100 ml per pot during a period of 180 days. The irrigations were carried out manually by applying a daily water slide of six millimeters, except on the days that the fertirrigations were carried out. After 180 days of the beginning of the experiment, the evaluated variables were: shoot height, basal diameter of the caudex, number of branches, dry mass of roots, leaves and caudex and determination of macronutrient contents of leaf, caudex and root. From the substrates, the electrical conductivity (EC) and pH were evaluated. The results showed that for the variables, shoot height, basal diameter of the caudex and number of branches, the proportions of nitrate / ammonium had the same phytometric performance and differed statistically only from the control, where it obtained lower values because it did not receive fertilization. The proportions of NO_3^- and NH_4^+ promoted a greater change in nutrient content in the leaves compared to the caudex and roots. The proportions of NO_3^- and NH_4^+ promoted a greater change in nutrient content in the leaves compared to the caudex and roots. The application of the 25/75 ratio of $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ is recommended for desert rose cultivation, which provides the best results for most of the characteristics studied.

Key words: *Adenium obesum*, nitrogen, nutrition, flower pot.

3.2.2 Introdução

A floricultura destaca-se no agronegócio brasileiro por ser um dos setores de maior rentabilidade por área cultivada, visto que inclui o cultivo de flores de corte, folhagens e plantas envasadas (JUNQUEIRA; PEETZ, 2016). Aliado ao potencial de expansão do mercado e a busca por produtos diferenciados, a espécie *Adenium obesum*, popularmente conhecida como rosa do deserto está em destaque no cenário nacional. É uma planta cultivada em vaso e apreciada por desenvolver raízes e/ou caules ‘inchados’ que servem como órgãos primários para reserva de água, e por apresentar flores com uma diversidade de tonalidades e formatos (DIMMITT; JOSEPH; PALZKILL, 2009; BROWN, 2012; COLOMBO et al., 2015; 2017).

Embora tenha ocorrido evolução na comercialização das plantas ornamentais, há inúmeros fatores que interferem na produção. Para o melhor desempenho na qualidade final da planta é fundamental ter conhecimento sobre a nutrição mineral da espécie a ser cultivada (BARBOSA et al., 2011). Dentre as poucas pesquisas científicas disponíveis sobre nutrição mineral em rosa do deserto, destacam-se os trabalhos de McBride et al., (2014) o qual relata que o nitrogênio (N) é o elemento de maior teor total nas plantas de *A. obesum*; entretanto, Colombo et al., (2016) relataram em seu estudo que o N é o segundo nutriente mais absorvido para a referida espécie. Assim, verifica-se a necessidade de mais trabalhos e melhor compreensão sobre a fertilização e sua implicação na nutrição de plantas de rosa do deserto.

Entre os nutrientes, o N é considerado um dos mais importantes fatores, após a deficiência de água, que limita a produção de plantas (SILVA et al., 2010). No solo ou no substrato existem duas formas predominantes de N mineral disponível às plantas que são nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) (SCHLOERRING et al., 2002; LANE; BASSIRIRAD, 2002).

Algumas espécies de plantas absorvem o N preferencialmente na forma amoniacal (MALAGOLI et al., 2000), enquanto outras, absorvem na forma nítrica, isto pode ocorrer de acordo com as espécies e com fatores ambientais (MENGEL; KIRKBY, 1978). O nitrato para ser assimilado pela planta necessita ser reduzido, em um processo dependente de energia e mediado pela enzima redutase do nitrato (RN) que reduz NO_3^- a NO_2^- , ao passo que a redutase de nitrito (RNi) reduz esse último íon a NH_4^+ , enquanto o amônio dispensa essa etapa para ser assimilado (TAIZ; ZEIGER, 2004; HACHIYA et al., 2012).

A adição de N sob diferentes formas iônicas causa efeitos no crescimento, vigor, produção e reprodução da planta (GUO et al., 2012), e pode acarretar respostas

fisiológicas positivas e negativas (BARTELHEIMER; POSCHLOD, 2013). O NH_4^+ pode ser citotóxico em alta concentração, causando clorose e redução do crescimento, se comparado ao NO_3^- em igual concentração (WALCH-LIU et al., 2001; BRITTO; KRONZUCKER, 2002; MILLER; CRAMER, 2005). Os efeitos negativos do NH_4^+ são geralmente associados à acidificação da rizosfera, à menor absorção de cátions, ao desequilíbrio hormonal e à depleção de ácidos orgânicos (ROOSTA; SCHJOERRING, 2007; HACHIYA et al., 2012).

Alguns estudos relatam que a combinação de NO_3^- e NH_4^+ pode diminuir a toxidez desse último íon em algumas espécies, tais como trigo, tomate e milho (BRITTO; KRONZUCKER, 2002; GARNICA et al., 2009). Muniz et al., (2009) estudando a produção e qualidade de crisântemo de vaso fertirrigados com diferentes relações nitrato/amônio, concluíram que o melhor crescimento das plantas foi obtido quando a proporção de amônio se fez presente na proporção de 50% do N-total.

Essa possível contradição sobre a melhor fonte de nitrogênio a utilizar e a escassez de informações na literatura brasileira sobre como as relações $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas ornamentais, mostram a importância desse estudo, assim, objetivou-se determinar a proporção de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, fornecidos por fertirrigação, que permita o melhor crescimento de plantas de rosa do deserto cultivadas em vaso.

