



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

RODRIGO THIBES HOSHINO

**FERTILIZAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA NO CRESCIMENTO
E ESTADO NUTRICIONAL DA ORQUÍDEA *Brassia*
Verrucosa Lindley**

Londrina
2017

RODRIGO THIBES HOSHINO

**FERTILIZAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA NO CRESCIMENTO
E ESTADO NUTRICIONAL DA ORQUÍDEA *Brassia
verrucosa* Lindley**

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

Hoshino, Rodrigo Thibes.

Fertilização química e orgânica no crescimento e estado nutricional da orquídea *brassia verrucosa* lindley / Rodrigo Thibes Hoshino. - Londrina, 2017.
85 f. : il.

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. Micronutrientes - Tese. 2. Condutividade Elétrica - Tese. 3. Orgânico - Tese. 4. Orchidaceae - Tese. I. Faria, Ricardo Tadeu de. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

RODRIGO THIBES HOSHINO

**FERTILIZAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA NO CRESCIMENTO E
ESTADO NUTRICIONAL DA ORQUÍDEA *Brassia verrucosa* Lindley**

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

BANCA EXAMINADORA

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

Dra. Christina da Silva Wanderley
Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL

Dr. Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi
Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL

Dra. Inês Cristina de Batista Fonseca
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Dr. Adonis Moreira
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 27 de Agosto de 2017.

DEDICO

A Dona Terezinha, minha amada
mãe, meu exemplo de honra e
dedicação à família.

AGRADECIMENTOS

- Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina e a todos os professores e colegas de pós-graduação que contribuíram não somente com minha formação profissional, mas que também me prestigiaram com sua amizade, permitindo compartilhar idéias, sempre com muito respeito e isonomia.
- Ao meu orientador Professor Dr. Ricardo Tadeu de Faria, não somente pelas orientações e suporte a pesquisa, mas muito mais pela paciência e temperança, um exemplo profissional de dedicação e amor ao trabalho.
- À CAPES pelo suporte financeiro.
- À minha família, minha mãe Terezinha Thibes Cordeiro Hoshino, e meus irmãos Adriano Thibes Hoshino e Luciana Thibes Hoshino, sempre presentes em ajuda mútua e companheirismo sincero.
- Aos meus colegas de laboratório, Guilherme Augusto Cito Alves, Douglas Junior Bertoncelli, Gianne Caroline Stulzer, Pablo Henrique Siqueira e Ronan Carlos Colombo, com os quais aprendi e ensinei, não só a ciência das flores, mas também arte de viver e conviver.
- Aos nossos companheiros do dia a dia, Geraldo Lopes da Silva e ao Sr. José Vicentini Neto (Sr. Bié), grandes e experientes profissionais com os quais aprendi muito nestes anos.
- Aos técnicos do Laboratório de Solos Márcio Praxedes e João Machado, pelo suporte a nossa pesquisa, e ao Professor Dr. Osmar Rodrigues Brito que nos auxiliou nesta parceria entre os laboratórios de solos e fitotecnia.
- A todos e muitos que não puderam conter nestes pequenos parágrafos, mas que foram de igual e vital importância na minha vida e que fazem parte do que sou e penso hoje.

OBRIGADO

“Cada um que passa em nossa vida passa sozinho, mas não vai só nem nos deixa sós; leva um pouco de nós mesmos, deixa um pouco de si mesmo”

(Antoine de Saint-Exupéry)

HOSHINO, Rodrigo Thibes. **Fertilização química e orgânica no crescimento e estado nutricional da orquídea *Brassia verrucosa* Lindley**. 2017. 85f. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

A floricultura gera renda e desenvolvimento nas regiões onde se desenvolve, pois viabiliza pequenas unidades de produção, devido ao alto valor agregado de seus produtos. A fertilização é um manejo fundamental a ser considerado na produção comercial de orquídeas, que além de garantir qualidade e padronização, também reduz o tempo necessário para que as mudas e flores atinjam padrões comerciais. É conhecido o efeito benéfico do uso de fórmulas NPK, contudo as fórmulas negligenciam os efeitos dos demais macro e micronutrientes. Além disso, estudos indicam que a eficiência da fertirrigação varia de acordo com a condutividade elétrica das soluções e as frequências de aplicação utilizadas. Quanto à fertilização orgânica, sua eficácia e recomendações de uso ainda permanecem empíricas. O objetivo deste trabalho foi estudar a fertilização e nutrição mineral em *Brassia verrucosa* (Orchidaceae), com ênfase sobre: i - os micronutrientes no crescimento inicial; ii - a condutividade elétrica e frequências de aplicação das soluções nutritivas; iii - o uso da torta de mamona como fertilizante orgânico. Para avaliação do efeito dos micronutrientes, as plantas foram fertirrigadas semanalmente, com soluções nutritivas de Hoagland e Arnon, modificadas para fornecer diferentes concentrações de micronutrientes, sendo: 0; 25; 50; 100; 200 e 400% da concentração padrão. Plantas irrigadas com água deionizada foram utilizadas como controle. Para determinar os efeitos da condutividade elétrica e frequências de aplicação, foram utilizados a ureia, o cloreto de potássio e fosfato monoamônico, como fonte de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), diluídos em três diferentes concentrações de iguais proporções em massa: C1 (0,5:0,5:0,5; g L⁻¹), C2 (1:1:1; g L⁻¹) e C3 (2:2:2; g L⁻¹). As condutividades elétricas das soluções apresentaram 1,25, 2,5 e 4,7 mS cm⁻¹, respectivamente. As soluções foram aplicadas, por regas com 50 mL, em três frequências: mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3). Plantas não fertilizadas foram utilizadas como controle. Para avaliar a eficácia da torta de mamona (TM) foram aplicadas sobre o substrato as quantidades de 0,0; 4,8; 9,6 e 14,5 g do fertilizante orgânico para cada litro de substrato. A TM foi reaplicada a cada 03 meses. Como testemunha adicional foi realizada a fertilização mineral com ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico diluídos em água (1:1:1; g L⁻¹) aplicados 50 mL quinzenalmente. Variáveis fitométricas e os teores de nutrientes na parte aérea foram avaliados, com 10 repetições por tratamento. A fertilização com micronutrientes em *Brassia verrucosa* não apresentou efeitos sobre o crescimento vegetativo inicial, na qual a fertilização com solução nutritiva de Hoagland e Arnon promoveu aumentos significativos sobre a altura, volume radicular e massa seca de raízes e parte aérea, mesmo na ausência de micronutrientes, entretanto os teores de P, K, Fe, Mn, Zn e Cu na parte aérea foram alterados em função das concentrações de micronutrientes. O aumento da condutividade elétrica resultou em incrementos no crescimento da orquídea *Brassia verrucosa*, através de aumentos no diâmetro do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos, número de brotos, massa seca de pseudobulbos e massa seca de folhas, e para a frequência de aplicação, a utilização de mensal para semanal, resultou em incrementos no número

de brotos e massa seca de folhas dentro de cada condutividade elétrica. O aumento da condutividade elétrica bem como o aumento da frequência de aplicação, de mensal para semanal promoveu incrementos nos teores de N, P e K em pseudobulbos e folhas. A fertilização com 14,5 g de torta de mamona para cada litro de substrato promoveu incrementos na altura, comprimento e diâmetro dos pseudobulbos, número de pseudobulbos, massa seca de folhas pseudobulbos em raízes. O aumento das doses de torta de mamona resultou na diluição dos teores de Ca e aumento nos teores de Mg, não alterando os teores de N, P e K, na parte aérea da orquídea *Brassia verrucosa*.

Palavras-chave: Micronutrientes. Condutividade Elétrica. Orgânico. Orchidaceae.

HOSHINO, Rodrigo Thibes. **Mineral and organic fertilization in the growth and nutritional status of the orchid *Brassia verrucosa* Lindley**. 2017. 85p. PhD Thesis – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

Floriculture generates income and development in the regions where it develops, it feasible small production units, due to the high value of its products. Fertilization is a critical management to be considered in commercial production of orchids, which will guarantee quality and standardization also reduces the time required for seedlings and flowers reach commercial standards. It is known beneficial effect of NPK use, however the formulas neglect the other macro and micronutrient effects. Moreover, studies indicate that the fertigation efficiency varies with the electrical conductivity of solutions and frequencies used. Regarding organic fertilization, its effectiveness and recommendations still remain empirical. The objective of this work was to study fertilization and mineral nutrition in *Brassia verrucosa* (Orchidaceae), with emphasis on: i - micronutrients in initial growth; ii - electrical conductivity and application frequencies of nutrient solutions; iii - use of castor cake as organic fertilizer. To evaluate the micronutrients effect, the plants were fertigated weekly with Hoagland and Arnon solutions, modified to provide different micronutrients concentrations, as follows: 0; 25; 50; 100; 200 and 400% from standard concentration. Plants just irrigated were used as an additional control. To determine the electrical conductivity effects and application frequencies were used urea, potassium chloride and monoammonium phosphate as a source of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K), it was diluted in three different concentrations of the same mass ratios: C1 (0.5:0.5:0.5; g L⁻¹), C2 (1:1:1; g L⁻¹) e C3 (2:2:2; g L⁻¹). The electrical conductivities of the solutions showed 1.25, 2.5 and 4.7 mS cm⁻¹, respectively. The solutions were applied by watering with 50 ml, under three frequencies: Monthly (F1), biweekly (F2) and weekly (F3). Plants just irrigated were used as control. To assess the organic fertilization efficacy, it was used castor meal (TM) applied on the substrate in amounts of 0.0; 4.8; 9.6 e 14.5 g L⁻¹ by substrate. The TM was reapplied every 03 months. As additional control was performed with mineral fertilization with urea, monoammonium phosphate and potassium chloride diluted in water (1:1:1; g L⁻¹) applied 50 ml every two weeks. Micronutrient fertilization in *Brassia verrucosa* had no effect on the initial vegetative growth, in which fertilization with Hoagland and Arnon nutrient solution promoted significant increases in height, root volume and dry mass of roots and shoot, even absence of micronutrients, however the contents of P, K, Fe, Mn, Zn and Cu in the aerial part were altered as a function of micronutrient concentrations. The increase in electrical conductivity resulted in increases in the growth of *Brassia verrucosa* orchid through increases in the diameter of the largest pseudobulb, number of pseudobulbs, number of shoots, dry mass of pseudobulbs and dry mass of leaves, and for the frequency of application, its utilization from monthly to weekly, resulted in increases in the number of shoots and leaf dry mass within each electrical conductivity. The increase of the electrical conductivity as well as the increase of the frequency of application, from monthly to weekly, promoted increases in N, P and K contents in pseudobulbs and leaves. The fertilization with 14.5 g of castor bean cake for liter of the substrate promoted increases in height, length and diameter of pseudobulbs, number of pseudobulbs, dry mass of

pseudobulbs leaves in roots. The increase of castor bean doses resulted in the dilution of Ca contents and increase in Mg contents, without altering the levels of N, P and K in the shoot of the orchid *Brassia verrucosa*.

Key-words: Micronutrients. Electrical Conductivity. Organic. Orchidaceae.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1** – Plantas de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017. 39
- Figura 2** – Plantas de *Brassia verrucosa*, não fertilizadas e fertilizadas com solução de Hoagland e Arnon (modificada e completa), durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017..... 40
- Figura 3** – pH (A) e condutividade elétrica (B) do substrato após 270 dias de cultivo de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes. Londrina – PR, 2017..... 41
- Figura 4** – Teores dos nutrientes minerais, fósforo (P), potássio (K), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu), presentes na parte aérea (pseudobulbos e folhas) de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes (0%, 25%, 50%, 100%, 200% e 400%), durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017 42
- Figura 5** – Plantas de *Brassia verrucosa*, submetidas à fertirrigação com diferentes: condutividade elétrica de solução, 1,25 mS cm⁻¹ (C1), 2,5 mS cm⁻¹ (C2) e 4,7 mS cm⁻¹ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), durante 18 meses de cultivo, Londrina – PR, 2017..... 58
- Figura 6** – pH do substrato após 18 meses de cultivo de *Brassia verrucosa*, submetidas à fertirrigação com diferentes: condutividade elétrica de solução, 1,25 mS cm⁻¹ (C1), 2,5 mS cm⁻¹ (C2) e 4,7 mS cm⁻¹ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), Londrina – PR, 2017 59
- Figura 7** – Condutividade elétrica do substrato após 18 meses de cultivo de *Brassia verrucosa*, submetidas à fertirrigação com diferentes: condutividade elétrica de solução, 1,25 mS cm⁻¹

	(C1), 2,5 mS cm ⁻¹ (C2) e 4,7 mS cm ⁻¹ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), Londrina – PR, 2017	60
Figura 8 –	Incrementos das variáveis fitométricas, altura da planta (ALT), comprimento (CPB) e diâmetro (DPB) do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos (PB), massa seca de folhas (MSF), pseudobulbos (MSPB) e raízes (MSR) de <i>Brassia verrucosa</i> , em função da fertilização com 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g de torta de mamona (TM) para cada litro de substrato, durante 15 meses de cultivo. Londrina – PR, 2017.....	74
Figura 9 –	Plantas de <i>Brassia verrucosa</i> , fertilizadas com 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g de torta de mamona (TM) para cada litro de substrato, durante 15 meses de cultivo. Londrina – PR, 2017	75
Figura 10 –	pH do substrato após 15 meses de cultivo de <i>Brassia verrucosa</i> , submetidas a fertilização orgânica com 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g de torta de mamona (TM) para cada litro de substrato e fertilização mineral (FM). Londrina – PR, 2017	77
Figura 11 –	Condutividade elétrica do substrato após 15 meses de cultivo de <i>Brassia verrucosa</i> , submetidas a fertilização orgânica com 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g de torta de mamona (TM) para cada litro de substrato e fertilização mineral (FM). Londrina – PR, 2017	78
Figura 12 –	Teores dos nutrientes minerais, cálcio (Ca) e magnésio (Mg), presentes na parte aérea (pseudobulbos e folhas) de <i>Brassia verrucosa</i> , em função da fertilização com 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g de torta de mamona (TM) para cada litro de substrato, durante 15 meses de cultivo. Londrina – PR, 2017.....	79

ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1** – Significância dos modelos de regressão testados, para as variáveis fitométricas, altura da planta (ALT), comprimento (CPB) e diâmetro (DPB) do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos (N°PB), volume radicular (Vol R), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de plantas de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 201738
- Tabela 2** – Médias das variáveis: altura da planta (ALT), comprimento (CPB) e diâmetro (DPB) do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos (N°PB), volume radicular (Vol R), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de plantas de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 201739
- Tabela 3** – Média dos teores de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), presentes na parte aérea (pseudobulbos e folhas) de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017.....43
- Tabela 4** – Média dos teores de micronutrientes: Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e cobre (Cu), presentes na parte aérea (pseudobulbos e folhas) de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017.....44
- Tabela 5** – Médias das variáveis: altura da planta (ALT), comprimento (CPB) e diâmetro (DPB) do maior pseudobulbo, número de

pseudobulbos (PB), número de brotos (BRT), massa seca de folhas (MSF), pseudobulbos (MSPB) e raízes (MSR), de plantas de <i>Brassia verrucosa</i> , submetidas à fertirrigação com diferentes condutividade elétrica de solução, 1,25 mS cm ⁻¹ (C1), 2,5 mS cm ⁻¹ (C2) e 4,7 mS cm ⁻¹ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), durante 18 meses de cultivo, Londrina – PR, 2017	56
Tabela 6 – Teores dos macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), presentes nas folhas de <i>Brassia verrucosa</i> , submetidas à fertirrigação com diferentes: condutividade elétrica de solução, 1,25 mS cm ⁻¹ (C1), 2,5 mS cm ⁻¹ (C2) e 4,7 mS cm ⁻¹ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), durante 18 meses de cultivo, Londrina – PR, 2017.....	62
Tabela 7 – Teores dos macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), presentes nos pseudobulbos de <i>Brassia verrucosa</i> , submetidas à fertirrigação com diferentes: condutividade elétrica de solução, 1,25 mS cm ⁻¹ (C1), 2,5 mS cm ⁻¹ (C2) e 4,7 mS cm ⁻¹ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), durante 18 meses de cultivo, Londrina – PR, 2017.....	63
Tabela 8 – Médias das variáveis fitométricas altura da planta (ALT), comprimento (CPB) e diâmetro (DPB) do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos (PB), massa seca de folhas (MSF), pseudobulbos (MSPB) e raízes (MSR) de <i>Brassia verrucosa</i> , fertilizadas com fertilizante mineral (FM) e doses de torta de mamona (TM) durante 15 meses de cultivo. Londrina – PR, 2017	76
Tabela 9 – Teores dos macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), presentes na torta de mamona utilizada como fertilizante durante 15 meses de cultivo de <i>Brassia verrucosa</i> . Londrina – PR, 2017.....	77

Tabela 10 – Média dos teores de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), presentes na parte aérea (pseudobulbos e folhas) de *Brassia verrucosa*, fertilizadas com fertilizante mineral (FM) e doses de torta de mamona (TM) durante 15 meses de cultivo. Londrina – PR, 201780

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	O MERCADO DA FLORICULTURA BRASILEIRA	19
2.2	A FAMÍLIA ORCHIDACEAE.....	20
2.3	ASPECTOS GERAIS DA FERTILIZAÇÃO MINERAL EM ORQUÍDEAS.....	21
2.3.1	A Nutrição Mineral Em Orquídeas.....	22
2.4	REFERÊNCIAS.....	28
3	ARTIGOS	32
3.1	MICRONUTRIENTES NO CRESCIMENTO INICIAL DA ORQUÍDEA <i>BRASSIA</i> <i>VERRUCOSA</i> LINDLEY	32
3.1.1	Resumo	32
3.1.2	Introdução	34
3.1.3	Material e Métodos	35
3.1.3.1	Material vegetativo e condições de crescimento	35
3.1.3.2	Manejo das fertilizações	36
3.1.3.3	Variáveis analisadas e coleta de dados	36
3.1.3.4	Análise estatística.....	37
3.1.4	Resultados e Discussão	37
3.1.5	Conclusão	45
3.1.6	Referências	46
3.2	INFLUÊNCIA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E DA FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES NO CRESCIMENTO DA ORQUÍDEA <i>BRASSIA VERRUCOSA</i> LINDLEY	49
3.2.1	Resumo	49
3.2.2	Introdução	51
3.2.3	Material e Métodos	52
3.2.3.1	Material vegetativo e condições de crescimento	52
3.2.3.2	Manejo das fertilizações	52
3.2.3.3	Variáveis analisadas e coleta de dados	53

3.2.3.4	Delineamento experimental e análise estatística	54
3.2.4	Resultados e Discussão	54
3.2.5	Conclusão	64
3.2.6	Referências	65
3.3	TORTA DE MAMONA NO CRESCIMENTO DA ORQUÍDEA <i>BRASSIA</i> <i>VERRUCOSA</i> LINDLEY	68
3.3.1	Resumo	68
3.3.2	Introdução	70
3.3.3	Material e Métodos	71
3.3.3.1	Material vegetativo e condições de crescimento	71
3.3.3.2	Manejo das fertilizações	71
3.3.3.3	Variáveis avaliadas e coleta de dados	72
3.3.3.4	Delineamento experimental e análise estatística	73
3.3.4	Resultados e Discussão	73
3.3.5	Conclusão	81
3.3.6	Referências	82
4	CONCLUSÕES GERAIS	84

1 INTRODUÇÃO

A produção e comercialização de flores é um segmento da floricultura que gera renda e desenvolvimento nas regiões onde se desenvolve, pois viabiliza pequenas unidades de produção, devido ao alto valor agregado de seus produtos.

O segmento gera empregos no campo, onde possui alta demanda de mão de obra nos setores produtivos, e também nas cidades, ao longo da cadeia produtiva, transporte, varejo e produção de insumos, sendo uma alternativa na diversificação das propriedades rurais.

Entre as flores comercializadas em vaso, a família Orchidaceae recebe destaque pelo seu alto potencial ornamental, o que lhes garante um maior valor econômico. Entretanto apesar de ser considerada uma planta rústica, o processo de domesticação e melhoramento da cultura tem aumentado a demanda por técnicas de produção e manejos adequados, que devem considerar tanto às especificidades entre os gêneros quanto às distintas etapas do crescimento e desenvolvimento da cultura.

Devido ao crescimento lento das plantas desta família, o que resulta em um longo ciclo de produção, a adubação se torna um manejo fundamental a ser considerado na produção comercial, que além de garantir qualidade e padronização, também reduz o tempo necessário para que as mudas e flores atinjam padrões comerciais. Contudo sua realização ainda é empírica, havendo poucos trabalhos científicos relacionados ao tema, e as recomendações ficam a cargo da experiência de produtores e orquidófilos.

Neste âmbito pode-se destacar o uso da fertilização mineral, que é usualmente aplicada via fertirrigação que apresenta vantagens como: ter a sua formulação, concentração e frequência, facilmente alteradas conforme as exigências do cultivo. Outra possibilidade seria a utilização de produtos orgânicos oriundos do aproveitamento de resíduos que devido a sua liberação gradual de nutrientes, poderia ser uma alternativa ecológica e fácil, tanto para produtores quanto para os consumidores de flores em vaso.

É conhecido o efeito benéfico do uso de fórmulas ultra solúveis a base de NPK, contudo as fórmulas fornecem majoritariamente nitrogênio, fósforo e potássio, negligenciando os efeitos do cálcio, magnésio, enxofre e dos

micronutrientes. Além disso, estudos indicam que a eficiência da fertirrigação varia de acordo com as diferentes formulações, fontes de nutrientes, salinidade das soluções, bem como com a interação da mesma com o tipo de substrato utilizado, sendo que, uma recomendação padronizada deve estar atrelada a um tipo de substrato, espécie e estágio de desenvolvimento específicos da planta em estudo.