3.2.3 Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação modelo Van der Hoeven[®], com 50% de retenção luminosa e temperatura de $28\text{ }^\circ\text{C} \pm 3\text{ }^\circ\text{C}$, localizada no Departamento de Agronomia na Universidade Estadual de Londrina (UEL), no período de agosto de 2015 a março de 2016.

As mudas utilizadas de *Adenium obesum* foram produzidas a partir de sementes germinadas em bandeja de poliestireno, contendo substrato a base de pó de pinus compostado (Lupa[®]). Estas foram doadas pelo produtor de rosa do deserto Sandro Takemura, da Flora Takemura (Londrina, Paraná).

No momento do transplantio foram selecionadas, a fim de se obter um lote homogêneo, 60 mudas com idade média de 60 dias, com as seguintes características: altura da parte aérea ($4,0\text{ cm} \pm 0,6$), diâmetro do cáudice ($11,5\text{ mm} \pm 2$) e massa seca ($0,12\text{ g} \pm 0,02$). As plantas foram transplantadas em vaso de polipropileno preto com diâmetro de 13 cm,

altura de 9,8 cm e volume de 1000 mL, preenchidos com uma mistura de areia e pó de pinus compostado (Lupa[®]), na proporção 1:1, (v/v).

A irrigação foi realizada diariamente, exceto nos dias das fertilizações, efetuada manualmente, aplicando-se uma lâmina de água de seis milímetros por vaso.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dez repetições, compreendendo cada repetição um vaso com uma planta. Os tratamentos utilizados foram seis proporções de nitrato/amônio ($\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$), (controle, 0/100, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0), sempre com doses iguais de N ($\text{N} = 7,8 \text{ mmol L}^{-1}$) (Tabela 7).

Tabela 7 - Composição das soluções nutritivas com as diferentes proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, utilizadas na fertilização de rosa do deserto. Londrina, 2016.

Macronutrientes (mmol L^{-1})	Proporções $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$				
	0/100	25/75	50/50	75/25	100/0
KH_2PO_4	0	0	0	0	0,07
KNO_3	0	0	0	0,65	1,73
KCl	1,80	1,80	1,80	1,15	0
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0	1,95	3,90	5,20	5,20
CaCl_2	2,60	1,62	0,65	0	0
MgSO_4	0	0	0	0	0,50
MgCl_2	0,60	0,60	0,60	0,60	0,10
NH_4Cl	6,73	4,78	2,83	0,88	0
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	0,07	0,07	0,07	0,07	0
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1,00	1,00	1,00	1,00	0
NaNO_3	0	0	0	0	0,87
NaCl	0,87	0,87	0,87	0,87	0

Fonte: Próprio autor.

As fertilizações foram realizadas semanalmente por meio de regas manuais na quantidade de 100 mL de solução nutritiva por vaso.

Após 180 dias de condução do experimento, as plantas foram removidas dos vasos e as raízes lavadas em água corrente, para remoção do substrato, posteriormente as mesmas foram seccionadas em raízes e parte aérea, da qual também foram separadas as folhas. Os diferentes tecidos foram lavados em água destilada para posterior avaliação das seguintes características: altura da parte aérea (cm), diâmetro basal do cáudice (mm), número dos ramos, massa seca de folhas (g), cáudice (g) e raízes (g), bem como a determinação dos teores e acúmulo de macronutrientes das folhas, cáudice e raiz.

A altura da planta foi obtida com auxílio de régua graduada, do colo da planta até o ápice do maior ramo, o diâmetro basal do cáudice foi obtido com auxílio de paquímetro digital, fazendo a média das medidas do diâmetro na base do cáudice, o número

dos ramos, por planta foi obtido por contagem. A massa seca das folhas, cáudice e raízes, foram obtidas após a secagem dos tecidos em estufa de ventilação forçada a 55 °C, até atingir massa constante e posterior pesagem em balança analítica, com precisão de 0,001 g.

Os tecidos secos e devidamente pesados, foram moídos em moinho analítico modelo A11IKA[®] para a determinação dos teores de macronutrientes e seus respectivos acúmulos. Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram quantificados conforme metodologias descritas por Malavolta et al., (1997). No extrato da digestão nitro-perclórica foi quantificado o fósforo por colorimetria; cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica e potássio por fotometria de chama. O teor de nitrogênio foi obtido mediante digestão sulfúrica e quantificado pelo método de Kjeldahl (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Os resultados dos teores de nutrientes foram expressos em g kg⁻¹.

Para obtenção do acúmulo de nutrientes nas plantas multiplicou-se os valores de massa seca pelos teores dos nutrientes.

Em relação ao substrato foram avaliados o pH e a condutividade elétrica (CE). A determinação de pH e condutividade elétrica foram realizadas seguindo metodologia descrita por Abreu et al. (2007), pelo método de extração 1:2 (v/v) de substrato e água deionizada, e leituras com o auxílio de um peagâmetro e condutivímetro portáteis.

Para os pressupostos de normalidade e homogeneidade foram utilizados análise de variância e teste de Tukey, quando não atendidos, transformou-se os dados, ou empregou-se o teste não paramétrico de Kruskal Wallis (PIMENTEL-GOMES, 2009; BARBIN, 2013).

3.2.4 Resultados e Discussão

Os resultados demonstraram que as proporções de nitrato/amônio não interferiram nas características altura da parte aérea, diâmetro basal do cáudice e número de ramos; contudo, diferiram estatisticamente do tratamento controle, isento de fertilização (Figura 6). Para as características massa seca de folhas, cáudice e raízes a proporção de nitrato/amônio (25/75) apresentou as maiores médias, diferindo significativamente pelo teste de Tukey a 5% dos demais tratamentos (Tabela 8).

Figura 6 - Crescimento vegetativo de plantas de rosa do deserto (*Adenium obesum*), em função das proporções de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ na solução nutritiva, após 180 dias de cultivo.



Controle, sem aplicação de solução nutritiva.

Fonte: próprio autor.

Tabela 8 - Médias observadas para as características: altura da parte aérea (ALT), diâmetro basal do cáudice (DBC), número de ramos (NR), massa seca de folha (MSF), massa seca de cáudice (MSC) e massa seca de raízes (MSR), em função das proporções de nitrato/amônio aplicadas via fertirrigação em plantas de *Adenium obesum*, Londrina, 2016.

Nitrato/Amônio	ALT (cm)	DBC (mm)	NR	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)
0/100	13,12 a*	25,95 a	4,60 a	1,28 b	2,03 b	0,89 d
25/75	13,08 a	26,06 a	4,50 a	1,60 a	2,72 a	1,25 a
50/50	12,86 a	26,58 a	4,50 a	1,03 c	1,99 b	1,11 b
75/25	12,90 a	26,06 a	4,40 a	0,99 cd	1,97 b	0,96 c
100/0	12,96 a	26,10 a	4,70 a	0,93 d	1,93 b	0,91 d
Controle	5,84 b	18,92 b	1,50 b	0,17 e	0,79 c	0,19 e
C.V. (%)	9,60	8,82	12,80	11,73	5,12	9,94

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

** Teste não paramétrico Kruskal Wallis (ALT, DBC, NR, MSF, MSR).

Fonte: próprio autor.

Em relação à produção de massa seca, em função do aumento da proporção de amônio na solução nutritiva, pode-se atribuir esse comportamento ao menor requerimento de energia para assimilação do NH_4^+ em comparação ao NO_3^- (SANDOVAL et al., 1995; BIJLSMA et al., 2000). Klett e Gartner (1975) encontraram maior acúmulo de massa seca em crisântemo 'Brigth Golden Anne', cultivado em substrato constituído por casca de pinus, quando as plantas foram fertirrigadas com ambas as formas de nitrogênio, NO_3^- e NH_4^+ , do que quando somente com uma das fontes. Resultados semelhantes estão descritos por Muniz et al., (2009) em que o melhor crescimento das variedades de crisântemo foi obtido quando a proporção de amônio se fez presente na proporção de 50% do N-total. Segundo Pan, Ye e Hew (1997), a forma preferencial de N absorvido por *Cymbidium sinense* é a forma NO_3^- N,

entretanto a combinação entre $\text{NH}_4\text{-N}$ e $\text{NO}_3\text{-N}$, quando supridos nas concentrações adequadas, é mais indicada para o crescimento das folhas e raízes.

Os menores valores de MSF, MSC e MSR no tratamento 0/100, em comparação ao tratamento 25/75, pode ter ocorrido devido ao excesso de NH_4^+ , que pode ser tóxico às plantas quanto em alta concentração (ZHOU et al., 2017).

Com relação ao pH dos substratos (Tabela 9), os valores variaram entre 6,8 (75/25) e 7,09 (25/75), dessa forma todos os valores tenderam a neutralidade, não impedindo a planta de absorver os nutrientes. Para Kämpf (2000) o pH do substrato está ligado a disponibilidade de nutrientes às plantas, para substratos com predominância de matéria orgânica, a faixa recomendada é de 5,0 a 5,8 e entre 6,0 e 6,5 para substratos com predominância de minerais. Fernandes (2006) relata que à medida que a planta exsuda H^+ para fora da célula ela absorve NH_4^+ , para o equilíbrio eletrostático; além disso, a planta absorve NO_3^- em via simporte com H^+ no mesmo transportador fazendo com que o pH externo à célula aumente.

Colombo et al., (2016) também encontraram valores de pH próximos a neutralidade em um estudo de substratos contendo casca de pinus compostada para o cultivo de rosa do deserto.

Os valores de condutividade elétrica obtidos neste trabalho (Tabela 9) variaram de $123,60 \mu\text{S cm}^{-1}$ (controle) a $257,60 \mu\text{S cm}^{-1}$ (50/50). Takane, Faria e Altafin (2006) caracterizam como salinização do substrato valores acima de $500 \mu\text{S cm}^{-1}$, portanto, os tratamentos permaneceram abaixo do nível de salinização máximo preconizado por esses autores, não afetando o crescimento das mudas de rosa do deserto. A redução da CE verificada no substrato do tratamento 25/75 ocorreu devido a maior absorção de nutrientes, o que pode ser claramente evidenciado pelo acúmulo de macronutrientes nas plantas (Tabela 10).

Tabela 9. Médias observadas para as características pH e condutividade elétrica (CE) do substrato, em função das proporções de nitrato/amônio aplicadas via fertirrigação em plantas de rosa do deserto (*Adenium obesum*), após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016.

Nitrato/Amônio	pH (H ₂ O)**	CE (μS cm ⁻¹)
0/100	6,86 bc*	166,76 b
25/75	7,09 a	146,10 c
50/50	6,87 bc	257,60 a
75/25	6,80 c	252,30 a
100/0	6,92 b	255,50 a
Controle	6,93 b	123,60 d
C.V. (%)	2,59	6,96

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

** Teste não paramétrico Kruskal Wallis (pH).

Fonte: próprio autor.