O uso de fertilizantes orgânicos recorrem nas mesmas questões, quanto as quantidades, frequências e métodos de aplicação, porém, os resultados estão sujeitos a maiores variações, devido as diferentes composições nutricionais que variam com o tipo do resíduo e o método de fabricação. Apesar de reconhecida a eficiência empírica de alguns fertilizantes orgânicos ainda não existe informações que descrevam cientificamente seus efeitos sobre o crescimento e a nutrição das plantas.

Assim o objetivo deste estudo foi elucidar questões sobre, o efeito dos micronutrientes no crescimento inicial, a influência da condutividade elétrica e da frequência de aplicação de fertilizantes, e a eficiência da fertilização orgânica com torta de mamona, sobre o crescimento e a nutrição da orquídea *Brassia verrucosa* Lindley.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O MERCADO DA FLORICULTURA BRASILEIRA

Estima-se que o mercado de flores e plantas ornamentais tenha à disposição cerca de 3 mil variedades. Aliado a isso, as vendas em supermercados destes produtos tem-se popularizado entre os consumidores, mantendo o mercado interno aquecido, apesar da redução das exportações (KISS; 2013). Em 2013, os resultados das exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais descaíram 8,43% em relação ao ano anterior, fechando o ano em um valor global de US\$ 23,81 milhões, reflexo do contexto econômico e financeiro dos principais mercados importadores mundiais, o qual reduziu a demanda pelos produtos da floricultura (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

No Brasil 98% da produção da floricultura se destina ao mercado interno, para consumo doméstico, o que garante a sustentação dos negócios setoriais da floricultura. No período de 2008-2011, observou-se crescimento de 8% a 10% na oferta de mercadorias e aumentos entre 12% a 15% no faturamento, com uma movimentação financeira global de R\$ 4,8 bilhões em 2012, com um consumo per capita na ordem de R\$ 25,00/ano. Embora estes valores estejam muito aquém em termos internacionais, estes índices indicam um setor aquecido e em expansão (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013).

A floricultura brasileira possui cerca de 8 mil produtores com propriedades de tamanho médio de 2,5 hectares. Nestas unidades de produção 81,3% da mão de obra é contratada, que gera ao redor de 8 empregos diretos por hectare, resultando para o país mais de 102 mil empregos, relativos somente à produção (IBRAFLOR, 2013a). No Paraná existem 249 produtores, que representa o equivalente a 11% do número de produtores em São Paulo, o maior produtor, e somente 3,1% do total de produtores no país, embora tenha o quinto maior valor de mercado com R\$ 294 milhões, dos pouco mais de R\$ 5 bilhões totais, contando com mais de 1240 pontos de varejo no estado. (IBRAFLOR, 2013b)

A produção e venda de orquídeas como flores em vaso é um importante segmento do setor, sendo o Brasil um importador de mudas. As mudas de orquídeas importadas pelo Brasil da Holanda, Tailândia e Japão, em 2012 somaram US\$ 8,87 milhões, representando 25,61% do total importado pelo país,

com crescimento de 31,47% sobre o mesmo período do ano anterior. Sendo considerados materiais para a produção comercial final de plantas para consumo, especialmente nos ascendentes mercados de *Phalaenopsis*, *Cymbidium* e *Vandas*, entre outras (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

2.2 A FAMÍLIA ORCHIDACEAE

As orquídeas, como são chamadas as plantas desta família, são, em sua maioria, epífitas (73% do total), apresentam raízes aéreas e vivem sobre as árvores ou sobre pedras em regiões tropicais, mas podem também ser terrícolas, geralmente encontradas em regiões de clima temperado. A família Orchidaceae é a mais numerosa entre as angiospermas, sendo representada por mais de 850 gêneros e cerca de 35.000 espécies (MILLER; WARREN, 1996).

Esse número corresponde a 8% de todas as espécies de plantas com sementes (GOVAËRTS, 2006) e o índice tende a aumentar, já que apenas em 2008 o International Plant Names Index (IPNI), uma das mais importantes bases de dados taxonômicos, registrou cerca de 400 novas espécies de orquídeas. Estas plantas são encontradas em praticamente todas as regiões do planeta, desde as proximidades do polo Ártico até o polo Antártico. O Brasil detém uma das maiores diversidades de orquídeas do continente americano e do mundo, com cerca de 2420 espécies distribuídas em 235 gêneros, destas 1620 são endêmicas (BARROS et al., 2010).

De maneira geral, as orquídeas compartilham características exclusivas. São plantas herbáceas perenes, terrícolas, rupícolas ou epífitas, rizomatosas ou caulescentes, frequentemente com pseudobulbos. Apresentam folhas alternas raramente opostas ou verticiladas, simples, inteiras, elípticas, ovaladas ou lineares, mais ou menos suculentas ou coriáceas. Podem apresentar flores isoladas ou inflorescências em panículas, racemos ou espigas. As flores são hermafroditas, raramente unissexuais e zigomorfas (VIDAL; VIDAL, 2000).

A flor da orquídea é formada por três sépalas e três pétalas bastante desenvolvidas. As sépalas funcionam como órgão de proteção do botão floral. Depois que as flores desabrocham, as sépalas se tornam coloridas como as pétalas que se intercalam. Uma das pétalas se diferencia das demais em forma e coloração e é denominada labelo, esta estrutura tem a função de atrair insetos polinizadores

que garantem a reprodução da espécie (WATANABE et al., 2002).

O gênero *Brassia* pertence a tribo Oncidiinae, é nativo desde o México, América Central e norte da América do Sul. As espécies do gênero *Brassia* e seus híbridos apresentam como característica mais notável a presença de longas sépalas, da qual advém a denominação comum de orquídea aranha. O gênero é epifítico de metabolismo CAM, e ocorre em florestas úmidas desde a altitude do mar a 1500 m. A espécie *Brassia verrucosa* apresenta pseudobulbos oblongos, com duas folhas no ápice, inflorescência lateral com 6 a 10 flores, as flores apresentam pétalas verde claro com manchas de coloração café na base, o labelo é embranquecido com manchas vermelhas e verrugosidades verdes, característica que a distingue das demais espécies (SILVERA et al., 2009; WATANABE et al., 2002).

2.3 ASPECTOS GERAIS DA FERTILIZAÇÃO MINERAL EM ORQUÍDEAS

Os nutrientes 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 (parte de uma estrutura específica) e ativadora de reações enzimáticas, não fazendo parte da estrutura, mas podendo tanto ativar como inibir sistemas enzimáticos, afetando a velocidade de muitas reações no metabolismo vegetal (MARSCHNER, 2005).

Segundo os critérios de essencialidade, os nutrientes minerais são igualmente importantes para a produção vegetal, entretanto, existe uma classificação, baseada na proporção em que são exigidos e se acumulam na matéria seca das plantas, podendo ser classificados em macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn) (MARSCHNER, 2005; MALAVOLTA, 2006).

Na natureza, há um fluxo gradual e contínuo de nutrientes, sendo que eles estão presentes no ambiente a partir de: excrementos de animais, restos vegetais e animais, água da chuva, além da contribuição microbiana via fixação biológica de N₂. Em ambiente protegido, como nos cultivos comerciais, a maioria das fontes naturais de nutrientes está comprometida, onde a alta densidade de plantas e a escassez de nutrientes torna a fertilização indispensável ao crescimento e desenvolvimento das orquídeas (NAIK et al., 2009).

Estudos relacionados à nutrição e fertilização de orquídeas são escassos e restritos a poucas espécies, o que acaba gerando limitada informação científica. De acordo com Santos (2010), a maioria dos fertilizantes existentes no mercado não foi desenvolvida considerando a especificidade das orquídeas, uma vez que a fertilização das mesmas vem sendo feita de forma empírica dada à falta de informações apropriadas. Segundo Rodrigues (2005) as recomendações estão a cargo da experiência de cultivadores de orquídeas e dos fabricantes de fertilizantes.

Sabe-se que as espécies de orquídeas apresentam necessidades nutricionais diferentes, variando com as fases de desenvolvimento. Entretanto, a maioria dos produtores utiliza os fertilizantes convencionais, desenvolvidos visando atender às culturas de produção de alimentos como grãos, fibras, proteínas, etc. No caso das orquídeas ainda vale a regra geral que se deve adubar com maiores quantidades de nitrogênio e potássio (TAKANE; YANAGISAWA; PIVETTA, 2010).

2.3.1 A Nutrição Mineral em Orquídeas

Sheehan (1961) estudando a influencia do nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em *Cattleya* e mudas de *Phalaenopsis* verificou que o incremento de N aumentou o número de flores em *Cattleya*, enquanto o P e K não afetaram esta variável. Para mudas de *Phalaenopsis*, o aumento das doses de N resultou em aumento da área foliar, não existindo efeito dos outros dois nutrientes. O mesmo autor verificou interações entre níveis de N e tipos de substratos. As repostas de N foram mais evidentes em cascas de pinheiro branco (madeira mais mole) do que em cascas de pinheiro vermelho e cedro.

Poole e Seeley (1977) estudando a nutrição dos gêneros *Cymbidium*, *Phalaenopsis* e *Cattleya*, recomendam que para fertirrigações diárias as soluções nutritivas devem conter 100 mg L⁻¹ N, 50-100 mg L⁻¹ K e 25 mg L⁻¹ Mg, para os dois primeiros gêneros, entretanto para *Cattleya*, 50 mg L⁻¹ de N, K e Mg, são indicados. Os autores relatam que plantas de *Cymbidium* que receberam 50 mg L⁻¹ de N apresentaram sintomas de deficiência, para este nutriente. O K tem pouco efeito sobre o crescimento das orquídeas. Contudo para o Mg o aumento de 50 mg L⁻¹ para 100 mg L⁻¹, reduziu o crescimento de todos os gêneros.

Para *Vanilla* cultivada em substrato, a deficiência de nitrogênio é visível em apenas três semanas, enquanto para fósforo e potássio as deficiências

aparecem somente após três meses. Mudanças de *Cattleya* quando cultivadas em areia com adição de solução nutritiva sem ferro somente demonstraram sintomas de deficiência após sete meses de crescimento. Também foi observado que o *Dendrobium phalaenopsis* é severamente afetado pela deficiência N, P, K, Ca e Mg em soluções nutritivas, onde as folhas caem antes dos sintomas de deficiência aparecerem (POOLE; SHEEHAN, 1982). Os mesmos autores estudando, os requerimentos de *Cattleya*, *Phalaenopsis* e *Cymbidium* relatam que as melhores relações de N:P:K para estes gêneros são: 10:04:08 para *Cattleya* e *Cymbidium*; 10:08:15 para o gênero *Phalaenopsis*.

Segundo Higaki e Imamura (1987), a altura das plantas de *Vanda* aumenta linearmente em função do N, mesmo na ausência de P, essa mesma tendência ocorre para a produção de flores, embora a aplicação de ambos P e K, também beneficiem a produção total de flores. Além disso, de acordo com os mesmos autores a aplicação de K apresenta-se benéfica para o crescimento do diâmetro do caule.

Trabalhos realizados por Wang e Gregg (1994), com a utilização de diferentes concentrações da fórmula NPK 20-20-20 (Peters[®]), em *Phalaenopsis*, indicam que para um florescimento antecipado, um alto número de flores e um melhor crescimento das plantas, o fertilizante solúvel deve ser utilizado na concentração de 1 g L⁻¹ em cada irrigação. Wang (1995), avaliando a fertilização constante (em cada irrigação) e intermitente (intercalada com 2 regas) em *Dendrobium*, observou que a fertilização constante teve pouco efeito sobre a altura e o número de folhas, embora tenha antecipado a emergência e desenvolvimento do segundo pseudobulbo, aumentado seu diâmetro, que resultou posteriormente no aumento do número de flores.

Trabalhando com seis formulações de NPK (10-30-20, 15-20-30, 15-20-25, 20-5-19, 20-10-20 e 20-20-20) em *Phalaenopsis*, aplicadas nas concentrações de 100 ou 200 mg L⁻¹ de N em fertirrigações, Wang (1996) não encontrou diferença estatística entre as mesmas. Esse autor considerou que a concentração maior de 200 mg L⁻¹ de N (correspondente a 1,0 g L⁻¹ de 20-20-20) deve ser utilizada na fase inicial de crescimento da planta e, quando adulta, deve ser utilizada uma concentração menor para evitar o crescimento exagerado de folhas, que ocupam maior área das bancadas, e implicam em maior custo de produção.

Para *Cymbidium sinense*, a relação NPK nos tecidos é 6:1:9. A adubação entre 1 e 10 mmol de N aumenta o crescimento das folhas e o número de flores, porém altas concentrações de N reduzem estas variáveis. Os mesmos autores relatam que a forma preferencial de N absorvido por *Cymbidium sinense* está na forma $\text{NO}_3\text{-N}$, 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 (PAN. YE, HEW; 1997). Segundo os mesmos autores, é recomendada a aplicação de 5 mmol de KCl, que resulta no aumento de açúcares solúveis, amido, celulose e proteínas. Para o P, são os brotos que possuem a maior demanda, seguido por pseudobulbo e folhas, no florescimento o acúmulo se dá nas gemas florais, este nutriente pode ser absorvido por raízes de um ou dois anos, sendo mais intensa nas raízes mais novas.

A salinidade da água de irrigação também possui efeito sobre o crescimento e florescimento em *Phalaenopsis*. Segundo Wang (1998), o efeito mais negativo do aumento da salinidade é a injúria das raízes. Com o aumento da salinidade mais raízes morreram, e se tornaram ocas. Porém o efeito da salinidade varia de acordo com o substrato utilizado, sendo os teores foliares de nutrientes afetados diferentemente. Em mistura de casca de pinus e musgo, o aumento da salinidade levou a uma redução dos teores foliares de P, Fe e Cu e aumento de K, Ca, Mg e Zn. Em casca de pinus, somente os teores de Ca foram elevados com o aumento da salinidade, devido aos altos teores desse nutriente na água de irrigação.

Swampa (2000) verificou que o uso de NPK na formulação 30-10-10 na concentração de $2 \text{ g L}^{-1} + 200 \text{ mg L}^{-1}$ BA (citocinina) aplicado duas vezes por semana promoveu, maior altura, número de brotos, número de folhas, área foliar, número de raízes, e biomassa, durante o período de crescimento, em *Dendrobium 'sonia'*. Entretanto o uso de NPK 10-20-10 (2 g L^{-1}) + BA 100 mg L^{-1} , resulta em um maior número de pendões com um maior número de floretes por pendão.

Uma contínua, porém adequada aplicação de N, parece ser mais importante que uma redução do uso de N com aumento de P, para otimizar o florescimento em *Phalaenopsis*. Segundo Wang (2000), os tratamentos que receberam altas doses de P, não tiveram efeito na data de emergência das flores, antese ou tamanho da flor, e as plantas tratadas com as maiores doses de P apresentaram menos flores em relação ao controle, que recebeu adubação padrão (NPK 20-20-20). Os mesmos autores verificaram também que a longevidade foi

reduzida em 12 dias quando o término da fertilização foi antecipada. A suspensão da fertilização por prolongados períodos, resultou no avermelhamento das folhas e perda das folhas mais baixas, bem como limitou a emissão de folhas novas.

Apesar da importância da adubação em orquídeas, em plantas adultas o desenvolvimento de sintomas de deficiência é lento, sendo esta característica atribuída a capacidade de mobilizar os nutrientes de folhas velhas e de outros órgãos de armazenamento como pseudobulbos, para atender as novas demandas de crescimento. Este fenômeno de eficiência na reciclagem de nutrientes pode ser observada na maioria das orquídeas tropicais, sendo atribuído à origem epífita dessas orquídeas, condição em que o suprimento de nutrientes é escasso (NG; HEW, 2000).

No estudo conduzido por Wang e Konow (2002) foi verificada a interação entre diferentes formulações solúveis (NPK: 10-30-20, 20-05-19, 20-20-20, fertilizante líquido: 02-01-02, padronizados para fornecer 200 mg L⁻¹ de N) e a composição do substrato. Em casca de pinus a fórmula NPK 20-05-19, resultou em plantas de maior qualidade, entretanto na mistura de pinus e musgo (7:3, v:v), as fórmulas NPK 20-05-19 e 20-20-20, resultaram em incrementos de 40-50% no peso da parte aérea, e 40% na área foliar, do que outros fertilizantes, os autores atribuem os resultados positivos a ureia presente nas referidas formulações. Segundo os autores os substratos e os fertilizantes tiveram pouco efeito na concentração de nutrientes, exceto fósforo o qual foi 100% maior em casca de pinus.

Em ensaio com plantas de *Dendrobium nobile* fertirrigadas com diferentes concentrações da solução nutritiva de Sarruge, Bernardi et al. (2004) verificaram que o tratamento com 75% da concentração da solução, aplicado semanalmente, proporcionou bom desenvolvimento vegetativo das plantas, sendo indicado para a otimização da produção em escala comercial. Contudo o aumento até 150% da concentração não prejudicou o desenvolvimento vegetativo, onde a altura da planta e o diâmetro do pseudobulbo tiveram um aumento linear em função da concentração da solução nutritiva.

Em seu estudo com doses de K em diferentes substratos, Wang (2007) verificou, que abaixo de 50 mg L⁻¹ as plantas de *Phalaenopsis*, apresentaram sintomas de deficiência após o florescimento como, amarelecimento foliar, manchas roxas irregulares e necróticas. Os sintomas se intensificaram durante a emissão da haste floral, entretanto o uso de 100 mg L⁻¹ de K eliminou qualquer sintoma de

deficiência. Quanto ao substrato, todas as plantas em casca de pinus e perlita floresceram, entretanto nenhuma planta cultivada em esfagno floresceu, quando não receberam K. Em ambos os substratos o aumento da concentração de K, aumentou o número de flores, o comprimento e o diâmetro das hastes. O mesmo autor recomenda que 300 mg L⁻¹ de K, combinados com 200 mg L⁻¹ de N e P, independente do substrato utilizado, são indicados.

Em *Dendrobium* Bichsel, Starman e Wang (2008) avaliando a suspensão da fertilização no florescimento observaram que o comprimento dos pseudobulbos e o número de flores aumentam quando N é aplicado. Contudo nas doses de 200 e 400 mg L⁻¹, o atraso na suspensão da fertilização antes do florescimento causa retardamento da antese, porém a contínua aplicação 100 mg L⁻¹ de N não afeta nenhuma característica do florescimento. As doses de P resultaram em plantas mais altas com número igual ou maior de nós, quando comparada com o controle. Para o K pequenas doses resultam no aumento da altura, tendo efeito benéfico no número de flores e flores por nó. Os autores recomendam 100 mg L⁻¹ de N, 25 mg L⁻¹ de P e 100 mg L⁻¹ de K, para o estágio vegetativo e reprodutivo em *Dendrobium*.

Entretanto para Yen et al. (2008), o atraso na suspensão da fertilização antes do florescimento melhora o crescimento e o florescimento. Suspender a fertilização tardiamente resulta em plantas mais altas com mais nós e folhas remanescentes, bem como maior número de flores por nós e menor abortamento das mesmas. Em *Dendrobium nobile* os resultados sugerem que o desenvolvimento das flores é mais beneficiado com nutrientes que foram acumulados em pseudobulbos maduros. Porém a suspensão antecipada provoca uma diferenciação floral mais rápida.

Além do momento da aplicação, a forma na qual o elemento está disponível é importante, para o N segundo Trépanier et al. (2009), a ureia e o amônio são as formas de N preferencialmente absorvidas em *Phalaenopsis*. Os requerimentos nutricionais das orquídeas são similares as de outras plantas, exceto pelo fato de levarem um maior tempo para apresentarem os sintomas de deficiência. A efetividade da aplicação de um nutriente é dependente da presença de outros, e evidências indicam que a combinação entre a adubação orgânica e mineral favorecem o crescimento das orquídeas (NAIK et al., 2009).

Rodrigues et al. (2010b), estudando doses de calcário em

Epidendrum, relatam que as doses de 4 e 5 g dm⁻³ resultaram em plantas deficientes de N, S e B e o aumento das doses de calcário reduziu linearmente o Zn, porém no tratamento que não recebeu calcário observou-se plantas deficientes de Ca. Para evitar problemas de uma adubação desequilibrada Rodrigues et al. (2010a), sugerem que para melhor produção de massa seca das plantas, seja utilizada a combinação da fertilização mineral e orgânica, pois esta proporciona resultados superiores ao uso dos fertilizantes isoladamente.

Os níveis de nutrientes a serem ofertados podem variar de acordo com o objetivo de produção. De acordo com Zong-Min et al. (2012), 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 em *Paphiopedilum*. Na produção de sementes, a utilização de níveis intermediários de N, proporciona aumento no peso da cápsula e na taxa de germinação das sementes, além de melhorar o desenvolvimento das plântulas. Todavia para a reprodução clonal, uma baixa concentração induz a produção de rebentos com mais folhas e maior área foliar.

Para o florescimento a aplicação de 200 mg L⁻¹ de K aumentou a emissão de flores em *Cymbidium* quando as plantas foram submetidas à interrupção noturna com baixa intensidade luminosa. Com a aplicação de N, o diâmetro das flores bem como o comprimento e diâmetro das inflorescências aumentaram, sendo recomendada a manutenção desta fertilização após a emergência das inflorescências (AN; KIM; KIM, 2012).