As diferentes proporções de NO₃⁻ e NH₄⁺ apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey, em relação ao acúmulo de macronutrientes em plantas de *Adenium obesum*. Os maiores valores de acúmulo para todos os nutrientes foram observados quando o amônio se fez presente na solução nutritiva em torno de 75% do N-total, principalmente em razão do maior crescimento das plantas (Tabela 8). De modo geral, a quantidade de nutrientes absorvidos seguiu a ordem: K > N > Ca > P > Mg (Tabela 10), corroborando os resultados encontrados por Alves (2016) e Colombo et al., (2016) em estudo com a mesma espécie. Por outro lado, McBride et al., (2014) relatam que o N é o nutriente mais absorvido por essa espécie, seguido de K.

Tabela 10 - Acúmulo de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em plantas de *Adenium obesum*, em função das proporções de nitrato/amônio aplicadas via fertirrigação, após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016.

Nitrato/Amônio	N	P	K	Ca	Mg
0/100	72,39c*	16,88c	114,46b	51,87c	13,5c
25/75	99,11a	25,51a	157,62a	76,95a	17,88a
50/50	87,41b	20,86b	119,87b	59,79b	16,47ab
75/25	63,66d	20,64b	90,95c	53,13c	16,09b
100/0	54,22e	14,87d	96,64c	50,17c	14,32c
Controle	10,46f	3,85e	31,67d	10,36d	2,59d
C.V. (%)	6,87	7,03	6,42	7,58	7,33

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: próprio autor.

Em relação às diferentes proporções de NO_3^- e NH_4^+ e seus efeitos nutricionais, verifica-se a influência significativa desses elementos no teor de todos os nutrientes nas folhas, cáudice e raízes de *Adenium obesum* (Tabela 11).

O teor de N tendeu a aumentar em todos os órgãos em função da redução da proporção $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, sobretudo nas folhas. Esse efeito deve ter ocorrido devido à assimilação do NH_4^+ ser preferencialmente nas folhas. Os valores encontrados na folha passaram de deficientes para suficientes, com base nos valores usados como referência (Tabela 11) obtidos no estudo de McBride (2012), o qual estabelece que a concentração adequada de N em folhas de *Adenium obesum* está entre 19 a 24 g kg⁻¹.

Os teores de P, K e Ca estiveram acima dos valores de referência em todos os órgãos estudados (Tabela 11). Nesse sentido, apesar de terem sido observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, isso não deve ter sido responsável pelo aumento no crescimento das plantas. É comum na literatura constatações de consumo de luxo de K para diversas culturas (EPSTEIN; BLOOM, 2005; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005).

O Mg permaneceu abaixo dos valores de referência em todos os órgãos estudados (Tabela 11). Logo, apesar de seu teor ter aumentado em comparação ao controle, os tratamentos utilizados podem não ter disponibilizado a quantidade de Mg necessário ao crescimento das plantas. O Mg atua no anel tetrapirrólico da molécula de clorofila e como ativador da enzima RUBISCO, sendo essencial à fixação de C atmosférico (ANDERSSON, 2008; STREI et al., 2005). Adicionalmente, funciona como cofator dos ribossomos durante o processo de tradução proteica (PETROV et al., 2012).

Tabela 11 - Teor de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em folhas, cáudice e raízes de *Adenium obesum*, em função das proporções de nitrato/amônio aplicadas via fertirrigação, após 180 dias do início do experimento. Londrina, 2016.

Nitrato/Amônio	N	P	K	Ca	Mg
Folhas -----g kg ⁻¹ -----					
0/100	27,59 b*	4,59 bc	32,72 b	17,44 b	3,75 bc
25/75	29,92 a	4,28 d	36,34 a	24,28 a	3,97 ab
50/50	31,63 a	5,02 a	30,49 c	25,61 a	4,51 a
75/25	24,35 c	4,48 cd	23,39 f	18,57 b	4,49 a
100/0	27,25 b	4,81 ab	28,18 d	17,47 b	4,35 a
Controle	17,35 d	3,13 e	26,29 e	16,69 b	3,39 c
C.V. (%)	4,97	3,88	4,18	9,41	10,83
***VR	19-24	0,9-1,2	4,5-5,5	15-16	8,4-8,8
Cáudice -----g kg ⁻¹ -----					
0/100	13,07 bc	3,24 c	22,57 b	11,37 c	2,85 c
25/75	12,09 c	4,30 b	22,68 b	10,86 c	2,41 d
50/50	18,61 a	5,42 a	25,68 a	13,30 b	3,94 ab
75/25	13,67 b	5,67 a	23,06 b	14,55 a	4,14 a
100/0	9,59 d	3,44 c	22,70 b	14,88 a	3,69 b
Controle	7,96 e	3,01 c	27,20 a	7,85 d	1,86 e
C.V. (%)	7,36	11,7	7,82	7,3	5,49
***VR	15-21	1,0-1,4	8,9-13,4	8,2-10,6	5,3-7,8
Raízes -----g kg ⁻¹ -----					
0/100	11,85 d	4,97 abc	30,07 a	7,26 a	3,28 b**
25/75	14,68 b	5,57 a	30,23 a	6,85 a	3,98 a
50/50	16,03 a	4,42 bc	33,66 a	6,26 ab	3,59 ab
75/25	13,15 c	5,24 ab	23,30 b	6,34 ab	3,63 ab
100/0	11,39 d	4,13 c	29,25 a	5,72 b	3,47 b
Controle	6,45 e	4,95 abc	30,06 a	6,93 a	2,89 c
C.V. (%)	7,77	13,02	11,64	15,32	14,28
***VR	15-25	1,3-2,1	16-28	3,4-4,6	7,0-9,8

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

** Teste não paramétrico Kruskal Wallis (Mg na raiz).

***VR: valor de referência para cada nutriente baseado no estudo de McBride (2012).

Fonte: próprio autor.