A condutividade elétrica, as fontes de fertilizantes, a interação dos mesmos com o substrato, o equilíbrio entre os nutrientes, as quantidades e frequências a serem utilizadas, além das distintas exigências fenológicas e características intrínsecas às espécies, são importantes aspectos a serem considerados na fertirrigação.

Naik et al. (2013), observaram que a fertirrigação com NPK 20-20-20 mantendo a condutividade em 1,5 mS cm⁻¹, resulta em melhorias nas características vegetativas como massa da planta, comprimento das folhas, número, comprimento e circunferência dos pseudobulbos de *Cymbidium*. Entretanto a fertirrigação com NPK 12-30-10 foi superior para o florescimento, sendo a condutividade de 1,0 mS cm⁻¹ a que proporcionou maior comprimento da haste e o número de flores por haste, a condutividade de 2 mS cm⁻¹, inibiu o florescimento.

Em *Laelia* as maiores médias para a massa seca de folhas foram obtidas quando as plantas foram irrigadas em soluções com condutividade elétrica de $2,11 \text{ mS cm}^{-1}$ (JIMÉNEZ-PEÑA et al. 2013), todavia tais resultados estão condicionados ao tipo de substrato utilizado. Segundo os mesmos autores os maiores valores de massa seca de folhas foram observados em substratos contendo altas proporções de carvão e musgo, independentemente da condutividade utilizada, porém a maior massa seca dos pseudobulbos e raízes foram observados na condutividade de $1,42 \text{ mS cm}^{-1}$, principalmente em misturas com carvão ou 100% de musgo. Os mesmos autores relatam que o aumento da condutividade resulta na maior absorção de N e K, e redução nos níveis de P, Ca e Mg.

Outro aspecto importante na fertilização de orquídeas é disponibilizar os nutrientes nas quantias adequadas de acordo com as diferentes demandas dos mesmos pela planta. Susilo et al. (2013), estudando o particionamento de N, observaram em *Phalaenopsis* que durante o crescimento vegetativo, tecidos recém formados como folhas novas, são grandes drenos deste elemento e tendem a diminuir com o aumento da idade das folhas, as quais passam a exercer função de armazenamento como fonte do nutriente para o estágio reprodutivo, onde as hastes e flores passam a ser os maiores drenos.

2.4 REFERÊNCIAS

- AN, H. R.; KIM, Y. J.; KIM, K. S. Flower initiation and development in *Cymbidium* by night interruption with potassium and nitrogen. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 53, n. 3, p. 204-211, 2012.
- BARROS, F. Orchidaceae In: R.C. Forzza, et al (org.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 2, p. 1344-1426, 2010.
- BERNARDI, A. C.; FARIA, R. T.; CARVALHO, J. F. R. P.; UNEMOTO, L. K.; ASSIS, A. M. Desenvolvimento vegetativo de plantas de *Dendrobium nobile* Lindl. fertirrigadas com diferentes concentrações da solução nutritiva de sarruge. **Semina: Ciências Agrárias**. 25, p. 13-20, 2004.
- BICHSEL, R. G.; STARMAN, T. W.; WANG, Y. T. Nitrogen, phosphorus, and potassium requirements for optimizing growth and flowering of the *Dendrobium nobile* as a potted orchid. **HortScience**, v. 43, n. 2, p. 328-332, 2008.
- GOVAERTS, R. **World checklist of selected plant families**. Orchidaceae. Kew Royal Botanic Gardens. 2006. Disponível em:

<<http://www.kew.org/science/directory/teams/MonocotsIII/index.html>> Acessado em 12 junho de 2013.

HIGAKI, T.; IMAMURA, J. S. NPK requirements of vanda miss Joaquim orchid plants. **Research Extension Series**, v. 87, p. 1-5, 1987.

IBRAFLO a – Instituto Brasileiro de Floricultura. **Ibraflor – Release Imprensa. Dados gerais do setor**. Campinas-SP, 2013 Disponível em: < <http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=213>>. Acesso em: 04 de setembro de 2014.

IBRAFLO b – Instituto Brasileiro de Floricultura. **Mercado interno 2013. Números do setor**. 2013. Disponível em: < http://www.ibraflor.com/ns_mer_interno.php>. Acesso em: 04 de setembro de 2014.

JIMÉNEZ-PEÑA, N.; VALDEZ-AGUILAR, L. A.; CASTILLO-GONZÁLEZ, A. M.; COLINAS-LEÓN, M. T.; CARTMILL, A. D.; CARTMILL, D. L. Growing media and nutrient solution concentration affect vegetative growth and nutrition of *Laelia anceps* Lindl. **HortScience**, v. 48, n. 6, p. 773-779, 2013.

JUNQUEIRA, A. H; PEETZ, M. S. **Consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil**. Jornal entreposto, São Paulo, 2013. Disponível em: < http://www.hortica.com.br/artigos/2014/Consumo_Interno_Flores_2013.pdf>. Acesso em: 04 de junho de 2017.

JUNQUEIRA, A. H; PEETZ, M. S. **2013: Balanço do comércio exterior da floricultura brasileira** Hórtica, São Paulo, 2014. Disponível em: < http://www.hortica.com.br/artigos/2014/2013_Comercio_Exterior_Floricultura.pdf>. Acesso em: 04 de junho de 2017.

KISS, J. **Vendas de flores e plantas podem passar de R\$ 5 bi**. Jornal Valor Econômico, São Paulo, 2013. Disponível em: < http://www.hortica.com.br/artigos/2014/Expectativa_VendaFlores_2013.pdf>. Acesso em: 04 de junho de 2017.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Orlando: Academic Press, 2005, 889p.

MILLER, D.; WARREN, R. **Orquídeas do alto da serra: da mata atlântica pluvial do sudeste do Brasil**. Rio de Janeiro: Salamandra, 1996. 256p.

NAIK, S. K.; BHARATHI, T. U.; BARMAN, D.; DEVADAS, R.; RAMPAL; MEDHI, R. P. Status of mineral nutrition of orchid-a review. **Journal of Ornamental Horticulture**, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2009.

NAIK, S. K.; BARMAN, D.; RAMPAL; MEDHI, R. P. Evaluation of electrical conductivity of the fertiliser solution on growth and flowering of a *Cymbidium* hybrid. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 30, n. 1, p. 33-39, 2013.

- NG, C. K. Y.; HEW, C. S. Orchid pseudobulbs false bulbs with a genuine importance in orchid growth and survival! **Scientia Horticulturae**, v. 83, n. 3, p. 165-172, 2000.
- PAN, R. C.; YE, Q. S.; HEW, C. S. Physiology of *Cymbidium sinense*: a review. **Scientia Horticulturae**, v. 70, p. 123-129, 1997.
- POOLE, H. A.; SEELEY, J. G. **Nitrogen, potassium and magnesium nutrition of three orchid genera**. 1977. Tese de doutorado – Cornell University, Ithaca, New York, 1977.
- POOLE, H. A.; SHEEHAN, T. J. Mineral nutrition of orchid roots. In **Orchid Biology: Reviews and Perspectives**, Vol. II, ed. ARDITTI, J. (Cornell University Press, Ithaca, New York), 1982, p. 195–212.
- RODRIGUES, D. T. **Nutrição e fertilização de orquídeas *in vitro* e em vasos**. 2005.101 f. Dissertação de mestrado (Solos e nutrição de plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.
- RODRIGUES, D. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; DIAS, J. M. M.; VILLANI, E. M. D. A. Orchid growth and nutrition in response to mineral and organic fertilizers. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 34, n. 5, p. 1609-1616, 2010a.
- RODRIGUES, D. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H., DIAS, J. M. M.; VILLANI, E. M. D. A. Response of *Epidendrum Ibaguense* (Orchidaceae) to the application of lime rates to the pot. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, p. 793-800, 2010b.
- SANTOS, A. F. **Nutrição e fertilização de orquídeas** - Estudo de caso – *Cattleya walkeriana*. Núcleo de Pesquisa e Conservação de Orquídeas – Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- SHEEHAN, T. J. Effects of nutrition and potting media on growth and flowering of certain epiphytic orchids. **Amer. Orchid Soc. Bul**, v. 30, p. 289-292, 1961.
- SILVERA, K.; SANTIAGO, L. S.; CUSHMAN, J. C.; WINTER, K. Crassulacean acid metabolism and epiphytism linked to adaptive radiations in the orchidaceae. **Plant Physiol.** v.149 p.1838-1847, 2009
- SUSILO, H.; PENG, Y. C.; LEE, S. C.; CHEN, Y. C.; CHANG, Y. C. A. The uptake and partitioning of nitrogen in *Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3' as shown by ¹⁵N as a tracer. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 138, n. 3, p. 229-237, 2013.
- SWAPNA, S. **Regulation of growth and flowering in *Dendrobium* var. Sonia**. Ph.D Dissertation. Kerala Agricultural University, College of Horticulture, Vellanikkara. 2000.
- TAKANE, R. J., YANAGISAWA, S. S., PIVETTA, K. F. L. **Cultivo moderno de orquídeas: *Cattleya* e seus híbridos**. Fortaleza – CE: UFC, 2010.179 p.
- TRÉPANIÉ, M.; LAMY, M. P.; DANSEREAU, B. *Phalaenopsis* can absorb urea directly through their roots. **Plant and soil**, v. 319, n. 1-2, p. 95-100, 2009.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Taxonomia vegetal**. Viçosa: UFV, 2000. 89p.

WANG, Y.T.; GREGG, L.L. Medium and fertilizer affect the performance of *Phalaenopsis* orchids during two flowering cycles. **Hort Science**, v. 29, p. 269-271, 1994.

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

WANG, Y. T. Effects of six fertilizers on vegetative growth and flowering of *Phalaenopsis* orchids. **Scientia Horticulturae**, v.65, p. 191-197, 1996.

WANG, Y. T. Impact of salinity and media on growth and flowering of a hybrid *Phalaenopsis* orchid. **HortScience**, v. 33, n. 2, p. 247-250, 1998.

WANG, Y. T. Impact of a high phosphorus fertilizer and timing of termination of fertilization on flowering of a hybrid moth orchid. **HortScience**, v. 35, n. 1, p. 60-62, 2000.

WANG, Y. T.; KONOW, E. A. Fertilizer source and medium composition affect vegetative growth and mineral nutrition of a hybrid moth orchid. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 127, n. 3, p. 442-447, 2002.

WANG, Y.T. Potassium nutrition affects *Phalaenopsis* growth and flowering. **HortScience**, v. 42, n. 7, p. 1563-1567, 2007.

WATANABE, D. **Orquídeas: Manual de Cultivo**. São Paulo: AOSP – Associação Orquidófila de São Paulo, 2002. 450p.

YEN, C. Y. T.; STARMAN, T. W.; WANG, Y. T.; HOLZENBURG, A.; NIU, G. Timing of termination and reapplication for grow, flower initiation, and flowering of the *Dendrobium nobile* orchid. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 133, n. 4, p. 501-507, 2008.

ZONG-MIN, M.; NING, Y.; SHU-YUN, L.; HONG, H. Nitrogen requirements for vegetative growth, flowering, seed production, and ramet growth of *Paphiopedilum armeniacum* (Orchid). **HortScience**, v. 47, n. 5, p. 585-588, 2012.

3 ARTIGOS

3.1 MICRONUTRIENTES NO CRESCIMENTO INICIAL DA ORQUÍDEA *BRASSIA VERRUCOSA* LINDLEY

3.1.1 Resumo

Estudos sobre a nutrição de plantas são importantes no manejo das fertilizações. Contudo são escassos estudos nutricionais relacionados a orquídeas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos micronutrientes na nutrição e no crescimento inicial de *Brassia verrucosa* (Orchidaceae). Mudanças clonadas de *Brassia verrucosa* foram fertirrigadas em casa de vegetação com soluções nutritivas de Hoagland e Arnon modificadas para fornecer diferentes concentrações de micronutrientes, sendo: 0; 25; 50; 100; 200 e 400% da concentração padrão. O delineamento foi inteiramente casualizado com 10 repetições. As variáveis, altura da parte aérea, número de pseudobulbos, comprimento e diâmetro do maior pseudobulbo, volume radicular, massa seca da parte aérea e raízes; e teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Cu, Mn e Zn) na parte aérea, foram submetidos a análise de variância e regressão a 5% de significância. O uso de micronutrientes não apresentou ganhos significativos a nenhuma das variáveis fitométricas avaliadas. Em relação aos teores de nutrientes na parte aérea, o ferro (Fe) e manganês (Mn) aumentaram linearmente, o potássio (K) ajustou-se ao modelo raiz-quadrático, e para o fósforo (P), cobre (Cu) e zinco (Zn) os ajustes foram quadráticos. A fertilização com micronutrientes em *Brassia verrucosa*, não apresentou efeitos sobre o crescimento vegetativo inicial, entretanto resultou na elevação dos teores de P, K, Fe, Mn, Zn e Cu na parte aérea da planta.

Palavras-chave: Fertirrigação. Muda. Orchidaceae. Nutrição Vegetal.

Abstract

Micronutrients in the initial growth of *Brassia verrucosa* Lindley orchid

Studies on the plants nutrition are important in the fertilization management. However, there are few nutritional studies related to Orchidaceae. The aim of this work was to evaluate the micronutrients effect on nutrition and initial growth of *Brassia verrucosa* (Orchidaceae). Cloned seedlings of *Brassia verrucosa* were fertigated in a greenhouse with Hoagland and Arnon nutrient solutions modified to provide different concentrations of micronutrients, being: 0; 25; 50; 100; 200 and 400% of the standard concentration. The design was completely randomized with 10 replicates. The variables, shoot height, number of pseudobulbs, length and diameter of the largest pseudobulb, root volume, shoot dry mass and roots dry mass; macronutrient (N, P, K, Ca and Mg) and micronutrient (Fe, Cu, Mn and Zn) contents in the shoot were submitted to analysis of variance and regression at 5% of significance. The use of micronutrients did not present significant gains on any of the evaluated phytometric variables. Regarding the nutrient contents in the shoots, the iron (Fe) and manganese (Mn) increased linearly, the potassium was adjusted to the root-square model, and for the phosphorus (P), copper (Cu) and zinc (Zn), the adjustments were quadratic. The fertilization with micronutrients in *Brassia verrucosa* had no effect on the initial vegetative growth, however, resulted in P, K, Fe, Mn, Zn and Cu contents increase in the shoot.

Key words: Fertigation. Seedling. Orchidaceae. Plant Nutrition.

3.1.2 Introdução

Estudos nutricionais em plantas são fundamentais para aumentar a eficiência de produção. No cultivo de flores e plantas ornamentais, o manejo correto das fertilizações resulta em incremento na produção e qualidade no produto final, além de reduzir o tempo necessário para que as plantas alcancem padrões comerciais. Segundo Neto et al. (2015), a falta de estudos nutricionais direcionados as plantas ornamentais resulta na utilização ineficiente dos fertilizantes e acarreta aumento nos custos de produção.

Em Orchidaceae, estudos nutricionais mostram benefícios sobre o crescimento vegetativo e florescimento. De acordo com Zong-Min et al. (2012), o aumento das concentrações de N, resulta no aumento da área foliar e comprimento da folha durante o estagio vegetativo em *Paphiopedilum* sp. Wang (2007) verificou que o aumento da concentração de K, resultou em incrementos no comprimento e no diâmetro das hastes bem como no número de flores em *Phalaenopsis* sp.. Em *Dendrobium* sp. Bichsel, Starman e Wang (2008) observaram que o comprimento dos pseudobulbos e o número de flores aumentam em função das concentrações de N, P e K.

Estudos com fertilizantes a base de formulações NPK ultra solúveis são encontrados, relatando benefícios sobre o crescimento vegetativo e florescimento, nos gêneros *Cymbidium* sp. (NAIK et al., 2013), *Phalaenopsis* sp. (WANG e KONOW, 2002) e *Dendrobium* sp. (WANG, 1995). O uso formulações solúveis, na fertirrigação em orquídeas, é vantajoso por apresentar controle sobre as concentrações e relações entre os nutrientes dependendo das exigências dos cultivos.

Rodrigues et al., (2010) destacam que as formulações solúveis fornecem majoritariamente nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), negligenciando os demais macro e micro nutrientes. Os mesmos autores destacam que a combinação entre as formulações NPK ultra solúveis e fertilizantes orgânicos, é superior ao uso isolado destes. Resultados semelhantes foram encontrados por Hoshino et al. (2016), utilizando a combinação do fertilizante mineral ultra solúvel Peters® e o fertilizante orgânico bokashi. De acordo com Naik et al. (2009), estes benefícios advém de um fornecimento equilibrado entre os nutrientes.

Naik et al. (2011), observaram que sintomas de deficiência de Fe em *Cymbidium* sp. são observados após seis meses de cultivo com restrição a este nutriente, caracterizado pelo amarelecimento internerval e necroses na margem e ponta das folhas. Contudo em cultivo *in vitro*, Xiong e Choong (2014) observaram que características de massa seca de raízes e parte aérea de mudas de *Phalaenopsis* sp. não foram afetadas na utilização de 25% da concentração padrão em micronutrientes do meio MS.

Os micronutrientes estão envolvidos em todas as funções celulares e metabólicas, sendo cofatores ativos em reações enzimáticas, ou estruturais participando da estabilização de proteínas, em que diferentes plantas apresentam exigências variadas (HANSCH; MENDEL, 2009). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos micronutrientes na nutrição e no crescimento inicial de *Brassia verrucosa* (Orchidaceae).

3.1.3 Material e Métodos

3.1.3.1 Material vegetal e condições de crescimento

As mudas de orquídea utilizadas foram da espécie *Brassia verrucosa* L, provenientes de divisão de touceiras, de plantas clonadas *in vitro*. O tamanho das plantas foi padronizado após a divisão de touceiras, permanecendo um pseudobulbo e um broto por vaso, com aproximadamente $9,9 \pm 2$ cm de altura, $0,16 \pm 0,06$ g e $0,04 \pm 0,01$ g de massa seca de parte aérea e raízes, respectivamente. As mudas foram transplantadas em vaso de polipropileno preto com diâmetro de 10,5 cm, altura de 7,8 cm e volume de 415 mL. Como substrato foi utilizado casca de pinus compostada peneirada entre peneiras com crivo de 1,5 e 0,5 cm.

Os vasos permaneceram em casa de vegetação climatizada, modelo Van der Hoeven®, coberta com placas de policarbonato transparente e difusor, com retenção luminosa de 50%, através de tela de sombreamento Aluminet® e temperatura controlada de $28^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, pelo sistema humid cold. A casa de vegetação está localizada no Departamento de Agronomia, na Universidade Estadual de Londrina - UEL, ($51^{\circ}11' \text{ O}$; $23^{\circ}23' \text{ S}$; 566 m de altitude). A irrigação foi manual, aplicando 100 mL por vaso de água deionizada a cada dois dias, com exceção dos dias que as plantas foram fertilizadas.

3.1.3.2 Manejo das fertilizações

As mudas transplantadas permaneceram por um período de 30 dias no local de cultivo antes do início do experimento. Após o período de adaptação inicial, as plantas foram fertilizadas através de regas semanais, pela adição de 50 mL da solução nutritiva, de composição: 160,1 mg de NH_4NO_3 ; 115 mg de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$; 448 mg de KCl; 820,4 mg de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e 239,9 mg de MgSO_4 , por litro de solução nutritiva, que forneceu 210 mg L^{-1} de nitrogênio (N), 31 mg L^{-1} de fósforo (P), 235 mg L^{-1} de potássio (K), 200 mg L^{-1} de cálcio (Ca), 48 mg L^{-1} de magnésio (Mg) e 64 mg L^{-1} de enxofre (S) segundo Hoagland e Arnon (1950).

As concentrações de micronutrientes foram modificadas para fornecer diferentes porcentagens da concentração padrão da solução de Hoagland e Arnon (1950), sendo: 0; 25; 50; 100; 200 e 400%, na qual a concentração de 100% forneceu $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ de boro (B), $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ de cobre (Cu), 1 mg L^{-1} de ferro (Fe), $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ de manganês (Mn), $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ de zinco (Zn) e $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ de molibdênio (Mo). Plantas somente irrigadas com água deionizada foram utilizadas como controle adicional.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos, sendo seis concentrações de micronutrientes e um controle adicional. Todos os tratamentos foram constituídos por 10 repetições, na qual uma planta por vaso foi considerada como unidade experimental (parcela).

3.1.3.3 Variáveis analisadas e coleta de dados

Após 270 dias do início das fertilizações as plantas foram removidas dos vasos e lavadas em água corrente, para remoção do substrato aderido, posteriormente as mesmas foram seccionadas em raízes e parte aérea. Os diferentes órgãos foram lavados em água destilada para posterior avaliação das seguintes variáveis fitométricas: altura de plantas; número de pseudobulbos, comprimento e diâmetro do maior pseudobulbo; volume radicular; massa seca de raízes e parte aérea.

A altura da planta foi mensurada com auxílio de régua, partindo da base do pseudobulbo até o ápice da maior folha. O número de pseudobulbos foi obtido por contagem. O comprimento do pseudobulbo foi obtido com auxílio de

régua, partindo do colo da planta até a inserção da folha no maior pseudobulbo. O diâmetro do pseudobulbo foi obtido com auxílio de paquímetro digital, aferindo-se o maior diâmetro no maior pseudobulbo. O volume radicular foi obtido pela imersão em água das raízes em uma proveta graduada. As massas secas de raízes e parte aérea foram obtidas após secagens dos órgãos em estufa de ventilação forçada a 55°C, até atingir massa constante e posterior pesagem em balança analítica, com precisão de 0,001 g.