3.2.5 Conclusão

Recomenda-se para o cultivo de rosa do deserto a aplicação da proporção 25/75 de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, a qual proporciona os melhores resultados para a maioria das características fitométricas e os maiores valores de acúmulo para todos os nutrientes avaliados, resultando em melhor performance das plantas.

4 CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com as características avaliadas, a aplicação da solução de Sarruge promoveu o crescimento das plantas, bem como a absorção de nutrientes. A concentração da solução de Sarruge de 150% mostra-se como a mais adequada para a produção de rosas do deserto em vaso, por ter promovido melhor crescimento e acúmulo de nutrientes.

Recomenda-se para o cultivo de rosa do deserto a aplicação da proporção 25/75 de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, por proporcionar os melhores resultados para a maioria das características fitométricas e os maiores valores de acúmulo para todos os nutrientes avaliados, resultando em melhor performance das plantas.

De modo geral, para ambos os estudos, a quantidade de nutrientes absorvidos seguiu a ordem: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg}$.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, C. **Relação K: Ca: Mg na solução nutritiva para o cultivo de mini tomate em substrato**. 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, Botucatu, 2011.
- ABREU, M. F. et al. Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 25, n. 2, p. 184-187 2007.
- ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT an hydroponic systems. **Acta Horticulture**, n. 361, 1994.
- ALVES, G. A. C. **Substratos e adubações no crescimento inicial de rosa do deserto**. 2016. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.
- ANDERSSON, I. Catalysis and regulation in Rubisco. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 7, p. 1555-1568, 2008.
- ANDRADE, A. C. et al. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum. cv. napier). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p.1643-1651, 2003.
- ANDRIOLO, J.L. et al. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura brasileira**, v. 15, n. 1, p. 28-32, 1997.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- BARBOSA, J.G. et al. Doses de solução nutritiva para fertirrigação de pimentas ornamentais cultivadas em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.17, n.1, p. 29-36, 2011.
- BARBIN, D. **Planejamento e Análise Estatística de Experimentos Agrônomicos**. Londrina: MECENAS. 2013.
- BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; KÄMPF, A.N. Acúmulo de macronutrientes em plantas de crisântemo sob cultivo hidropônico em argila expandida para flor de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n.4, p. 593-601, 1999.
- BARTELHEIMER, M.; POSCHLOD, P. The response of grassland species to nitrate versus ammonium coincides with their pH optima. **Journal of Vegetation Science**, v. 1, 2013.
- BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z. **Características de substratos e concentrações de soluções nutritivas para o cultivo do crisântemo em vaso**. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal. 2007.
- BERNARDI, A. C. et al. Desenvolvimento vegetativo de plantas de *Dendrobium nobile* Lindl. fertirrigadas com diferentes concentrações da solução nutritiva de sarruge. **Semina: Ciências Agrárias**, v.25, n.1, p. 13-20, 2004.

- BIJLSMA, R.J.; LAMBERS, H.; KOOIJMAN, S. A dynamic whole-plant model of integrated metabolism of nitrogen and carbon. 1. Comparative ecological implications of ammonium-nitrate interactions. **Plant and Soil**, v.1, n. 1-2, p. 49-69, 2000.
- BISCARO, A. G. et al. **Sistema de irrigação localizada**. 1. ed. Dourados: UFGD, 2014. 262 p.
- BRITTO, D.T.; KRONZUCKER, H.J. NH_4^+ toxicity in higher plants: a critical review. **Journal of Plant Physiology**, v. 159, n.6, p. 567-584, 2002.
- BROWN, S. H. **Adenium obesum**. Department of Agriculture, Cooperative Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida A. & M. 2012.
- CADAHÍA, C. **Fertirrigación: aspectos basicos**. In: *Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales*. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. 79 p.
- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: Hidroponia**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43p.
- CASTRO, P.R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Piracicaba: Ceres, 2005. 650 p.
- CAVALCANTE, L.F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. Areia: CCA/UFPB, 2000. 71p.
- CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO PARANÁ S.A. (CEASA/PR). Boletim Anual 2010. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, 73 p. 2010.
- COELHO, A.M. **Fertirrigação**. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. (Ed.) *Quimigação*. Sete Lagoas: Embrapa/ CNMS, 1994. p. 201-227.
- COLOMBO, R.C. et al. Production of desert rose seedlings in different potting media. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 3, p. 250-256, 2017.
- COLOMBO, R.C. et al. Potting media, growth and build-up of nutrients in container-grown desert rose. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, n.2, p.258-263, 2016.
- COLOMBO, R. C. **Substratos e manejo da irrigação no desenvolvimento e na nutrição da rosa do deserto em vaso**. 2015. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2015.
- CRAMER, G. R. et al. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of plant Physiology**, v.21, n.6, p.675-692, 1994.
- DIAS, N. S. et al. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido. II: Efeitos sobre o rendimento do meloeiro. **Irriga**, v. 11, n. 3, p. 376-383, 2006.
- DIAS, N. S. et al. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n. 4, p.496-504, 2005.

DIAS, N.S.; GHEYI, H.R.; DUARTE, S.N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: DER, ESALQ/USP, 2003. 118 p.