A partir dos tecidos secos foi feita a determinação dos teores de macro e micronutrientes na parte aérea. Os tecidos da parte aérea foram moídos, em moinho analítico modelo A11 IKA® e os teores de dos macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Mn, Cu e Zn) quantificados conforme metodologias descritas por Silva (2009). A partir da digestão nitroperclórica foi quantificado o P por colorimetria; Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn por espectrofotometria de absorção atômica e o K por fotometria de chama. O teor de N foi obtido mediante digestão sulfúrica e quantificado pelo método de Kjeldahl. Os resultados dos macronutrientes foram expressos em g kg⁻¹ e dos micronutrientes em mg kg⁻¹.

O pH e a condutividade elétrica (CE) foram determinados nos substratos utilizando a metodologia descrita por Abreu et al. (2007), pelo método de extração 1:2 (em volume) de substrato e água deionizada respectivamente, e mensurados com o auxílio de um pHmetro e condutivímetro portátil.

3.1.3.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homocedasticidade de variância de Hartley e teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Posteriormente foi realizada a análise de variância e regressão a 5% de significância. O controle (plantas irrigadas com água deionizada) foi comparado com os demais tratamentos utilizando o contraste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro, utilizando o suplemento estatístico Action. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

3.1.4 Resultados e Discussão

Após 270 dias de fertirrigações com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, as plantas de *Brassia verrucosa* apresentaram crescimento semelhante, independente da concentração de micronutrientes utilizada, portanto não ocorrendo ajustes de regressão significantes aos modelos polinomiais testados (Tabela 1, Figura 1).

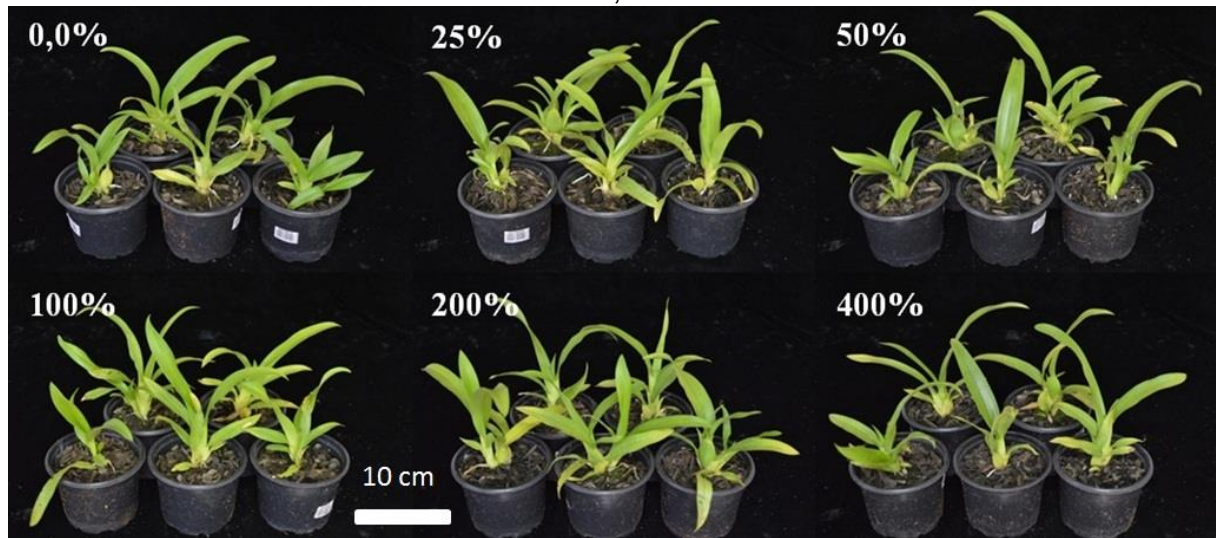
Apesar de não ser observada diferença significativa para nenhuma variável fitométrica, entre os tratamentos fertilizados, as plantas do grupo controle, que receberam somente irrigação com água deionizada foram significativamente inferiores, por contraste de Dunnett para as variáveis, altura de planta (ALT), volume radicular (Vol R), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR), em relação às plantas fertilizadas (Tabela 2). No tratamento fertirrigado com solução de Hoagland e Arnon com concentração de 0% de micronutrientes, observou-se acréscimo de 63,7%, 82,8%, 107,3% e 126,9% para ALT, Vol R, MSPA e MSR, respectivamente.

Tabela 1 – Significância dos modelos de regressão testados, para as variáveis fitométricas, altura da planta (ALT), comprimento (CPB) e diâmetro (DPB) do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos (N°PB), volume radicular (Vol R), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de plantas de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017.

Modelo	ALT	CPB	DPB	N°PB	Vol R	MSPA	MSR
	----- Pr > F -----						
Linear	0,784 ^{ns}	0,057 ^{ns}	0,860 ^{ns}	0,754 ^{ns}	0,382 ^{ns}	0,808 ^{ns}	0,833 ^{ns}
Quadrático	0,885 ^{ns}	0,199 ^{ns}	0,561 ^{ns}	0,856 ^{ns}	0,430 ^{ns}	0,207 ^{ns}	0,061 ^{ns}

Fonte: o próprio autor.

Figura 1 – Plantas de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017.



Fonte: o próprio autor.

Tabela 2 – Médias das variáveis: altura da planta (ALT), comprimento (CPB) e diâmetro (DPB) do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos (N°PB), volume radicular (Vol R), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de plantas de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017.

Tratamentos	ALT (cm)	CPB (cm)	DPB (cm)	N°PB (n°)	Vol R (mL)	MSPA (g)	MSR (g)
Controle	10,20	2,70	1,18	2,00	1,74	0,342	0,241
0%	16,70 *	3,30	1,54	2,00	3,18 *	0,709 *	0,547 *
25%	17,04 *	3,20	1,60	2,00	4,14 *	0,801 *	0,705 *
50%	18,27 *	3,98	1,76	2,40	2,54 *	0,851 *	0,580 *
100%	15,82 *	2,30	1,20	1,00	2,56 *	0,660 *	0,604 *
200%	17,08 *	2,56	1,58	1,80	3,92 *	0,921 *	0,758 *
400%	16,78 *	2,54	1,54	2,00	2,84 *	0,699 *	0,551 *
CV (%)	14,67	33,33	26,45	37,88	19,34	25,02	23,47

Controle: Plantas irrigadas com água deionizada.

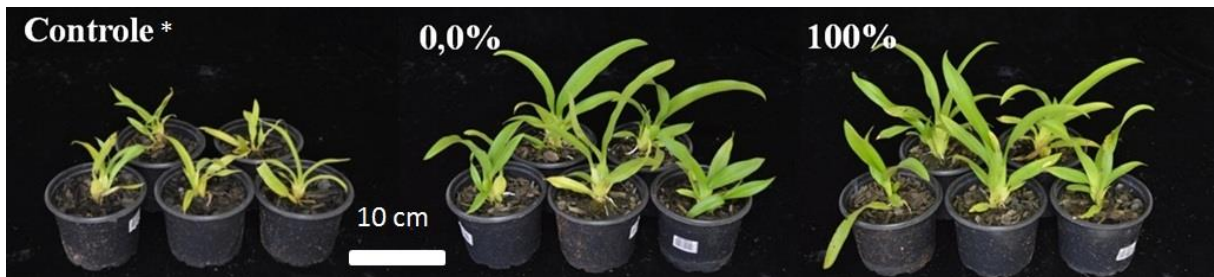
Médias seguidas de * diferem estatisticamente do controle, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

CV: coeficiente de variação.

Fonte: o próprio autor.

Embora seja conhecida a baixa mobilidade dos micronutrientes nas plantas, de acordo com Naik et al. (2009), sintomas de deficiência por micronutrientes em orquídeas são raros, isto se deve a alta capacidade de remobilizar os nutrientes, de folhas ou outros órgãos de armazenamento, para suprir o requerimento de tecidos novos e gemas em desenvolvimento, esta característica das orquídeas, principalmente das epífitas tropicais, é uma das causas do crescimento das plantas de *Brassia verrucosa* mesmo na ausência de micronutrientes (Figura 2).

Figura 2 – Plantas de *Brassia verrucosa*, não fertilizadas e fertilizadas com solução de Hoagland e Arnon (modificada e completa), durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017.



*Controle: Plantas irrigadas com água deionizada.

0,0%: Plantas fertilizadas com solução de Hoagland e Arnon modificada pela ausência de micronutrientes.

100%: Plantas fertilizadas com solução completa de Hoagland e Arnon.

Fonte: o próprio autor.

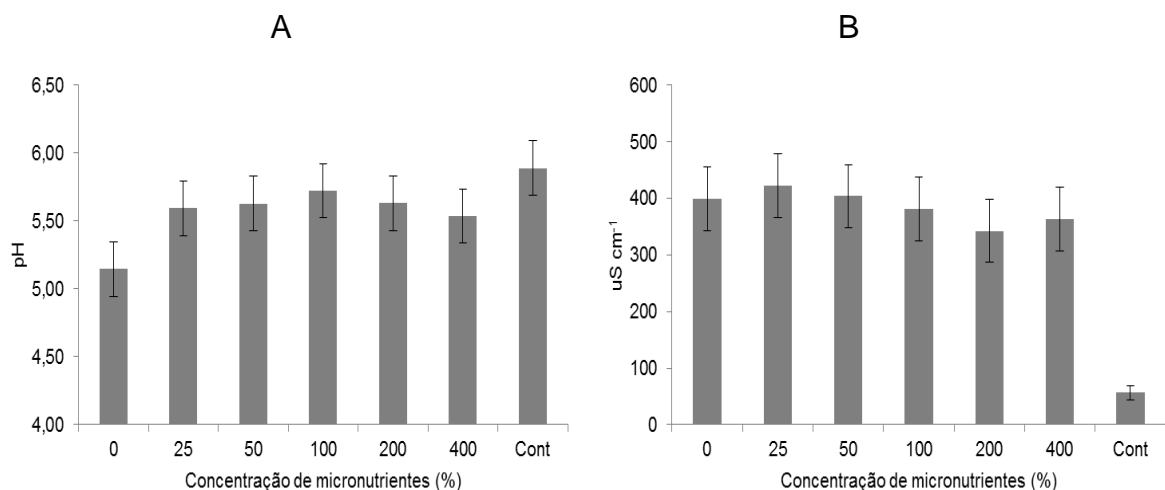
Para o pH do substrato, as fertirrigações resultaram em redução dos valores, todavia permaneceram dentro dos descritos pela literatura, variando entre 5,15 no tratamento que não recebeu micronutriente à 5,89 no controle (Figura 3 A), segundo Takane et al. (2010), as orquídeas se desenvolvem em pH ácido entre 4,8 à 6,2. De acordo Taiz e Zeiger (2004), a redução no pH ocorre devido a liberação de exsudados radiculares, como ácidos orgânicos e fenóis, e também a extrusão de H^+ pelas raízes durante a absorção de nutrientes.

Além disso, foi observado nos tratamentos fertilizados, que a presença de micronutrientes resultou na elevação do pH em relação a fertirrigação com solução de Hoagland sem micronutrientes, devido provavelmente a maior concentração de íons metálicos (Cu^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} e Zn^{+2}), que segundo Schnitzer e Skinner (1966), se adsorvem a frações orgânicas, devido a alta afinidade de metais

com grupos carbonila, refletindo em uma competição com íons de H^+ , pelos sítios de carga do substrato.

Em relação à condutividade elétrica dos substratos (Figura 3 B), os tratamentos fertirrigados apresentaram valor médio de $385,5 \mu S cm^{-1}$, não variando em função das concentrações de micronutrientes, todavia superiores ao controle que apresentou valor de $56,4 \mu S cm^{-1}$. Apesar das fertilizações elevarem a condutividade elétrica em 584%, em relação ao controle, os valores obtidos são considerados ideais, estando dentro da faixa de 260 a $750 \mu S cm^{-1}$, valor considerado adequado para o desenvolvimento de mudas (TAKANE et al., 2010).

Figura 3 – pH (A) e condutividade elétrica (B) do substrato após 270 dias de cultivo de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes. Londrina – PR, 2017.



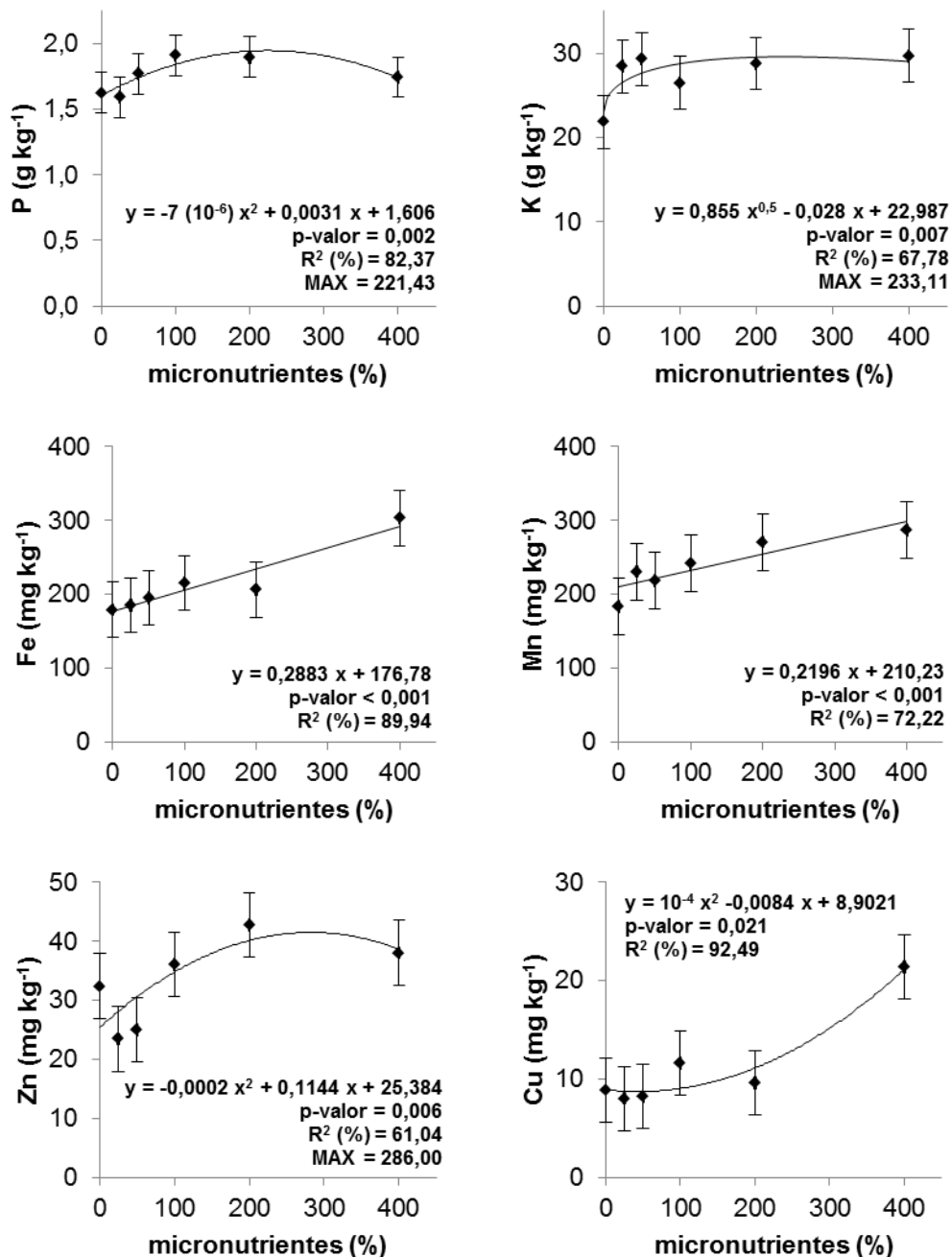
Barra de erros: Desvio padrão.

Cont: Controle (Plantas irrigadas com água deionizada).

Fonte: o próprio autor.

Para os teores de macronutrientes na parte aérea da planta, somente o fósforo (P) e o potássio (K) apresentaram ajustes significativos, no qual foi observado ajuste quadrático para o P e da raiz quadrada para o K (Figura 4).

Figura 4 – Teores dos nutrientes minerais, fósforo (P), potássio (K), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu), presentes na parte aérea (pseudobulbos e folhas) de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes (0%, 25%, 50%, 100%, 200% e 400%), durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017.



Barra de erros: Desvio padrão.

Fonte: o próprio autor.

O ajuste quadrático observado para o P deve-se ao antagonismo existente entre este nutriente mineral e os metais Fe, Cu, Zn e Mn conforme descrito por Haldar e Mandal (1981); Shukla e Singh (1979); Gunes et al. (1998). Deste modo, quando ocorre o excesso de fornecimento de micronutrientes, no tratamento com concentração de 400%, ocorre um declínio dos teores de P.

Para a variável teor de K da parte aérea da planta, observa-se que os tratamentos com concentrações superiores a 25% de micronutrientes diferiram estatisticamente do controle (Tabela 3). Uma possível explicação para este fato deve-se provavelmente ao sinergismo existente entre o K com o Mn e Fe (MALVI, 2011), indicando a importância destes micronutrientes na nutrição do K.

Com relação aos teores de micronutrientes na parte aérea, observa-se que os teores de Fe e Mn aumentaram linearmente em função do aumento das concentrações de micronutrientes (Figura 4). Para os micronutrientes Zn e Cu foram observados ajustes quadráticos (Figura 4). Como esperado os nutrientes se acumularam nos tecidos devido ao aumento na disponibilização dos mesmos, todavia quando as diferentes fertirrigações foram comparadas ao controle, somente na concentração 200% houve o acúmulo de Mn e Zn, e quando foi utilizada a concentração de 400% o Mn, Zn e o Cu foram significativamente superiores ao controle (Tabela 4).

Tabela 3 – Média dos teores de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), presentes na parte aérea (pseudobulbos e folhas) de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	----- g kg ⁻¹ -----				
Controle	6,77	1,46	17,61	7,72	1,02
0%	7,45	1,63	21,87	5,75	0,96
25%	6,93	1,59	28,46 *	5,72	0,92
50%	6,93	1,77 *	29,32 *	6,37	0,90
100%	8,06	1,91 *	26,46 *	6,64	1,09
200%	9,67	1,89 *	28,77 *	6,55	0,96
400%	10,05	1,75	29,65 *	6,04	0,92
CV (%)	31,64	8,79	11,43	21,87	16,01

Controle: Plantas irrigadas com água deionizada.

Médias seguidas de * diferem estatisticamente do controle, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

CV: coeficiente de variação.

Fonte: o próprio autor.

Tabela 4 – Média dos teores de micronutrientes: Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e cobre (Cu), presentes na parte aérea (pseudobulbos e folhas) de *Brassia verrucosa* fertirrigadas com solução de Hoagland e Arnon modificada com diferentes porcentagens da concentração de micronutrientes, durante 270 dias de cultivo. Londrina – PR, 2017.

Tratamentos	Fe	Mn	Zn	Cu
	----- mg kg ⁻¹ -----			
Controle	312,64	202,26	27,67	7,47
0%	179,15 *	183,53	32,40	8,89
25%	185,09 *	230,70	23,48	8,01
50%	195,2 *	218,27	24,97	8,20
100%	215,35 *	241,45	36,05	11,61
200%	206,02 *	270,68 *	42,74 *	9,60
400%	303,30	286,91 *	38,05 *	21,40 *
CV (%)	17,41	16,16	16,68	28,66

Controle: Plantas irrigadas com água deionizada.

Médias seguidas de * diferem estatisticamente do controle, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

CV: coeficiente de variação.

Fonte: o próprio autor.

Dentre os micronutrientes avaliados, somente para o Fe foi observado efeito de diluição, no qual o aumento do acúmulo de massa seca da parte aérea da planta resultou na redução dos teores de Fe, com exceção do tratamento 400% o qual não diferiu do controle (Tabela 4). O Fe é um dos micronutrientes participante na síntese de clorofila, sendo componente da ferredoxina, que é responsável para reações de redução do nitrato e sulfato, além de ser constituinte das enzimas, peroxidase e catalase, que atuam nos sistemas de defesa das plantas (MALVI, 2011).

De acordo com Ichinose (2008), o Fe é o micronutriente mais absorvido em *Dendrobium nobile* e *Miltonia flavescens*. Segundo Naik et al. (2011), a deficiência em Fe pode ser observada após seis meses de cultivo, em híbrido de *Cymbidium*, segundo os mesmos autores a deficiência resulta em clorose internerval e pontuações necróticas, e sob deficiências extremas pode haver necrose marginal das folhas.

Segundo Jones Jr (1991), os teores entre 25 a 75 mg kg⁻¹ de Fe, 50 a 200 mg kg⁻¹ de Mn, 5 a 20 mg kg⁻¹ de Zn e 25 a 200 mg kg⁻¹ de Cu, são adequados para *Cattleya* spp. Os teores encontrados em nossos resultados estão superiores com exceção do Cu, o que explica o desenvolvimento das plantas na ausência do

fornecimento de micronutrientes via fertirrigação, os quais possivelmente vieram através da mineralização do substrato.

Neste estudo, como foram aplicadas fertirrigações com a solução de Hoagland e Arnon, que fornece 210 mg kg^{-1} de N, e de acordo com Jackson et al. (2009), o fornecimento de N diminui a relação C/N do substrato que resulta em aumento da atividade biológica e conseqüentemente na mineralização e disponibilização de nutrientes minerais, a utilização de micronutrientes não apresentou efeitos sobre o crescimento, no qual as demandas por micronutrientes foram supridas pelo substrato.

A casca de pinus pode apresentar em sua composição teores de 432 mg kg^{-1} de Mn, 162 mg kg^{-1} de Fe, $3,4 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu e 45 mg kg^{-1} de Zn, porém estes valores variam de acordo com a região onde o pinus é produzido (Saarela, 2005). Além disso, Ogden et al. (1987), relatam que a concentração média de micronutrientes solúveis em água, com exceção do Fe, na casca de pinus é similar a fornecida pela solução de Hoagland e Arnon. Para Niemiera (1992), a casca de pinus fornece quantidades suficientes para atender os requerimentos nutricionais em Mn, Fe, Cu e Zn, e em seus resultados, utilizando como extrator, 0.001 M de ácido dietilenotriaminopentacético (DTPA) as concentrações de Mn, Fe, Cu e Zn, foram de 9,7; 22,7; 0,10 e 3,9 mg L^{-1} , respectivamente.

Portanto, apesar dos teores na parte aérea variarem entre 179 a 303 mg kg^{-1} para o Fe; 183 a 286 mg kg^{-1} para Mn; 23 a 42 mg kg^{-1} para Zn e 8 a 21 mg kg^{-1} para o Cu, não foi possível verificar diferenças sobre o crescimento vegetativo inicial em *Brassia verrucosa*.

3.1.5 Conclusão

A fertilização com micronutrientes em *Brassia verrucosa*, não apresentou efeitos significativos sobre o crescimento vegetativo inicial.

A fertilização com solução nutritiva de Hoagland e Arnon promoveu aumentos significativos sobre a altura, volume radicular e massa seca de raízes e parte aérea, em *Brassia verrucosa*, mesmo na ausência de micronutrientes.

As diferentes concentrações de micronutrientes não apresentam efeitos significativos sobre o pH e a condutividade elétrica do substrato.

A fertilização com 50, 100 e 200% da concentração padrão de micronutrientes da solução de Hoagland e Arnon, resultou na elevação simultânea dos teores de P e K, na parte aérea da orquídea *Brassia verrucosa*.

O aumento nas concentrações de micronutriente resultou na elevação dos teores de Fe, Mn, Cu e Zn na parte aérea da orquídea *Brassia verrucosa*.

A fertilização com solução nutritiva de Hoagland e Arnon sem micronutrientes resultou na diluição dos teores de Fe na parte aérea da orquídea *Brassia verrucosa*.

3.1.6.Referências

ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; SARZI, I.; JUNIOR, A. L. P. Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 25, n. 2, p. 184-187, 2007.

BICHSEL, R. G.; STARMAN, T. W.; WANG, Y. T. Nitrogen, phosphorus, and potassium requirements for optimizing growth and flowering of the *Dendrobium nobile* as a potted orchid. **HortScience**, v. 43, n. 2, p. 328-332, 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GUNES, A.; ALPASLAN, M.; INAL, A. Critical nutrient concentrations and antagonistic and synergistic relationships among the nutrients of NFT-grown young tomato plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, p. 2035 – 2047, 2008.

HÄNSCH, R; MENDEL R. R. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). **Plant Biology**, v. 12, p. 259 – 266, 2009.

HALDAR M.; MANDAL L. N. Effect of phosphorus and zinc on the growth and phosphorus, zinc, copper, iron and manganese nutrition of rice. **Plant and Soil**, v. 59, p. 415 – 425, 1981.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. **Cir. 347**. Univ. of Calif. Agric. Station, Berkeley, 1950, 32p.

HOSHINO, R. T.; ALVES, G. A.; MELO, T. R.; BARZAN, R. R.; FREGONEZI, G. A. F.; FARIA, R. T. Adubação mineral e orgânica no desenvolvimento de orquídea Cattlianthe 'Chocolate drop'. **Horticultura Brasileira** v. 34, n.4, p.475 – 482, 2016.

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

JACKSON, B. E.; WRIGHT, R. D.; ALLEY, M. M. Comparison of fertilizer nitrogen availability, nitrogen immobilization, substrate carbon dioxide efflux, and nutrient leaching in peat-lite, pine bark, and pine tree substrates. **HortScience**, v. 44, n. 3, p. 781-790, 2009.

JONES Jr., J. B.; WOLF, B.; MILLS, H. A. **Plant analysis handbook**. Athens, Micro-Macro Publishing, Inc. 1991. 213p.

MALVI U. Interaction of micronutrients with major nutrients with special reference to potassium. **Karnataka J. Agric. Sci.**, v. 24, p. 106 – 109, 2011.

NAIK, S. K.; BHARATHI, T. U.; BARMAN, D.; DEVADAS, R.; RAMPAL; MEDHI, R. P. Status of mineral nutrition of orchid-a review. **Journal of Ornamental Horticulture**, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2009.

NAIK, S. K.; DEVADAS, R.; USHABHARATHI, T.; BARMAN, D.; MEDHI, R. P. Changes in nutrient content and iron deficiency in growing media of *Cymbidium* hybrid 'Pine Clash Moon Venus'. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 81, n. 8, p. 764, 2011.

NAIK, S. K.; BARMAN, D.; RAMPAL; MEDHI, R. P. Evaluation of electrical conductivity of the fertiliser solution on growth and flowering of a *Cymbidium* hybrid. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 30, n. 1, p. 33-39, 2013.

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.

NIEMIARA, A. X. Micronutrient supply from pine bark and micronutrient fertilizers. **HortScience**, v. 27, p. 272, 1992.

OGDEN, R. J.; POKORNY, F. A.; MILLS, H. A.; DUNAVENT, M. G. Elemental status of pine barkbased potting media. **Hort. Rev.**, n. 9, p. 103-131, 1987.

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

SAARELA, K. E.; HARJU, L.; RAJANDER, J.; LILL, J. O.; HESELIUS, S. J.; LINDROOS, A.; MATTSSON, K. Elemental analyses of pine bark and wood in an environmental study. **Science of the Total Environment**, v.343, p. 231-241, 2005.

SCHNITZER, M.; SKINNER, S. I. M. Organo metallic interactions in soils: 5. Stability constants of Cu^{++} -, Fe^{++} -, and Zn^{++} - fulvic acid complexes. **Soil Science**, v.102, p.361-365,1966.

SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p

SHUKLA U. C.; SINGH N. Phosphorus-copper relationship in wheat. **Plant and Soil**, v. 53, p. 399 – 402, 1979.

TAKANE, R. J., YANAGISAWA, S. S., PIVETTA, K. F. L. **Cultivo moderno de orquídeas: Cattleya e seus híbridos**. Fortaleza – CE: UFC, 2010.179 p.

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

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

WANG, Y. T.; KONOW, E. A. Fertilizer source and medium composition affect vegetative growth and mineral nutrition of a hybrid moth orchid. Journal of the American Society for **Horticultural Science**, v. 127, n. 3, p. 442-447, 2002.

WANG, Y. T. Potassium nutrition affects *Phalaenopsis* growth and flowering. **HortScience**, v. 42, n. 7, p. 1563-1567, 2007.

XIONG Z.; CHOONG C. W. Optimum micronutrient level for phalaenopsis deliciosa orchid seedling in vitro growth. **OnLine Journal of Biological Sciences**, v. 14, n. 3, p. 240 – 247, 2014.

ZONG-MIN, M.; NING, Y.; SHU-YUN, L.; HONG, H. Nitrogen requirements for vegetative growth, flowering, seed production, and ramet growth of *Paphiopedilum armeniacum* (Orchid). **HortScience**, v. 47, n. 5, p. 585-588, 2012.

3.2 INFLUÊNCIA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E DA FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES NO CRESCIMENTO DA ORQUÍDEA *BRASSIA VERRUCOSA* LINDLEY

3.2.1 Resumo

A fertirrigação é comumente utilizada na fertilização de orquídeas. Entretanto recomendações que adequem a condutividade elétrica à frequência de aplicação, não estão estabelecidas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da condutividade elétrica e das frequências de aplicação de fertilizantes, no crescimento e nutrição de *Brassia verrucosa* (Orchidaceae). Mudanças clonadas de *Brassia verrucosa* foram cultivadas em casa de vegetação por 18 meses. Como substrato foi utilizado a casca de pinus peneirada. A irrigação foi manual, aplicando 6 mm de água diariamente. As fertilizações foram realizadas através de regas com 50 mL de solução NPK. Como fonte de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) foram utilizados a ureia, o fosfato monoamônico e o cloreto de potássio diluídos em três diferentes concentrações de iguais proporções em massa: C1 (0,5:0,5:0,5; g L⁻¹), C2 (1:1:1; g L⁻¹) e C3 (2:2:2; g L⁻¹). As condutividades elétricas das soluções apresentaram 1,25, 2,5 e 4,7 mS cm⁻¹, respectivamente. As soluções foram aplicadas em três frequências: mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3). Plantas somente irrigadas foram utilizadas como controle. Altura da parte aérea, número de pseudobulbos e brotos, comprimento e diâmetro do maior pseudobulbo, massa seca de folhas, pseudobulbos e raízes; e teores de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) na parte aérea, foram submetidas a análise de variância e teste Tukey a 5% de significância. O delineamento foi inteiramente casualizado com 10 repetições, em esquema fatorial 3x3+1. Dentre os dois fatores avaliados a condutividade das soluções foi a que resultou em maiores incrementos sobre as variáveis fitométricas. O aumento da condutividade elétrica promoveu incrementos no crescimento da orquídea *Brassia verrucosa*, bem como aumentos nos teores de N, P e K em pseudobulbos e folhas. A utilização da condutividade C3 (4,7 mS cm⁻¹) aliada a frequências de aplicação quinzenais (F2) ou semanais (F3), resultaram no aumento de brotações.

Palavras-chave: Salinidade. Fertirrigação. Orchidaceae. Nutrição Vegetal.

Abstract

Influence of the electrical conductivity and the application frequency of fertilizers in the growth of *Brassia verrucosa* Lindley orchid

Fertigation is commonly used in orchid fertilization. However, recommendations that adjust the electrical conductivity to the application frequency are not established. The aim of this work was to evaluate the effects of electrical conductivity and the application frequency of nutrient solutions on the growth and nutrition in *Brassia verrucosa* (Orchidaceae). Cloned seedlings of *Brassia verrucosa* were grown in greenhouse for 18 months. As a substrate the sieved pine bark was used. The irrigation was manual, applying 6 mm of water daily. The fertilizations were performed through irrigation with 50 mL NPK solution. As a source of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K), urea, monoammonium phosphate and potassium chloride were diluted in three different concentrations of equal mass proportions: C1 (0,5:0,5:0,5; g L⁻¹), C2 (1:1:1; g L⁻¹) e C3 (2:2:2; g L⁻¹). The electrical conductivities of the solutions presented 1.25, 2.5 and 4.7 mS cm⁻¹, respectively. The solutions were applied in three frequencies: monthly (F1), biweekly (F2) and weekly (F3). Irrigated plants were used as control. Shoot height, pseudobulbs number, length and diameter of the largest pseudobulb, leaf dry mass, pseudobulbs dry mass and roots dry mass; and macronutrient contents (N, P, K, Ca and Mg) in the shoot were submitted to ANAVA and Tukey test at 5% significance. The design was completely randomized with 10 replicates, in a factorial scheme 3x3+1. Among the two factors evaluated the solutions conductivity was the one that resulted in greater increments on the phytometric variables. The increase in electrical conductivity promoted increases in the growth of the *Brassia verrucosa* orchid, as well as increases in N, P and K contents in pseudobulbs and leaves. The use of the C3 (4.7 mS cm⁻¹) conductivity combines with biweekly (F2) or weekly (F3) application frequencies resulted in the increase of shoots.

Key words: Salinity. Fertigation. Orchidaceae. Plant Nutrition.

3.2.2 Introdução

A fertilização é um manejo essencial para produção comercial de flores e plantas ornamentais, pois promove ganhos na qualidade final dos produtos além da redução no tempo de cultivo. Todavia os fertilizantes existentes no mercado não consideram as particularidades de cada espécie, acarretando em redução na eficiência de produção e elevação do custo (NETO et al., 2015).

O fornecimento de nutrientes via fertirrigação é comumente utilizado no cultivo de orquídeas, por apresentar vantagens como o controle das concentrações e frequências de aplicação das soluções nutritivas, bem como das relações nutricionais. Em *Phalaenopsis* sp. a utilização de fertilizantes nas irrigações promovem a antecipação do florescimento com melhorias no crescimento vegetativo e qualidade da florada (WANG; GREGG 1994).

No entanto, para *Dendrobium nobile*, Wang (1995) relata que a utilização da fertilização intermitente ou intercalada por regas, não apresentam diferenças, para o crescimento vegetativo. Entretanto a salinidade da solução altera o crescimento da mesma espécie e de acordo com Bernardi et al. (2004), o aumento em até 150% da concentração, aplicada semanalmente, não prejudica o desenvolvimento vegetativo.

A salinidade também possui efeito sobre o florescimento. Segundo Wang (1998), a elevação da salinidade resultou em aumentos lineares no número de flores, porém com redução do diâmetro das mesmas, em *Phalaenopsis* sp. Contudo segundo o mesmo autor, este aumento resulta em injúria no sistema radicular, no qual foi observado elevação do número de raízes ocas e mortas.

Naik et al. (2013), observaram que a fertirrigação com a condutividade em $1,5 \text{ mS cm}^{-1}$, resulta em melhorias nas características vegetativas como aumentos, na massa seca, comprimento das folhas, número, comprimento e circunferência dos pseudobulbos em *Cymbidium* sp. Para o florescimento os mesmos autores observaram que $1,0 \text{ mS cm}^{-1}$ proporcionou maior comprimento da haste e o número de flores por haste, porém 2 mS cm^{-1} , inibiu o florescimento.

Deste modo estudos que adequem a condutividade elétrica da solução nutritiva e a frequência de aplicação passam a ser uma importante estratégia para aumentar a eficiência de produção. Assim, o objetivo deste trabalho

foi avaliar a influência da condutividade elétrica e das frequências de aplicação de fertilizantes, no crescimento e nutrição de *Brassia verrucosa* (Orchidaceae).

3.2.3 Material e Métodos

3.2.3.1 Material vegetal e condições de crescimento

As mudas de orquídea utilizadas foram de *Brassia verrucosa*, provenientes de divisão de touceiras, de plantas clonadas *in vitro*. O tamanho das plantas foi padronizado após a divisão das touceiras, permanecendo um pseudobulbo e um broto por vaso, com aproximadamente $15,2 \pm 2$ cm de altura, $0,48 \pm 0,2$ g e $0,11 \pm 0,05$ g de massa seca de parte aérea e raízes respectivamente. As mudas foram transplantadas em vaso de polipropileno preto com diâmetro de 13 cm, altura de 9,8 cm e volume de 1000 mL. Como substrato foi utilizado casca de pinus compostada peneirada entre peneiras com crivo de 1,5 e 0,5 cm.

Os vasos permaneceram em casa de vegetação climatizada, localizada no Departamento de Agronomia, na Universidade Estadual de Londrina - UEL, (51°11' O; 23°23' S; 566m Alt), modelo Van der Hoeven[®], coberta com placas de policarbonato transparente e difusor, com retenção luminosa de 50%, através de tela de sombreamento Aluminet[®] e temperatura controlada de $28^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, pelo sistema humid cold. A irrigação foi manual, adicionando uma lamina de água de 6 mm, diariamente, no período da manhã.

3.2.3.2 Manejo das fertilizações

As mudas recém transplantadas permaneceram por um período de 30 dias no local de cultivo antes do início do experimento. Após o período de adaptação inicial, as plantas foram fertilizadas através de regas pela adição de 50 mL de solução NPK. Como fonte de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) foram utilizados a ureia (45% de N), fosfato monoamônico (12% de N e 54% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60% de K₂O) respectivamente (HOSHINO et al.,2016).

Os fertilizantes foram diluídos em três diferentes concentrações de iguais proporções em massa: C1 (0,5:0,5:0,5; g L⁻¹), C2 (1:1:1; g L⁻¹) e C3 (2:2:2; g L⁻¹). As condutividades elétricas das soluções apresentaram 1,25, 2,5 e 4,7 mS cm⁻¹,

respectivamente. Cada solução foi aplicada em três frequências: mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3). Plantas somente irrigadas foram utilizadas como controle. Nos dias em que ocorriam as fertilizações as plantas não eram irrigadas por um período posterior de 48 h.

Após 15 meses de cultivo as plantas foram transplantadas para vasos maiores de polipropileno preto com diâmetro de 17 cm, altura de 12,5 cm e volume de 2000 mL. Após a transferência de vasos, substrato de iguais características descritas anteriormente, foi adicionado nas laterais dos vasos para completar o volume. Os manejos de regas e fertilizações foram mantidos os mesmos por mais 03 meses.

3.2.3.3 Variáveis analisadas e coleta de dados

Após 18 meses do início das fertilizações as plantas foram removidas dos vasos e lavadas em água corrente, para remoção do substrato aderido, posteriormente as mesmas foram seccionadas em raízes, pseudobulbos e folhas. Os diferentes órgãos foram lavados em água destilada para posterior avaliação dos seguintes parâmetros fitométricos: altura de plantas; número de pseudobulbos, número de brotos, comprimento e diâmetro do maior pseudobulbo; massa seca de raízes, pseudobulbos e folhas.

A altura da planta foi mensurada, com auxílio de régua, partindo da base do pseudobulbo até o ápice da maior folha. O número de pseudobulbo e brotos foram obtidos por contagem. O comprimento do pseudobulbo foi mensurado, com auxílio de régua, partindo colo da planta até a inserção da folha no maior pseudobulbo. O diâmetro do pseudobulbo foi obtido com auxílio de paquímetro digital, aferindo-se o maior diâmetro no maior pseudobulbo. A massa seca de raízes, pseudobulbos e folhas, foram obtidas após secagens dos órgãos em estufa de ventilação forçada a 55°C, até atingir massa constante e posterior pesagem em balança analítica, com precisão de 0,001 g.

A partir dos tecidos secos foi feita a determinação dos teores de macronutrientes na parte aérea. Para isso as amostras de pseudobulbos e folhas foram moídas, em moinho analítico modelo A11 IKA[®] e os teores de N, P, K, Ca e Mg, quantificados conforme metodologias descritas por Silva (2009). A partir da digestão nitroperclórica foi quantificado o P por colorimetria; Ca e Mg por

espectrofotometria de absorção atômica e o K por fotometria de chama. O teor de N foi obtido mediante digestão sulfúrica e quantificado pelo método de Kjeldahl (SILVA, 2009). Os resultados foram expressos em g kg^{-1} .

Dos substratos foram realizadas a determinação de pH e condutividade elétrica (CE) seguindo metodologia descrita por Abreu et al, (2007), pelo método de extração 1:2 (em volume) de substrato e água deionizada, e mensurados com o auxílio de um pHmetro e condutivímetro portátil.

3.2.3.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, com todas as combinações entre as frequências e as condutividades elétricas das soluções: F1C1, F1C2, F1C3, F2C1, F2C2, F2C3, F3C1, F3C2, F3C3 + controle (sem fertilização), onde as frequências foram: mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), e as condutividades elétricas: $1,25 \text{ mS cm}^{-1}$ (C1), $2,5 \text{ mS cm}^{-1}$ (C2) e $4,7 \text{ mS cm}^{-1}$ (C3). Cada tratamento foi composto por 10 repetições sendo considerada uma planta por vaso como uma unidade experimental.

Os dados foram submetidos aos testes de Hartley e Shapiro-Wilk, e as variáveis obtidas por contagem foram submetidas à transformação de Box-Cox. Posteriormente foi realizada a análise de variância (ANAVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. O controle foi comparado com os demais tratamentos utilizando o contraste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro, utilizando o suplemento estatístico Action. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

3.2.4 Resultados e Discussão

O aumento na concentração dos nutrientes mostrou-se mais benéfico ao crescimento da orquídea *Brassia verrucosa* do que o aumento na frequência de aplicação. Foi possível observar que a condutividade elétrica das soluções de fertirrigação foi o principal fator que resultou no incremento das variáveis fitométricas, ocorrendo aumentos significativos no diâmetro do maior pseudobulbo (DPB), número de pseudobulbos (PB), número de brotos (BRT) massa seca de pseudobulbos (MSPB) e folhas (MSF). Por sua vez o aumento nas

frequências de aplicação, dentro de cada condutividade, não apresentou efeitos sobre os parâmetros avaliados, com exceção do número de brotos (BRT) e da massa seca de folhas (MSF) (Tabela 5).

Em relação ao diâmetro do maior pseudobulbo (DPB), quando o efeito médio das condutividades elétricas foi comparado, foi observado aumento significativo na utilização das condutividades C2 (2,5 mS cm⁻¹) e C3 (4,7 mS cm⁻¹) em relação ao uso de C1 (1,25 mS cm⁻¹). Para o número de pseudobulbos (PB), a utilização de C3 (4,7 mS cm⁻¹) resultou em um número médio de pseudobulbos superior as demais condutividades, e para o número de brotos (BRT) ocorreram aumentos significativos com o aumento das condutividades avaliadas (Tabela 5).

De acordo com Bernardi et al. (2004), em *Dendrobium nobile*, a elevação na concentração da solução nutritiva de Sarruge, resulta em ganhos lineares no diâmetro dos pseudobulbos. Segundo Naik et al. (2013), a elevação de 1 mS cm⁻¹ para 2 mS cm⁻¹ proporcionou aumentos significativos no número dos brotos em *Cymbidium* sp., e de acordo com os mesmos autores a condutividade elétrica da solução de fertirrigação tem correlação positiva com o comprimento, diâmetro e número de pseudobulbos.