DIMMITT, M.; JOSEPH, G.; PALZKILL, D. **Adenium**: Sculptural Elegance, Floral Extravagance. 1 ed. Tucson: Scathingly Brilliant Idea, 2009. 152 p.

DONEEN, L.D. Salinization of soil by salts in the irrigation water. **Transactions of the American Geophysics Union**, v. 35, n. 6, p. 943-950, 1975.

ELOI, W. M. et al. Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertirrigação em ambiente protegido. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.471-476, 2011.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 1, p. 83-89, 2007.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives**. 2 ed. Sunderland: Sinauer, 2005. 225 p.

EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: principle and perspectives**. New Delhi: WilleyEastern, 1978. 411p.

EZCURRA, C. Revisión de las Apocináceas de la Argentina. **Darwiniana**, v. 23, n. 2-4, p. 367-474, 1981.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: ESAL/ FAEPE, 1994. 227 p.

FALLEN, M. E. Floral structure in Apocynaceae: morphological, functional and evolutionary aspects. **Botanischer Jahrbucher Systematik**, v. 106, p. 245-286, 1986.

FALLEN, M. E. The gynoecial development and systematic position of Allamanda (Apocynaceae). **American Journal of Botany**, v. 72, p. 572-579, 1985.

FARIA, R.T.; ASSIS, A.M.; CARVALHO, J.F.R.P. **Cultivo de Orquídeas**. Londrina: Mecenias, 2010. 208 p.

FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. 432 p.

FOLEGATTI, M. V. et al. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil.

Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 71-103

FURLANI, P. R. et al. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC, 1999. 50 p.

FRANCO, C. F.; PRADO, R. De M. Uso de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de mudas de goiabeira: macronutrientes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 2, 2006.

GARNICA, M. et al. Nitrate modifies urea root uptake and assimilation in wheat seedlings. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.89, n.1, p. 55-62, 2009.

GIACON, G. M. **Fertirrigação nitrogenada na cultura do gladiolo (*Gladiolus hortulanus*) L. cv Amsterdam**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. 2015.

GUO, X.R.; ZU, Y.G.; TANG, Z.H. Physiological responses of *Catharanthus roseus* to different nitrogen forms. **Acta Physiol Plant**, v.34, n.2, p. 589-598, 2012.

HACHIYA, T. et al. Nitrate addition alleviates ammonium toxicity without lessening ammonium accumulation, organic acid depletion and inorganic cation depletion in *Arabidopsis thaliana* shoots. **Plant and Cell Physiology**, v. 53, n. 3, p. 577-591, 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 & Environment**, v. 30, n. 10, p. 1269-1283, 2007.

HAYNES, R. J. Principles of fertilizer use for trickle irrigated crops. **Fertilizer Research**, v.6, n.3, p.235-255, 1985.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950. 347p.

HU, Y.; SCHMIDHALTER, U. **Limitation of salt stress to plant growth**. In: HOCK; ELSTNER. *Plant Toxicology*. 2004. New York: Marcel Dekker Inc., 2004. p. 191-224.

IBRAFLOR. O setor está crescendo. 2015. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=243>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

ICHINOSE, J. G. dos S. **Desenvolvimento e acúmulo de nutrientes em duas espécies de orquídeas: *Dendrobium nobile* Lindl. e *Miltonia flavescens* Lindl.** 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JONES, J.R.; BENETON, J.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook**. Georgia: Micro-macro publishing, 1991, 213 p.

JUNQUEIRA, A.H; PEETZ, M.S. **As Campanhas de marketing na floricultura brasileira**. *Jornal Entrepósito*, fev. 2016.

JUNQUEIRA, A.H; PEETZ, M.S. **Panorama da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais do Brasil**. *Jornal Entrepósito*, set. 2015.

JUNQUEIRA, A. H; PEETZ, M. S. **2013: Balanço do comércio exterior da floricultura brasileira**. *Hortica*, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.hortica.com.br/artigos/2014/2013_Comercio_Exterior_Floricultura.pdf>. Acesso em: 04 set. 2015.

KÄMPF, A. N; TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. **Floricultura: técnicas de preparo de substratos**. Brasília: LK, 2006. 132 p.

- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000.
- KATZ, I. **Fertirrigação com diferentes doses de nitrogênio em plantas de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.)**. 2004. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2004.
- KINOSHITA, L. S. **Apocynaceae**. In WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; MELHEM, T. S.; GIULIETTI, A.M. (coord.) Flora Fanerogâmica do estado de São Paulo, São Paulo, 2005.
- KLETT, J. E.; GARTNER, J. B. Growth of chrysanthemum in hardwood bark as affected by nitrogen source. **Journal American Society Horticultural Science**, v. 100, n. 4, p. 440-442, 1975.
- KRONZUCKER, H.J.; SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Conifer root discrimination against soil nitrate and the ecology of forest succession. **Nature**, p.59-61, 1997.
- LANE, D. R.; BASSIRIRAD, H. Differential responses of tallgrass prairie species to nitrogen loading and varying ratios of NO_3^- to NH_4^+ . **Functional Plant Biology**, v.29, n.10, p.1227-1235, 2002.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução por PRADO, C.H.B.A. São Carlos: Editora Rima, 2000. 530p.
- LOCASCIO, S. J.; OLSON, S. M.; RHOADS, F. M. Water quantity and time of N and K application for trickle-irrigated tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 114, n. 2, p. 265-268, 1989.
- LONE, A.B. et al. Desenvolvimento vegetativo de orquídeas submetidas a diferentes formulações de macronutrientes e frequências de adubação durante a fase de aclimatização. **Semina. Ciências Agrárias (Impresso)**, v. 31, n.4, p. 895, 2010.
- LOPES, A. V.; MACHADO, I. C. Pollination and reproductive biology of *Rauvolfia grandiflora* (Apocynaceae) secondary pollen presentation, herkogamia and self-incompatibility. **Plant Biology**, v. 1, n.5, p. 547-553, 1999.
- LUDWIG, F. et al. Crescimento e produção de gébera fertirrigada com solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n.4, p. 424-429, 2010.
- MAAS, E.V. **Salt tolerance of plants**. Applied Agricultural Research, New York, v.1, n.1, p.12-26, 1986.
- MALAGOLI, M. et al. Differences in nitrate and ammonium uptake between Scots pine and European larch. **Plant and Soil**, v.221, n.1, p.1-3, 2000.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