Em relação à frequência de aplicação, Wang (1995) relata que em *Dendrobium* sp. a fertilização com 1 g L⁻¹ de fertilizante solúvel NPK 20-20-20 aplicado a cada rega, tem pouco efeito sobre o número de brotos, altura e diâmetro dos pseudobulbos, quando comparada com a fertilização intercalada por regas.

Para as variáveis de massa seca, a condutividade elétrica da solução também foi o principal fator que contribuiu para as elevações das médias, no qual foi observado que a utilização de C3 (4,7 mS cm⁻¹) resultou em acúmulo de massa seca nas folhas 25,91% superior em relação a C2 (2,5 mS cm⁻¹) o qual por sua vez foi 52,53% superior em comparação a C1 (1,25 mS cm⁻¹) (Tabela 5). Em relação às frequências de aplicação, de modo geral a fertilização semanal (F3) foi superior a mensal (F1), para massa seca das folhas.

Tabela 5 – Médias das variáveis: altura da planta (ALT), comprimento (CPB) e diâmetro (DPB) do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos (PB), número de brotos (BRT), massa seca de folhas (MSF), pseudobulbos (MSPB) e raízes (MSR), de plantas de *Brassia verrucosa*, submetidas à fertirrigação com diferentes condutividade elétrica de solução, 1,25 mS cm⁻¹ (C1), 2,5 mS cm⁻¹ (C2) e 4,7 mS cm⁻¹ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), durante 18 meses de cultivo, Londrina – PR, 2017.

Tratamentos	ALT (cm)		CPB (cm)		DPB (cm)		PB (n°)		BRT (n°)		MSF (g)		MSPB (g)		MSR (g)		
Controle	35,50		7,75		3,12		3,17		1,00		2,81		1,79		9,79		
C1	F1	39,33	b	9,40	a	3,11	a	5,17	a	2,00	b	7,76*	b	5,08	a	16,76*	a
	F2	42,50*	ab	10,62*	a	3,41	a	4,33	a	3,33	b	9,51*	ab	5,52*	a	18,26*	a
	F3	46,00*	a	9,35*	a	3,53	a	6,00*	a	6,67*	a	11,80*	a	7,23*	a	14,85*	a
Média	42,61	AB	9,79	A	3,35	B	5,17	B	4,00	C	9,69	C	5,94	B	16,62	A	
C2	F1	47,00*	a	10,12	a	3,45	a	5,67*	a	3,50	b	12,29*	b	6,68*	a	17,02*	a
	F2	44,67*	a	10,68*	a	3,79*	a	6,17*	a	6,67*	a	14,63*	ab	6,57*	a	17,58*	a
	F3	45,17*	a	11,45*	a	3,92*	a	5,50*	a	7,00*	a	17,42*	a	8,36*	a	18,62*	a
Média	45,61	A	10,75	A	3,72	A	5,78	B	5,72	B	14,78	B	7,20	B	17,74	A	
C3	F1	39,83	a	10,83*	a	4,04*	a	7,00*	a	7,67*	b	15,06*	b	8,33*	a	17,38*	a
	F2	40,67	a	10,12*	a	3,76*	a	7,83*	a	10,83*	a	19,33*	a	9,13*	a	18,68*	a
	F3	43,00*	a	11,27*	a	3,93*	a	6,67*	a	10,67*	a	21,45*	a	10,46*	a	17,70*	a
Média	41,17	B	10,74	A	3,91	A	7,17	A	9,72	A	18,61	A	9,31	A	17,92	A	
CV (%)	9,92		14,15		11,62		13,38		26,28		15,99		31,70		17,69		

Controle: Plantas não fertirrigadas.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre condutividades e minúscula dentro de cada condutividade, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Médias seguidas de * diferem estatisticamente do controle, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

CV: coeficiente de variação.

Fonte: o próprio autor.

Aumentos significativos foram observados para a massa seca dos pseudobulbos (MSPB) em C3 (e $4,7 \text{ mS cm}^{-1}$), este incremento no acúmulo de massa seca ocorre em consequência do aumento do número de pseudobulbos (PB), que ocorreram nos tratamentos em que a maior condutividade foi utilizada. Entretanto para a massa seca das raízes não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, provavelmente em decorrência do tamanho do vaso, que passou a ser uma limitação para o crescimento das raízes (Tabela 5).

Segundo Jiménez-Peña et al. (2013), a condutividade de $2,11 \text{ mS cm}^{-1}$, foi adequada para o desenvolvimento de *Laelia anceps*, para os autores o aumento da condutividade para $2,81 \text{ mS cm}^{-1}$ resultou na redução da massa seca de folhas pseudobulbos e raízes, o que não foi observado em nossos resultados. Esta divergência pode estar relacionada com a frequência da fertilização, uma vez que no trabalho realizado por Jiménez-Peña et al. (2013), a solução de fertilização era aplicada a cada rega.

Quando o controle, sem fertilização, foi contrastado com todos os tratamentos fertilizados, foi observado que as variáveis: comprimento e diâmetro do maior pseudobulbo (CPB e DPB) e número de pseudobulbos e brotos (PB e BRT), foram simultaneamente elevadas, na condutividade C2 ($2,5 \text{ mS cm}^{-1}$) a partir de aplicações quinzenais (F2), e na utilização da condutividade C3 ($4,7 \text{ mS cm}^{-1}$), a aplicação mensal (F1) foi igualmente eficaz (Tabela 5).

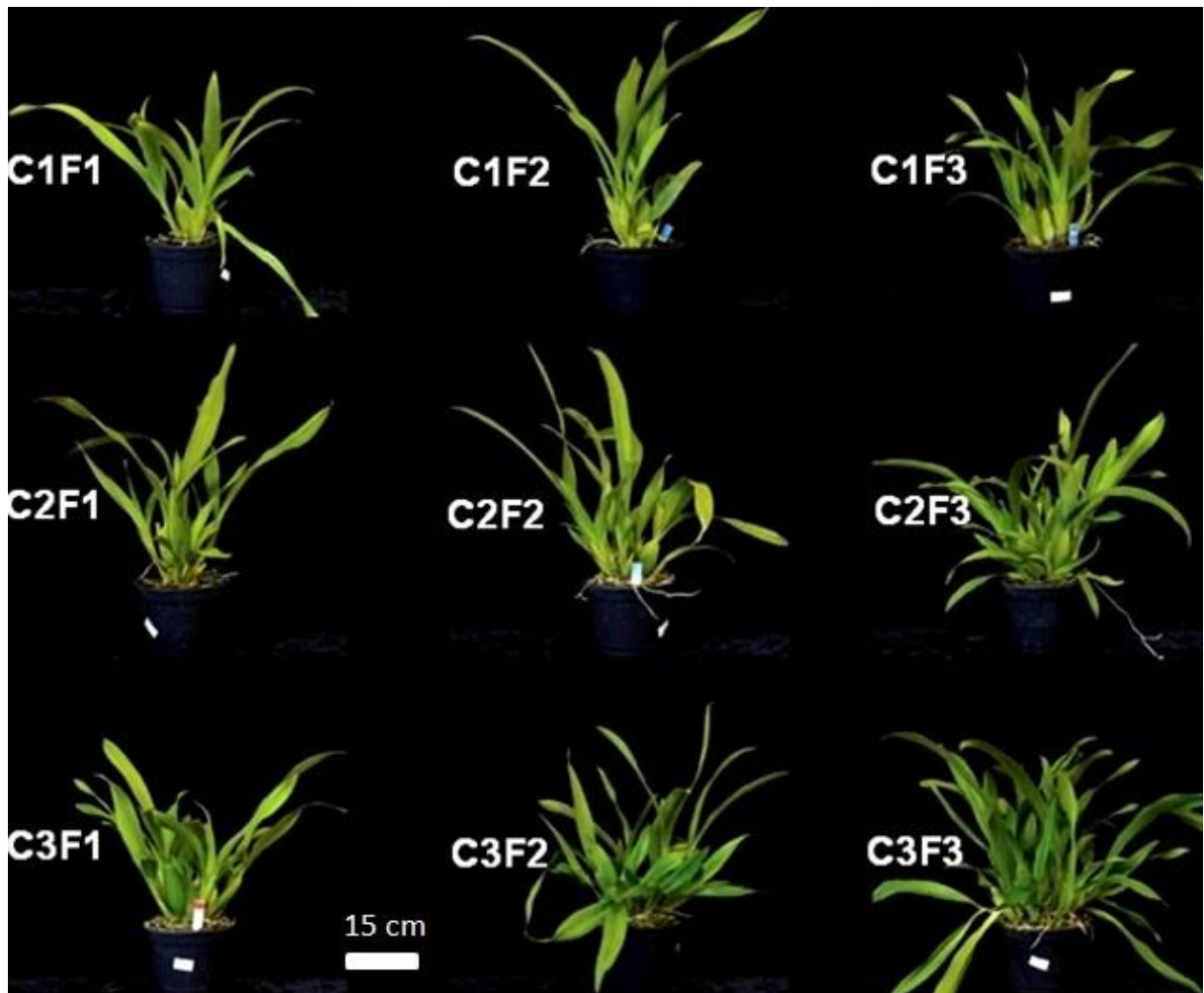
Devido às orquídeas apresentarem características que combinam capacidade de armazenamento de água e nutrientes nos pseudobulbos com alta eficiência na absorção e mobilização de nutrientes (NG; HEW, 2000), a rápida absorção dos mesmos é uma importante estratégia evolutiva dessas plantas, adaptadas a escassez nutricional de habitats epifíticos, deste modo, favorecer a absorção de nutrientes pelo aumento da condutividade elétrica da solução, mostrou-se benéfica e interessante do ponto de vista do manejo produtivo de flores.

Uma das causas desse fenômeno pode estar relacionada a cinética de absorção de nutrientes, que é influenciada pela concentração dos nutrientes na rizosfera. Elevadas concentrações de nutrientes favorecem a absorção de carregadores de baixa seletividade, além de ativarem mecanismo duplo de absorção e a abertura de canais iônicos (MALAVOLTA, 2006).

Contudo apesar dos ganhos na massa seca da parte aérea e número de pseudobulbos em C3 ($4,7 \text{ mS cm}^{-1}$), sua utilização aliada a frequências

quinzenais (F2) ou semanais (F3) resultou em plantas superbrotadas (Figura 5), as quais somente são desejadas para a propagação vegetativa. Deste modo, como as flores são o produto final de interesse, o crescimento demasiado da parte aérea é indesejado, pois pode causar desequilíbrio entre floração e desenvolvimento vegetativo das plantas, de acordo com Naik et al. (2013), o aumento da condutividade favorece o desenvolvimento vegetativo em *Cymbidium* sp., embora a condutividade de 2 mS cm^{-1} , aplicadas quinzenalmente inibam o florescimento.

Figura 5 – Plantas de *Brassia verrucosa*, submetidas à fertirrigação com diferentes: condutividade elétrica de solução, $1,25 \text{ mS cm}^{-1}$ (C1), $2,5 \text{ mS cm}^{-1}$ (C2) e $4,7 \text{ mS cm}^{-1}$ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), durante 18 meses de cultivo, Londrina – PR, 2017.

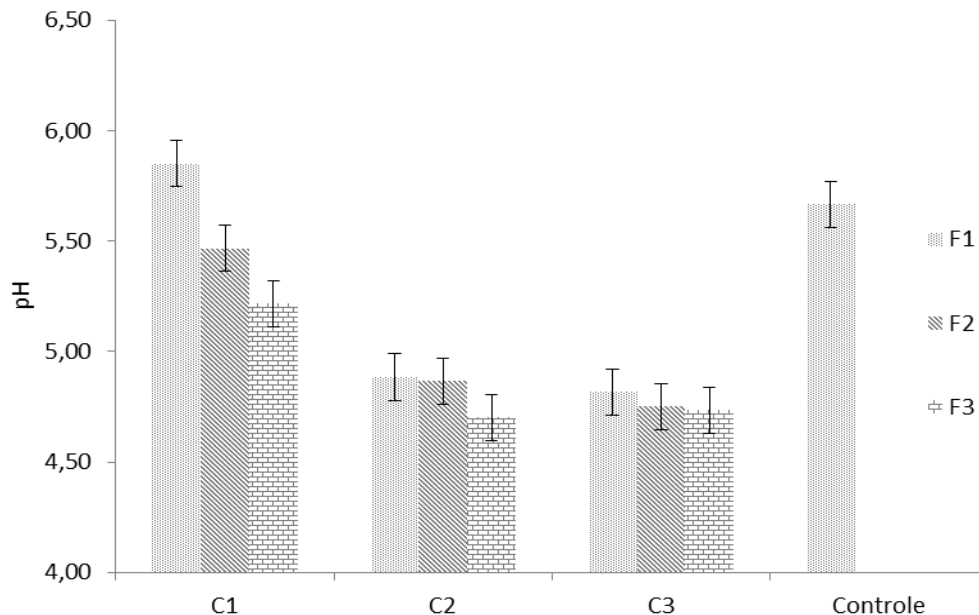


Fonte: o próprio autor.

O pH do substrato foi reduzido com o aumento das frequências de fertirrigação nos tratamentos que utilizaram a condutividade C1 ($1,25 \text{ mS cm}^{-1}$),

apresentando redução nos valores médios de 5,85, para 5,47 e 5,22, nas frequências F1, F2 e F3 respectivamente. Todavia, para as demais condutividades (C2 e C3), os valores se mantiveram próximos, independente da frequência utilizada, apresentando valores médios de 4,82 para C2 ($2,5 \text{ mS cm}^{-1}$) e 4,77 para C3 ($4,7 \text{ mS cm}^{-1}$), e quando as plantas foram somente irrigadas, não recebendo fertirrigação (controle) o pH apresentou um valor médio de 5,67 (Figura 6).

Figura 6 – pH do substrato após 18 meses de cultivo de *Brassia verrucosa*, submetidas à fertirrigação com diferentes: condutividade elétrica de solução, $1,25 \text{ mS cm}^{-1}$ (C1), $2,5 \text{ mS cm}^{-1}$ (C2) e $4,7 \text{ mS cm}^{-1}$ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), Londrina – PR, 2017.

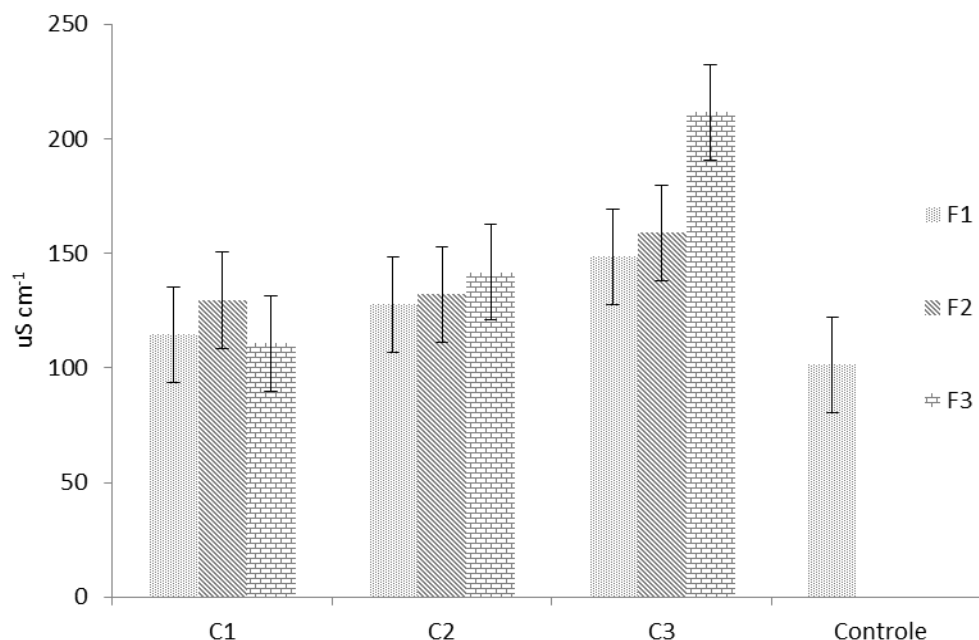


Barra de erros: Desvio padrão.
 Controle: Plantas não fertirrigadas.
Fonte: o próprio autor.

Sabe-se que o crescimento das plantas leva a acidificação natural do substrato devido ao processo de absorção mineral, uma vez que as raízes liberam H^+ na rizosfera para obter diferença no potencial eletroquímico (TAIZ; ZEIGER, 2004). Entretanto o pH em C3 não foi inferior a C2, apesar da diferença existente no crescimento da planta, o que indica um possível limite da orquídea *Brassia verrucosa*, em acidificar o substrato. De maneira geral as orquídeas se desenvolvem em meios ácidos no qual para o gênero *Cattleya* o pH 4,8 à 6,2 é considerado adequado (TAKANE et al., 2010).

A condutividade elétrica dos substratos se manteve similar entre as frequências utilizadas, variando de 110 a 130 $\mu\text{S cm}^{-1}$ em C1 e 127 a 141 $\mu\text{S cm}^{-1}$ em C2, porém essa variação foi maior em C3, passando de 148 $\mu\text{S cm}^{-1}$ na frequência mensal (F1) para 212 $\mu\text{S cm}^{-1}$ na frequência semanal (F3) (Figura 7). Apesar de o valor observado em C3F3 ser cerca de duas vezes maior que o obtido no controle, o qual apresentou 101 $\mu\text{S cm}^{-1}$, a salinidade do substrato ainda é considerada baixa. Para Takane et al. (2010), a alta salinidade do substrato ocorre com valores acima de 1250 $\mu\text{S cm}^{-1}$, nestas condições o crescimento das plantas é prejudicado. Resultados similares foram encontrados por Bernardi et al. (2004), que somente observaram elevação significativa na condutividade do substrato no uso de 150% da concentração da solução nutritiva de Sarruge, no qual a condutividade variou de 121 a 164 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Figura 7 – Condutividade elétrica do substrato após 18 meses de cultivo de *Brassia verrucosa*, submetidas à fertirrigação com diferentes: condutividade elétrica de solução, 1,25 mS cm^{-1} (C1), 2,5 mS cm^{-1} (C2) e 4,7 mS cm^{-1} (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), Londrina – PR, 2017.



Barra de erros: Desvio padrão.

Controle: Plantas não fertirrigadas.

Fonte: o próprio autor.

A manutenção da condutividade dentro de limites considerados baixos deve-se provavelmente a duas razões, a granulometria do substrato utilizado e as regas entre as fertilizações. Substratos de granulometria grossa apresentam

menor superfície de contato, adsorção mineral, e conseqüentemente menor condutividade, quando comparados a substratos mais finos. Além disso, devido à utilização da fração grossa (16-32 mm) do substrato peneirado não apresentar alta capacidade de retenção de água, regas diárias são necessárias, resultando na diluição de um eventual acúmulo de sais.

Para os macronutrientes nas folhas, os teores de N, P e K aumentaram significativamente com o aumento na condutividade elétrica das soluções. Em relação ao N, os teores foliares médios foram de 10,25 g kg⁻¹ em C1, 13,04 g kg⁻¹ em C2, atingindo 14,49 g kg⁻¹ quando a condutividade C3 foi utilizada, e para o K os teores médios foliares observados foram de 18,97 g kg⁻¹ em C1; 21,25 g kg⁻¹ em C2 e 24,66 g kg⁻¹ em C3. Quanto aos teores foliares de P, a diferença significativa somente ocorreu entre as condutividades C1 e C3, as quais apresentaram teores de 1,64 g kg⁻¹ e 2,17 g kg⁻¹. Para os teores de Ca e Mg, não foram observadas diferenças significativas, independente da condutividade utilizada (Tabela 6).

As frequências de aplicação também influenciaram nos teores foliares de N e K, os quais apresentam teores superiores na frequência semanal (F3) em relação a mensal (F1), entretanto para os demais macronutrientes avaliados, de modo geral, as frequências de aplicação não alteraram os teores foliares. Quando o controle, sem fertirrigação, foi comparado por contraste com as plantas fertirrigadas, observou-se que em C2, a partir da frequência quinzenal (F2), as plantas apresentaram elevações significativas nos teores foliares de N e K, os acúmulos observados nestas condições podem indicar um possível excesso no fornecimento destes nutrientes (Tabela 6).

Para as orquídeas os nutrientes mais demandados são o K e o N (ICHINOSE, 2008). O N é altamente requerido por ser constituinte de proteínas e ácidos nucleicos, e sua deficiência afeta rapidamente o metabolismo, uma vez que as reações bioquímicas são mediadas por enzimas. O K tem sua principal função relacionada às relações hídricas da planta, além de atuar como ativador enzimático da respiração e fotossíntese (MALAVOLTA, 2006).

Apesar do P ser constituinte de fosfato de açúcares, fosfolipídios de membrana, nucleotídeos, e fonte de energia, ele é somente o quarto nutriente mais requerido pelas orquídeas. Segundo Zotz (2004), epífitas em condições naturais somente apresentam limitações por P quando a razão N:P é maior que 16. Foi

observado que as razões N:P nas folhas de *Brassia verrucosa*, foram de 6,25, 6,86 e 6,67 na utilização de C1, C2 e C3 respectivamente.

De acordo com Zotz (2004) essa redução é esperada em condições de cultivo, devido a alta capacidade de absorção de P das epífitas, devido a escassez desse nutriente nos sistemas naturais. Deste modo o uso de menores quantidades de P nas formulações pode ser indicada.

Tabela 6 – Teores dos macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), presentes nas folhas de *Brassia verrucosa*, submetidas à fertirrigação com diferentes: condutividade elétrica de solução, 1,25 mS cm⁻¹ (C1), 2,5 mS cm⁻¹ (C2) e 4,7 mS cm⁻¹ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), durante 18 meses de cultivo, Londrina – PR, 2017.

Tratamentos	g kg ⁻¹										
	N		P		K		Ca		Mg		
Controle	10,40		1,53		17,21		8,35		1,26		
C1	F1	9,58	b	1,39	a	16,72	b	6,66	a	1,48	a
	F2	10,21	ab	1,69	a	20,43	a	6,88	a	1,44	a
	F3	10,96	a	1,84	a	19,77	ab	5,69	a	1,22	a
Média	10,25	C	1,64	B	18,97	C	6,41	A	1,38	A	
C2	F1	11,26	b	1,61	a	18,53	b	6,08	b	1,31	a
	F2	13,80*	a	2,01	a	22,90*	a	6,98	ab	1,40	a
	F3	14,05*	a	2,07	a	22,33*	a	8,04	a	1,40	a
Média	13,04	B	1,90	AB	21,25	B	7,03	A	1,37	A	
C3	F1	13,67*	b	2,09	a	22,74*	b	7,26	a	1,54	a
	F2	14,36*	ab	2,17*	a	24,97*	ab	7,23	a	1,39	a
	F3	15,44*	a	2,26*	a	26,29*	a	7,51	a	1,30	a
Média	14,49	A	2,17	A	24,66	A	7,33	A	1,41	A	
CV (%)	6,84		13,84		10,34		16,77		14,36		

Controle: Plantas não fertirrigadas.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre condutividades e minúscula dentro de cada condutividade, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Médias seguidas de * diferem estatisticamente do controle, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

CV: coeficiente de variação.

Fonte: o próprio autor.

Em relação aos teores dos macronutrientes nos pseudobulbos, o aumento da condutividade resultou em efeitos menos evidentes do que aqueles observados para as folhas, provavelmente devido a maior atividade metabólica das folhas em relação aos pseudobulbos. Apesar disso o aumento na condutividade resultou na elevação dos teores de N, P e K e decréscimos de Ca e Mg. Os teores

de N apresentaram aumentos significativos para cada condutividade elétrica utilizada, para os teores de P e K as condutividades C1 e C2 não diferiram entre si, sendo ambos foram inferiores a C3 (Tabela 7).

Tabela 7 – Teores dos macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), presentes nos pseudobulbos de *Brassia verrucosa*, submetidas à fertirrigação com diferentes: condutividade elétrica de solução, 1,25 mS cm⁻¹ (C1), 2,5 mS cm⁻¹ (C2) e 4,7 mS cm⁻¹ (C3) e frequência de aplicação, mensal (F1), quinzenal (F2) e semanal (F3), durante 18 meses de cultivo, Londrina – PR, 2017.

Tratamentos	g kg ⁻¹										
	N		P		K		Ca		Mg		
Controle	5,61		1,30		31,65		13,89		2,89		
C1	F1	5,23	a	1,19	a	25,71*	a	15,12	a	3,44	a
	F2	6,05	a	1,20	a	25,96*	a	16,05	a	3,34	a
	F3	5,54	a	1,34	a	23,89*	a	11,12	b	2,60	b
Média	5,61	C	1,24	B	25,19	B	14,10	AB	3,13	A	
C2	F1	5,61	b	1,16	a	21,83*	b	13,31	b	3,00	a
	F2	6,68	ab	1,39	a	25,46*	ab	17,67	a	3,11	a
	F3	8,21*	a	1,55	a	26,64	a	15,84	ab	2,92	a
Média	6,83	B	1,37	B	24,65	B	15,61	A	3,01	A	
C3	F1	7,31	c	1,43	b	27,36	b	15,49	a	2,87	a
	F2	10,40*	b	1,69	ab	26,95	b	13,01	ab	2,79	a
	F3	15,42*	a	2,00*	a	33,23	a	11,71	b	2,47	a
Média	11,04	A	1,71	A	29,18	A	13,40	B	2,71	B	
CV (%)	14,44		14,58		11,98		16,21		9,95		

Controle: Plantas não fertirrigadas.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre condutividades e minúscula dentro de cada condutividade, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Médias seguidas de * diferem estatisticamente do controle, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

CV: coeficiente de variação.

Fonte: o próprio autor.

Além disso, quando foi utilizada a condutividade C3 nas frequências F2 e F3 foi observado que os teores de N nos pseudobulbos foram aumentados de forma mais evidente, atingindo teores de 10,40 g kg⁻¹ e 15,42 g kg⁻¹ respectivamente (Tabela 7). Estes aumentos observados sobre os teores de N nos pseudobulbos podem ter sido a possível causa do aumento do número de brotações e conseqüentemente do número de pseudobulbos nestes tratamentos.

De maneira geral, quando comparados numericamente os teores dos nutrientes entre os diferentes órgãos (folhas e pseudobulbos), verifica-se que teores de N e P nas folhas foram maiores em comparação com os pseudobulbos. Porém quando a condutividade C3 foi combinada a maior frequência de aplicação, os teores de N e P se elevam tornando-se semelhantes aos valores obtidos nas folhas.

Embora N seja um dos nutrientes mais exigidos, o sua aplicação em excesso pode alterar a relação entre raízes e parte aérea (GEARY et al., 2015), devido a estímulos sobre o desenvolvimento vegetativo. Em *Paphiopedilum* sp., aumento na concentração de N em solução nutritiva leva ao aumento da expansão foliar (ZONG-MIN, et al., 2012). Na cultura do alho o excesso do N resulta em superbrotamento (RESENDE e SOUZA, 2001).

De acordo com Royer et al., (2013), a relação C:N nos tecidos está positivamente correlacionada com concentrações de açúcares solúveis e amido, deste modo, acúmulos de N podem indicar redução na produção de carboidratos, devido a competição metabólica, entre aminoácidos e carboidratos, por esqueletos de carbono produzidos pela fotossíntese (XU et al., 2012). Assim, a utilização da condutividade C3 combinada a frequências F2 ou F3, pode ter levado a maiores acúmulos de aminoácidos e outras formas solúveis de N, devido a alta disponibilidade do nutriente, resultando no aumento dos teores de N e no número de brotos e pseudobulbos pequenos.

3.2.5 Conclusão

O aumento da condutividade elétrica resultou em incrementos no crescimento da orquídea *Brassia verrucosa*, através de aumentos no diâmetro do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos, número de brotos, massa seca de pseudobulbos e massa seca de folhas.

O aumento na frequência de aplicação, de mensal para semanal, resultou em incrementos no número de brotos e massa seca de folhas dentro de cada condutividade elétrica.

As fertilizações com as condutividades, 1,25 mS cm⁻¹ com aplicação semanal (C1F3), 2,5 mS cm⁻¹ com aplicação quinzenal (C2F2), e 4,7 mS cm⁻¹ com aplicação mensal (C3F1), resultam em ganhos no comprimento dos pseudobulbos, no número de pseudobulbos e brotos, e na massa seca de folhas pseudobulbos e raízes, em relação as plantas *Brassia verrucosa* não fertilizadas.

A utilização da condutividade 4,7 mS cm⁻¹ com aplicações quinzenais e semanais resultam no aumento do número de brotações, podendo ser indicada para propagação vegetativa.

O aumento da condutividade elétrica bem como o aumento da frequência de aplicação, de mensal para semanal promoveu incrementos nos teores de N, P e K em pseudobulbos e folhas.

O pH dos substratos foi reduzido com o aumento das frequências de aplicação somente na condutividade elétrica de 1,25 mS cm⁻¹, nas demais condutividades utilizadas o pH manteve-se similar independente das frequências utilizadas.

As fertilizações aumentaram a condutividade elétrica dos substratos, o aumento mais evidente ocorreu na condutividade C3 (4,7 mS cm⁻¹) aliada a frequência de aplicação semanal (F3).

3.2.6.Referências

ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; SARZI, I.; JUNIOR, A. L. P. Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 25, n. 2, p. 184-187, 2007.

BERNARDI, A. C.; FARIA, R. T.; CARVALHO, J. F. R. P.; UNEMOTO, L. K.; ASSIS, A. M.; BERNARDI, A. C. Desenvolvimento vegetativo de plantas de *Dendrobium nobile* Lindl. fertirrigadas com diferentes concentrações da solução nutritiva de sarruge. **Semina: Ciências Agrárias**. 25, p. 13-20, 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GEARY, B.; CLARK, J.; HOPKINS, B. G.; JOLLEY, V. D. Deficient, adequate and excess nitrogen levels established in hydroponics for biotic and abiotic stress-interaction studies in potato. **Journal of Plant Nutrition**, v. 38, p. 41 – 50, 2015.

- HOSHINO, R. T.; ALVES, G. A. C.; BARZAN, R. R.; FREGONEZI, G. A. F.; FARIA, R. T. Fertilizantes agrícolas aplicados via solução nutritiva em *Cattleya labiata* Lindl. **Ornamental Horticulture**, v. 22, p. 208 – 214, 2016.
- ICHINOSE, J. G. dos S. **Desenvolvimento e acúmulo de nutrientes em duas espécies de orquídeas: *Dendrobium nobile* Lindl. e *Miltonia flavescens* Lindl.** 2008. 75f. Dissertação - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2008.
- JIMÉNEZ-PEÑA, N.; VALDEZ-AGUILAR, L. A.; CASTILLO-GONZÁLEZ, A. M.; COLINAS-LEÓN, M. T.; CARTMILL, A. D.; CARTMILL, D. L. Growing media and nutrient solution concentration affect vegetative growth and nutrition of *Laelia anceps* Lindl. **HortScience**, v. 48, n. 6, p. 773-779, 2013.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- NAIK, S. K.; BARMAN, D.; RAMPAL; MEDHI, R. P. Evaluation of electrical conductivity of the fertiliser solution on growth and flowering of a *Cymbidium* hybrid. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 30, n. 1, p. 33-39, 2013.
- 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.
- NG, C. K. Y.; HEW, C. S. Orchid pseudobulbs false bulbs with a genuine importance in orchid growth and survival! **Scientia horticultrae**, v. 83, n. 3, p. 165-172, 2000.
- RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais do alho. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 126 - 129, 2001.
- ROYER, M.; LARBAT, R.; LE BOT, J.; ADAMOWICZ, S.; ROBIN, C. Is the C:N ratio a reliable indicator of C allocation to primary and defence-related metabolisms in tomato? **Phytochemistry**, v. 88, p. 25 - 33, 2013.
- SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2004. p.719.
- TAKANE, R. J.; YANAGISAWA, S. S.; PIVETTA, K. F. L. **Cultivo moderno de orquídeas: *Cattleya* e seus híbridos.** Fortaleza – CE: UFC, 2010.179 p.
- WANG, Y.T.; GREGG, L.L. Medium and fertilizer affect the performance of *Phalaenopsis* orchids during two flowering cycles. **Hort Science**, v. 29, p. 269-271, 1994.
- WANG, Y. T. Medium and fertilization affect performance of potted *Dendrobium* and *Phalaenopsis*. **HortTechnology**, v.5, n.3, p. 237-237, 1995.
- WANG, Y. T. Impact of salinity and media on growth and flowering of a hybrid *Phalaenopsis* orchid. **HortScience**, v. 33, n. 2, p. 247-250, 1998.

XU, G.; FAN, X.; MILLER, A. J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. **Annu. Rev. Plant Biol.**, v. 63, p. 153–182, 2012.

ZONG-MIN, M.; NING, Y.; SHU-YUN, L.; HONG, H. Nitrogen requirements for vegetative growth, flowering, seed production, and ramet growth of *Paphiopedilum armeniacum* (Orchid). **HortScience**, v. 47, n. 5, p. 585-588, 2012.

ZOTZ, G. The resorption of phosphorus is greater than that of nitrogen in senescing leaves of vascular epiphytes from lowland Panama. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, p. 693 - 696, 2004.

3.3 TORTA DE MAMONA NO CRESCIMENTO DA ORQUÍDEA *BRASSIA VERRUCOSA* LINDLEY

3.3.1 Resumo

A fertilização é um manejo essencial no cultivo de flores e plantas ornamentais. Os fertilizantes orgânicos se destacam pela diversidade e disponibilização gradual de nutrientes. Todavia são poucos os estudos científicos relacionados ao uso dos mesmos no cultivo de orquídeas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia da fertilização com torta de mamona no crescimento e nutrição de *Brassia verrucosa* (Orchidaceae). Mudanças clonadas de *Brassia verrucosa* foram cultivadas em casa de vegetação por 15 meses. Como substrato foi utilizado a casca de pinus peneirada. A irrigação foi manual, aplicando 6 mm de água diariamente. Como fertilizante orgânico foi utilizado a torta de mamona (TM), aplicada sobre o substrato nas quantidades de 0,0; 4,8; 9,6 e 14,5 g L⁻¹ de substrato. A TM foi reaplicada a cada 03 meses. Como testemunha adicional foi realizada a fertilização mineral com ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico diluídos em água (1:1:1; g L⁻¹) aplicados 50 mL quinzenalmente. O delineamento foi inteiramente casualizado com 10 repetições. Os parâmetros altura da parte aérea, número de pseudobulbos, comprimento e diâmetro do maior pseudobulbo, massa seca de folhas, pseudobulbos e raízes; e teores de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) na parte aérea, foram submetidos a análise de variância e regressão polinomial a 5% de probabilidade de erro. A utilização da torta de mamona como fertilizante orgânico, propiciou aumentos quadráticos para todas as características fitométricas avaliadas, sendo na maior dose 34,9, 22,2 e 77,1% superior a fertilização química para a altura, massa seca de pseudobulbos e raízes respectivamente. O adição de torta de mamona resultou na redução dos teores de Ca e aumento dos teores Mg. Os teores de N, P e K não foram alterados, porém foram inferiores quando comparados a fertilização química. A utilização entre 11,5 a 14,5 g de torta de mamona para cada litro de substrato resulta em incrementos no desenvolvimento e crescimento de raízes e parte aérea da orquídea *Brassia verrucosa*.

Palavras-chave: Fertilização Orgânica. Orchidaceae. Desenvolvimento Vegetativo

Abstract

Castor cake on growth of *Brassia verrucosa* Lindley orchid

Fertilization is an essential management in the ornamental plant and flowers cultivation. Organic fertilizers are distinguished by the diversity and gradual availability of nutrients. However, there are few scientific studies related to their use in orchid cultivation. The aim of this work was to evaluate the effectiveness of castor bean fertilization in the growth and nutrition of *Brassia verrucosa* (Orchidaceae). Cloned seedlings of *Brassia verrucosa* were grown in greenhouse for 15 months. As a substrate, a sieved pine bark was used. The irrigation was manual, applying 6 mm of water daily. As organic fertilizer a castor cake (TM) was used, applied on the substrate in the amounts of 0.0; 4.8; 9.6 and 14.5 g on substrate. TM was reapplied every 03 months. As an additional control, mineral fertilization with urea, potassium chloride and monoammonium phosphate diluted in water (1: 1: 1; g L⁻¹) was applied 50 mL biweekly. The design was completely randomized with 10 replicates. The height of the shoot, number of pseudobulbs, length and diameter of the largest pseudobulb, leaf dry mass, pseudobulbs dry mass and roots dry mass, and macronutrient contents (N, P, K, Ca and Mg) in the shoot, were submitted to ANOVA and polynomial regression at 5% probability of error. The use of castor bean cake as organic fertilizer provided quadratic increases for all phytometric characteristics evaluated, being the highest dose 34.9, 22.2 and 77.1% higher than chemical fertilization for the parameters height, pseudobulbs dry mass and roots dry mass respectively. The addition of castor bean cake resulted in the reduction of Ca contents and increase of Mg contents. The contents of N, P and K were not altered, but were lower when compared to chemical fertilization. The use of 11.5 to 14.5 g of castor bean cake for each liter of substrate results in increments in the development and growth of roots and shoot of the *Brassia verrucosa* orchid.

Key words: Organic Fertilization. Orchidaceae. Vegetative Development

3.3.2 Introdução

Na natureza, as orquídeas absorvem os nutrientes lixiviados pela água das chuvas presentes no ambiente a partir da decomposição de resíduos orgânicos e excrementos de animais, além das associações simbióticas com fungos e bactérias. Todavia em cultivos protegido, as fontes naturais estão comprometidas e aliada à densidade de plantas o uso de fertilizantes se torna necessário ao crescimento e desenvolvimento das orquídeas cultivadas (NAIK et al., 2009).

Segundo Neto et al., (2015) na produção comercial de plantas ornamentais, a fertilização promove ganhos na qualidade e padronização, além de reduzir o tempo de cultivo. Contudo os fertilizantes disponíveis aos produtores não consideram as especificidades das distintas espécies e estádios fenológicos, podendo acarretar em redução na qualidade final e aumento dos custos.

Os produtores de orquídeas adotam diversas práticas de fertilização, com uma ampla gama de fertilizantes, sendo possíveis inúmeras combinações e formulações de adubos orgânicos e minerais (TAKANE et al., 2015). A adubação orgânica tem como vantagens a liberação gradual dos nutrientes, o aumento da atividade biológica, a maior diversidade de nutrientes, devido às variadas composições, além de ser em geral, composta por produtos provenientes do aproveitamento de resíduos (NAIK et al., 2009).

A torta de mamona é um resíduo agroindustrial produzido a partir do processamento das sementes de *Ricinus communis*, para a obtenção de óleo. Quando utilizada como fertilizante orgânico apresenta altas taxas de mineralização devido ao seu alto conteúdo de N-orgânico, podendo conter 75 g kg^{-1} do nutriente (SEVERINO et al., 2012). De acordo com Lima et al. (2008), a torta de mamona é indicada como adubo orgânico, pois além dos altos teores de N também apresenta em sua composição: $31,1 \text{ g kg}^{-1}$ de P, $6,6 \text{ g kg}^{-1}$ de K, $7,5 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca e $5,1 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, e relação C:N de 8,5 (MÜLLER; NIEMSDORFF, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia da fertilização com torta de mamona, no crescimento e nutrição de *Brassia verrucosa*.

3.3.3 Material e Métodos

3.3.3.1 Material vegetal e condições de crescimento

As mudas de orquídea utilizadas foram de *Brassia verrucosa*, provenientes de divisão de touceiras, de plantas clonadas *in vitro*. O tamanho das plantas foi padronizado após a divisão das touceiras, permanecendo um pseudobulbo e um broto por vaso, com aproximadamente $15,2 \pm 2$ cm de altura, $0,48 \pm 0,2$ g e $0,11 \pm 0,05$ g de massa seca de parte aérea e raízes respectivamente. As mudas foram transplantadas em vaso de polipropileno preto com diâmetro de 10,5 cm, altura de 7,8 cm e volume de 415 mL. Como substrato foi utilizado casca de pinus peneirada entre peneiras com crivo de 1,5 e 0,5 cm.

Os vasos permaneceram casa de vegetação climatizada, localizada no Departamento de Agronomia, na Universidade Estadual de Londrina - UEL, ($51^{\circ}11'$ O; $23^{\circ}23'$ S; 566m Alt), modelo Van der Hoeven[®], coberta com placas de policarbonato transparente e difusor, com retenção luminosa de 50%, através de tela de sombreamento Aluminet[®] e temperatura controlada de $28^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, pelo sistema humid cold. A irrigação foi manual, adicionando uma lamina de água de 6 mm, diariamente, no período da manhã.

3.3.3.2 Manejo das fertilizações

As mudas recém transplantadas permaneceram por um período de 30 dias no local de cultivo antes do início do experimento. Após o período de adaptação inicial, as plantas foram fertilizadas com o fertilizante orgânico torta de mamona (TM), da VitaPlan[®], (Nutriplan, Cascavel-PR).

A TM foi aplicada sobre o substrato em dose única e reaplicada a cada 3 meses, nas doses de 0,0; 4,8; 9,6 e $14,5 \text{ g L}^{-1}$ (gramas de TM por litro de substrato). Como controle adicional, foi realizada a fertilização mineral (NPK) quinzenalmente, pela adição de 50 mL por vaso da solução contendo ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico, na concentração de 1 g L^{-1} de cada fertilizante (HOSHINO et al., 2016a).

Após 12 meses de cultivo as plantas foram transplantadas para vasos maiores de polipropileno preto com diâmetro de 13 cm, altura de 9,8 cm e

volume de 1000 mL. Após a transferência de vasos, substrato de iguais características descritas anteriormente, foi adicionado nas laterais dos vasos para completar o volume. Os manejos de regas e fertilizações foram mantidos os mesmos por mais 03 meses.

3.3.3.3 Variáveis analisadas e coleta de dados

Após 15 meses do início das fertilizações as plantas foram removidas dos vasos e lavadas em água corrente, para remoção do substrato aderido, posteriormente as mesmas foram seccionadas em raízes, pseudobulbos e folhas. Os diferentes órgãos foram lavados em água destilada para posterior avaliação dos seguintes parâmetros fitométricos: altura de plantas; número de pseudobulbos, comprimento e diâmetro do maior pseudobulbo; massa seca de raízes, pseudobulbos e folhas.

A altura da planta foi mensurada, com auxílio de régua, partindo da base do pseudobulbo até o ápice da maior folha. O número de pseudobulbos foi obtido por contagem. O comprimento do pseudobulbo foi mensurado, com auxílio de régua, partindo colo da planta até a inserção da folha no maior pseudobulbo. O diâmetro do pseudobulbo foi obtido com auxílio de paquímetro digital, aferindo-se o maior diâmetro no maior pseudobulbo. A massa seca de raízes, pseudobulbos e folhas, foram obtidas após secagens dos órgãos em estufa de ventilação forçada a 55°C, até atingir massa constante e posterior pesagem em balança analítica, com precisão de 0,001g.