- MALAVOLTA, E. **Práticas de nutrição mineral de plantas**. Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1976. 65p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed. London: Elsevier, 2012. 643p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Amsterdam: Academic Press, 2005. 889 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, P. F. **Manejo de substratos para horticultura**. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, n.3, 2002, Campinas. Anais... Campinas: IAC, 2002. p. 53-76.
- McBRIDE, K.M. et al. Effect of Light Intensity and Nutrition Level on Growth and Flowering of *Adenium obesum* 'Red' and 'Ice Pink'. **Hortscience**, v. 49, n.4, p.430-433, 2014.
- McBRIDE, K. M. **The effect of cultural practices on growth, flowering, and rooting of *Adenium obesum***. 2012. 116 f. Dissertação (Mestrado). University of Florida, Flórida. 2012.
- McLAUGHLIN, J.; GAROFALO, J. **The Desert Rose, *Adenium obesum*: Nursery Production**. Fact Sheet 66. Miami-Dade Cooperative Extension, Homestead, Florida. 2002.
- MEDEIROS, P. R. F. et al. Eficiência do uso de água e de fertilizantes no manejo de fertirrigação no cultivo do tomateiro sob condições de salinidade do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.2, p.344-351, 2012.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1978. 593 p.
- MERCURIO, G. **Gerbera cultivation in greenhouse**. PhD Thesis, Schreurs, Netherlands. 2002.
- MILLER, A.J.; CRAMER, M.D. **Root nitrogen acquisition and assimilation**. *Plant and Soil*, v. 274, p. 1-36, 2005.
- MORALES, J. F. **Estudios em las Apocinaceae neotropicales XIX: La familia Apocynaceae**. str. (Apocynoideae, Rauvolfioideae) de Costa Rica. *Darwiniana*, v.43, n. 1-4, p.90-191, 2005.
- MOTA, P.R.D.A. et al. Condutividade elétrica da solução nutritiva e acúmulo de macro e micronutrientes no cultivo de crisântemo. **Bragantia**, v. 72, n. 1, p.81-89, 2013.
- MOTA, P. R. D. **Níveis de condutividade elétrica da solução do substrato em crisântemode vaso, em ambiente protegido**. 2004. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. 2004.

- MUNIZ, M. A. et al. Produção e qualidade de crisântemos de vaso fertirrigados com diferentes relações nitrato/amônio. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, p. 75-82, 2009.
- NELL, T. A.; BARRET, J. E.; LEONARD, R. T. Production factor affecting post production quality of flowering potted plants. **HortScience**, v.32, p.817-819, 1997.
- NETO, A. E. F.; BOLDRIN, K. V. F.; MATSSON, N. S. Nutrition and Quality in Ornamental Plants. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n.2, p. 139-150, 2015.
- NEVES, M. F.; PINTO, M. J. A. **Mapeamento e Quantificação da Cadeia de Flores e Plantas Ornamentais do Brasil**. São Paulo: OCESP, 2015.
- PAN, R. C.; YE, Q. S.; HEW, C. S. Physiology of *Cymbidium sinense*: a review. **Scientia Horticulturae**, v. 70, p.123-129, 1997.
- PAPADOPOULOS, I. **Fertirrigação: Situação atual e perspectivas para o future**. In: FOLEGATTI, M. V. **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 11 -154.
- PATRO, R. **Rosa do deserto- *Adenium obesum***. 2013. Disponível em: <<http://www.jardineiro.net/plantas/rosa-do-deserto-adenium-obesum.html>> Acesso em: 27 de jul. 2014.
- PETROV, A. S. et al. RNA–Magnesium–Protein Interactions in Large Ribosomal Subunit. **The Journal of Physical Chemistry B**, v.116, n.28, p.8113–8120, 2012.
- PHENE, C. J. et al. Effects of high frequency surface and surface drip irrigation on root distribution of sweet corn. **Journal of Irrigation Science**, v. 12, n. 3, p.135-140, 1991.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009.
- PINTO, J.M. et al. Adubação via água de irrigação na cultura do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.11, p.1263-1268, 1993.
- PLAIZIER, A. C. A revision of *Adenium* Roem. & Schult. and of *Diplorhynchus* Welw. ex Fic. & Hiern (Apocynaceae). **Mededelingen Landbouwhogeschool**, v. 80, n. 12, p.1-40, 1980.
- QUINET, C. G. P.; ANDREATA, R. H. P. Estudo taxonômico e morfológico das espécies de Apocynaceae Adans. na reserva Rio das Pedras, Município de Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Pesquisas, Bot**, n. 56, p.13-73, 2005.
- RAIJ, B. V. **Princípios de correção e de adubação para mudas e para produção comercial**. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. Anais, Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.75-84.
- RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. Botânica Econômica Brasileira. Âmbito Cultural. **Rio de Janeiro**, p.112-113, 1995.
- RODRIGUES, D. S. et al. Quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p.137-144, 2002.

ROMAHN, V. **Enciclopédia ilustrada das plantas & flores: suculentas, samambaias e aquáticas**. São Paulo: Editora Europa, 2012.

ROOSTA, H.R.; SCHJOERRING, J.K. Effects of ammonium toxicity on nitrogen metabolism and elemental profile of cucumber plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 30, n.11, p.1933-1951, 2007.

SANDOVAL, V. M.; ALCANTAR, J. L.; TIRADO, T. Use of ammonium in nutrient solutions. **Journal Plant Nutrition**, v. 18, n.7, p.1449-1457, 1995.

SANTOS, F. T. et al. Nutrition and growth of potted gerbera according to mineral and organic fertilizer. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n.2, p.251-258, 2015.

SANTOS, F. H. S. et al. Nutrição nitrogenada de bromélias. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 18, n. 1, 2012.

SARRUGE, J. R. **Soluções nutritivas**. Summa Phytopathologica, Piracicaba, v.1, n.3, p.231-233, 1975.

SCHLOERRING, J. K. et al. The Regulation of ammonium translocation in plants. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.53, n. 370, p.883-890, 2002.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ (SEAB). Departamento de Economia Rural (DERAL). **Análise da Conjuntura Agropecuária – Safra 2015/2016**. Floricultura. 2016.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ (SEAB). Departamento de Economia Rural (DERAL). **Valor da Produção da Agropecuária Paranaense, 2008 a 2013**. Curitiba/PR, 2014.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. (SEBRAE). **Flores e Plantas Ornamentais do Brasil**. Volume 2. Série Estudos Mercadológicos. 2015. Disponível em:<
[http://www.hortica.com.br/artigos/2015/FPO BR Estudos Mercadologicos 2015 Vol1.pdf](http://www.hortica.com.br/artigos/2015/FPO_BR_Estudos_Mercadologicos_2015_Vol1.pdf)>
. Acesso em: 14 abr. 2016.

SILVA, A.O. A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. **Pesquisas agrárias e ambientais**, v. 2, n. 3, p.180-186, 2014.

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 FZVA**, v.17, n.1, p.104-114, 2010.

SILVA, E.F. F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade no cultivo do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, M.A.G. **Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido**. 1998. 86 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1998.

SIMPSON, M. G. **Plant systematics**. Elsevier Academic Press, California, 2006. 590p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012. 768 p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto Plantarum, Nova Odessa, 2005. 640 p.

STEGANI, V. et al. Crescimento e desenvolvimento inicial de plantas da orquídea brasileira *Cattleya loddigesii* Lind. em resposta a adubação nitrogenada. Convibra. V Congresso Online. Agronomia. 2017.

STREIT, N.M. et al. As Clorofilas. Revisão Bibliográfica. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAKANE, R.J.; FARIA R.T.; ALTAFIN, V.L. **Cultivo de orquídeas**. Brasília: LK Editora e Comunicações, 2006. 131p.

TAVARES JÚNIOR, J.E.; DALTO, G. **Manejo eficiente da adubação nitrogenada**. 2004. Disponível em: <<http://www.manah.com.br/informativos.asp?idI=10>>. Acesso em: 5 jul. 2016.

TEIXEIRA, N.T. **Hidroponia**: Uma Alternativa Para Pequenas Áreas. Guaíba: Agropecuária, 1996.

TRANI, P. E.; TIVELI, S. W.; CARRIJO, O. A. Fertirrigação em hortaliças. ver. Atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011. 51 p. Série Tecnologia APTA. **Boletim Técnico IAC**, v. 196.

VILLAS BÔAS, R. L. et al. **Princípios da Fertirrigação**. Bauru: UNESP, 2006.

VILLAS BÔAS, R.L. et al. **Fertirrigação no Brasil, técnica inovadora nos cultivos irrigados**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FERTIRRIGAÇÃO, n. 1, 2003, João Pessoa. Anais... João Pessoa: UFPB/CCA, 2003. 1 CDROM.

VILLAS BÔAS, R. L. et al. **Uso e manejo de fertilizantes em fertirrigação**. In: ZANINI, J. R. et al. Uso e manejo da fertirrigação e hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 2002, p.1-26.

WALCH-LIU, P.; NEUMANN, G.; ENGELS, C. Response of shoot and root growth to supply of different nitrogen form is not related to carbohydrate and nitrogen status of tobacco plants. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 164, n.1, p.97-103, 2001.

XAVIER, P. B. et al. Crescimento inicial de *Alcantarea vinicolor* em função de fontes e doses de nutrientes. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 16, n. 2, p.169-173, 2010.

ZANINI, J.R. **Hidráulica da fertirrigação por gotejamento utilizando o tanque de derivação de fluxo e bomba injetora**. 1987. 103 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

ZHOU, Q. et al. Ammonia stress on nitrogen metabolism in tolerant aquatic plant - *Myriophyllum aquaticum*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 143, p.102-110, 2017.

ZONG-MIN, M. et al. Nitrogen requirements for vegetative growth, flowering, seed production, and ramet growth of *Paphiopedilum armeniacum* (Orchid). **HortScience**, v. 47, n. 5, p.585-588, 2012.