A partir dos tecidos secos foi feita a determinação dos teores de macronutrientes na parte aérea. Para isso as amostras de pseudobulbos e folhas foram moídas, em moinho analítico modelo A11 IKA® e os teores de N, P, K, Ca, Mg, quantificados conforme metodologias descritas por Silva (2009). A partir da digestão nitroperclórica foi quantificado o P por colorimetria; Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica e o K por fotometria de chama. O teor de N foi obtido mediante digestão sulfúrica e quantificado pelo método de Kjeldahl (SILVA, 2009). Os resultados foram expressos em g kg^{-1} . A determinação dos teores de nutrientes da torta de mamona utilizada como fertilizante foi realizada de acordo com a mesma metodologia descrita para as análises dos tecidos da parte aérea.

Dos substratos foram realizadas a determinação de pH e condutividade elétrica (CE) seguindo metodologia descrita por Abreu et al, (2007), pelo método de extração 1:2 (em volume) de substrato e água deionizada, e mensurados com o auxílio de um pHmetro e condutivímetro portátil.

3.3.3.4 Delineamento experimental e análises estatística

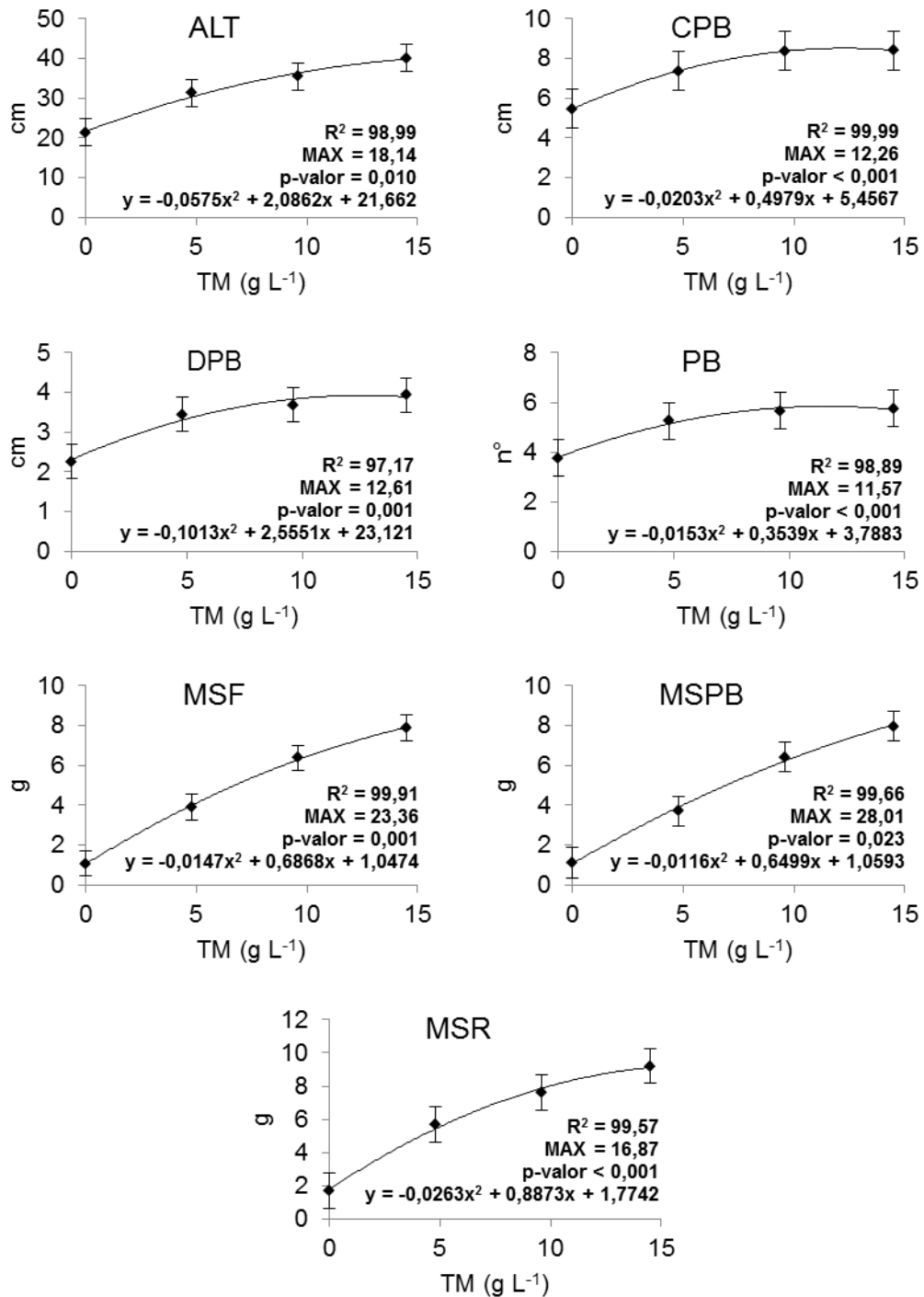
O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro doses de torta de mamona 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g L⁻¹ (gramas de TM por litro de substrato) acrescido de um controle adicional, correspondente a fertilização mineral (FM). Cada tratamento foi composto por 10 repetições sendo considerada uma planta por vaso como uma unidade experimental.

Os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade de variância de Hartley e teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os dados obtidos por contagem foram submetidos à transformação de Box-Cox. Posteriormente foi realizada a análise de variância e regressão a 5% de significância. A fertilização mineral (FM) foi comparada com os demais tratamentos utilizando o contraste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro, utilizando o suplemento estatístico Action. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

3.3.4 Resultados e Discussão

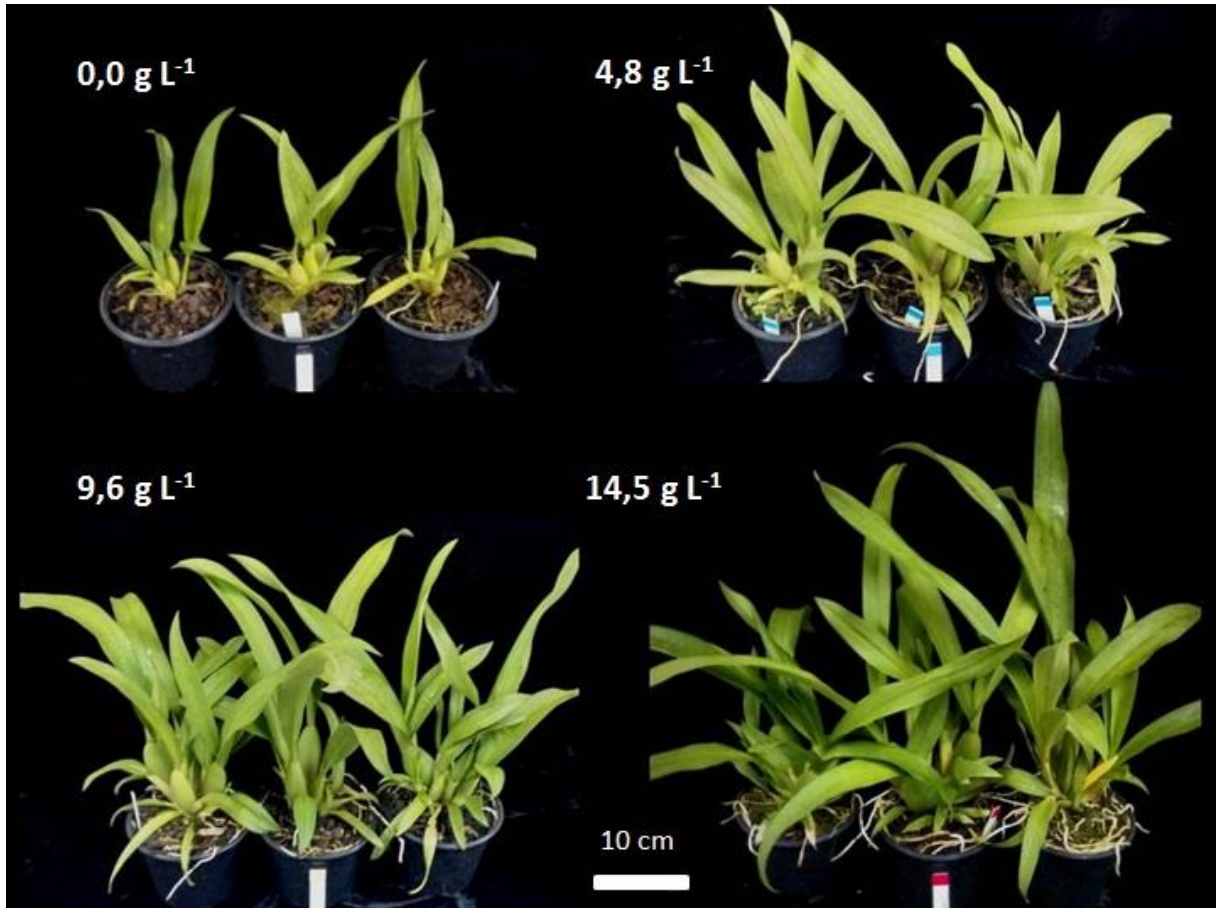
A utilização da torta de mamona como fertilizante orgânico foi eficaz, pois propiciou incrementos significativos em todas as variáveis fitométricas avaliadas, as quais tiveram ajustes quadráticos em função das doses do fertilizante (Figura 8), resultando em melhorias visuais no crescimento e desenvolvimento das plantas (Figura 9). Para as características do pseudobulbo as doses entre 11,57 a 12,61 g L⁻¹, são adequadas, entretanto para as demais características os valores calculados se situaram acima das doses testadas (Figura 8).

Figura 8 – Incrementos das variáveis fitométricas, altura da planta (ALT), comprimento (CPB) e diâmetro (DPB) do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos (PB), massa seca de folhas (MSF), pseudobulbos (MSPB) e raízes (MSR) de *Brassia verrucosa*, em função da fertilização com 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g de torta de mamona (TM) para cada litro de substrato, durante 15 meses de cultivo. Londrina – PR, 2017.



Fonte: o próprio autor.

Figura 9 – Plantas de *Brassia verrucosa*, fertilizadas com 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g de torta de mamona (TM) para cada litro de substrato, durante 15 meses de cultivo. Londrina – PR, 2017.



Fonte: o próprio autor.

Uma das vantagens atribuídas a fertilização orgânica está relacionada ao fornecimento contínuo e equilibrado de nutrientes, sendo sua utilização recomendada também em combinação com fertilizantes minerais em *Cattlianthe* sp (HOSHINO et al, 2016b).

Quando as fertilizações orgânicas foram comparadas com a fertilização mineral foi observado que a utilização de 14,5 g L⁻¹ de torta de mamona foi superior ao fertilizante mineral em altura (ALT), massa seca de pseudobulbos (MSPB) e massa seca de raízes (MSR) com ganhos de 34,9, 22,2 e 77,1% respectivamente (Tabela 8), a qual também foi a única dose não inferior por contraste de Dunnett em nenhuma das características avaliadas.

Tabela 8 – Médias das variáveis fitométricas altura da planta (ALT), comprimento (CPB) e diâmetro (DPB) do maior pseudobulbo, número de pseudobulbos (PB), massa seca de folhas (MSF), pseudobulbos (MSPB) e raízes (MSR) de *Brassia verrucosa*, fertilizadas com fertilizante mineral (FM) e doses de torta de mamona (TM) durante 15 meses de cultivo. Londrina – PR, 2017.

Tratamentos	ALT (cm)	CPB (cm)	DPB (cm)	PB (n°)	MSF (g)	MSPB (g)	MSR (g)
FM	29,75	8,00	3,85	4,17	7,47	6,52	5,19
TM 0,0 g L ⁻¹	21,35 *	5,46 *	2,26 *	3,75	1,08 *	1,13 *	1,69 *
TM 4,8 g L ⁻¹	31,29	7,38	3,45	5,25	3,90 *	3,70 *	5,68
TM 9,6 g L ⁻¹	35,46 *	8,38	3,69	5,67	6,39 *	6,43	7,62 *
TM 14,5 g L ⁻¹	40,13 *	8,42	3,94	5,75	7,88	7,97 *	9,19 *
CV (%)	10,59	13,18	13,08	24,62	13,18	15,78	17,29

FM: fertilização mineral com ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico (1:1:1; g L⁻¹).

TM: Torta de mamona, em gramas para cada litro de substrato.

Médias seguidas de * diferem estatisticamente da fertilização mineral, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

CV: coeficiente de variação.

Fonte: o próprio autor.

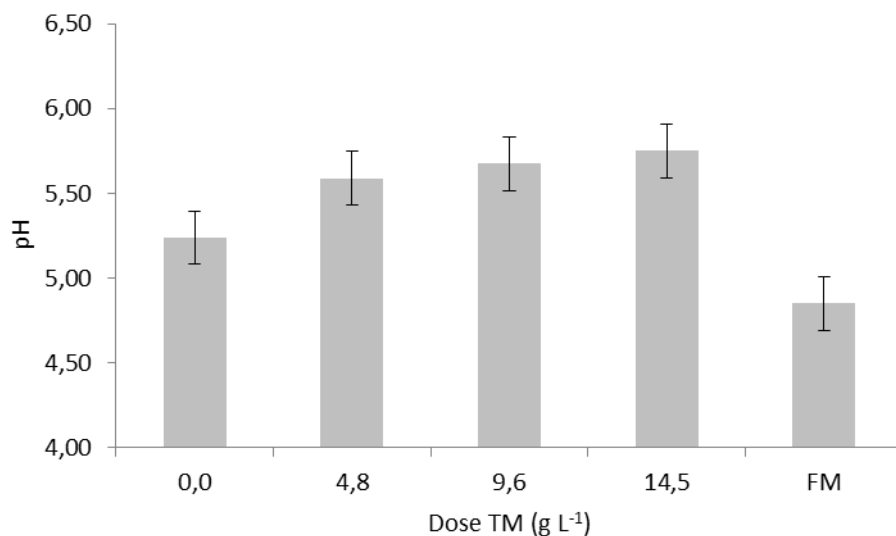
Embora conhecida a acidificação do substrato pelas raízes, decorrente da liberação de H⁺ para propiciar potencial eletroquímico necessário à absorção de nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2004), a utilização da torta de mamona resultou na elevação do pH em relação a ausência da mesma (Figura 10). Isto pode ter ocorrido devido a capacidade de tamponamento que materiais de origem orgânica apresentam, aliado também a presença de elevados teores de Ca e Mg na composição da torta de mamona (Tabela 9).

De maneira geral a casca de pinus é composta por 41,5% de celulose, 32,7% hemicelulose e 22,8 % de lignina (ARGUM et al. 2009), e de acordo com Jorge e Chagas (1988) a celulose apresenta alta capacidade de adsorção iônica em seu pH natural (4,7 - 4,8), de acordo com os mesmos autores, os cátions se adsorvem aos grupos carboxílicos e carbonílicos da celulose. Deste modo as bases alcalinas (Ca e Mg) adicionadas pela fertilização orgânica se adsorveram ao substrato permanecendo trocáveis com o H⁺.

Apesar do tamponamento do pH ocorrido pelo fornecimento da torta de mamona, os valores do pH do substrato, permaneceram dentro dos descritos pela literatura, variando entre 5,24 no tratamento que não recebeu torta de mamona a 5,75 no tratamento que recebeu a maior dose (14,5 g L⁻¹), segundo Takane et al.

(2010), as orquídeas se desenvolvem em pH ácido entre 4,8 à 6,2. Quando a fertilização química foi utilizada o pH foi reduzido apresentando valor médio de 4,9 (Figura 10).

Figura 10 – pH do substrato após 15 meses de cultivo de *Brassia verrucosa*, submetidas a fertilização orgânica com 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g de torta de mamona (TM) para cada litro de substrato e fertilização mineral (FM). Londrina – PR, 2017.



Barra de erros: Desvio padrão.

FM: fertilização mineral com ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico (1:1:1; g L⁻¹).

Fonte: o próprio autor.

Tabela 9 – Teores dos macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), presentes na torta de mamona utilizada como fertilizante durante 15 meses de cultivo de *Brassia verrucosa*. Londrina – PR, 2017.

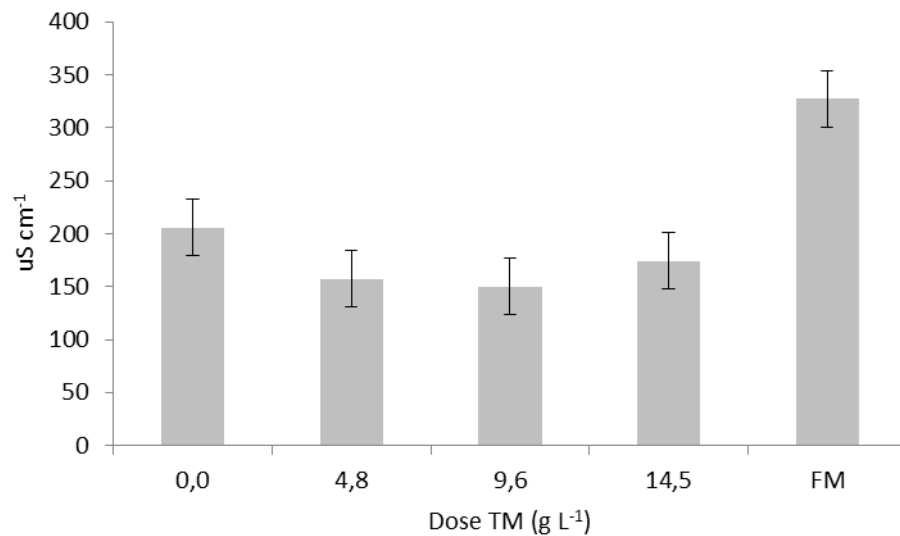
N	P	K	Ca	Mg
----- g kg ⁻¹ -----				
27	05	14	54	22

Fonte: o próprio autor.

Os dados da condutividade elétrica apontam que a utilização da torta de mamona mantém baixa a salinidade do substrato, na qual a média dos tratamentos fertilizados com torta de mamona foi de 171,7 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Entretanto, o uso da fertirrigação com ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico (1:1:1; g L⁻¹),

resultaram na elevação da condutividade elétrica que apresentou valor médio de $327 \mu\text{S cm}^{-1}$ (Figura 11).

Figura 11 – Condutividade elétrica do substrato após 15 meses de cultivo de *Brassia verrucosa*, submetidas a fertilização orgânica com 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g de torta de mamona (TM) para cada litro de substrato e fertilização mineral (FM). Londrina – PR, 2017.



Barra de erros: Desvio padrão.

FM: fertilização mineral com ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico (1:1:1; g L⁻¹).

Fonte: o próprio autor.

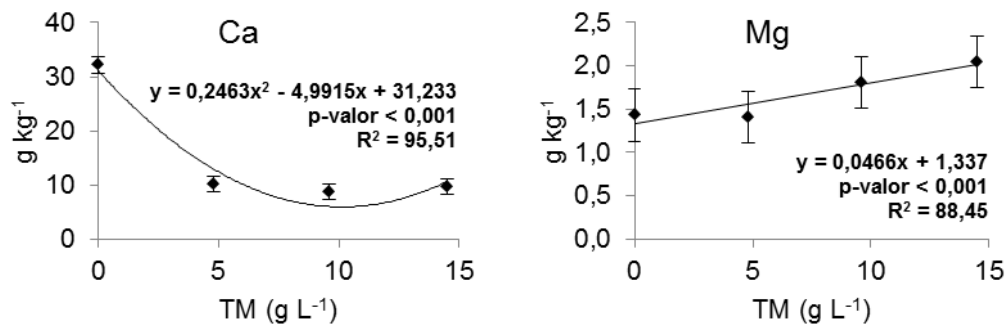
Segundo Takane et al. (2010), os valores abaixo de $260 \mu\text{S cm}^{-1}$ podem ser considerados muito baixos, indicando níveis de nutrientes insuficientes para o rápido crescimento. Contudo em nossos resultados, as plantas apresentaram crescimento vigoroso, uma das explicações para a baixa condutividade elétrica é devido a gradual e contínua liberação de nutrientes pelos fertilizantes orgânicos, além das regas que lixiviam o excesso de sais. De acordo com Ruíz-Valdiviezo et al. (2013), cerca de 49% do C e 83,1% do N-orgânico da torta de mamona é mineralizada até os 56 dias, segundo os autores a mineralização é dependente da atividade biológica, a qual pode ser mensurada por respirometria. Para os mesmos autores a emissão de CO_2 em solos fertilizados com torta de mamona é alta até o 28º dia, tendendo a diminuir posteriormente.

Em relação aos teores de macronutrientes na parte aérea das plantas de *Brassia verrucosa*, a fertilização com torta de mamona resultou na

diminuição quadrática para os teores de Ca em função do aumento das doses. Contudo o Mg por sua vez respondeu positivamente, apresentando aumento linear em função as doses de torta de mamona, devido ao fornecimento do mesmo pela fertilizante orgânico. (Figura 12).

Pooley e Seeley (1977), destacavam a importância do Mg, indicando para fertirrigações a utilização de 50 mg L⁻¹ de N, K e Mg para o genero *Cattleya* spp. Hoshino et al., (2016a), relatam que em *Cattleya labiata*, a fertilização resulta em redução dos teores de Ca em relação as plantas não fertilizadas, a redução nos teores ocorre devido ao efeito de diluição do nutriente, decorrente do crescimento, estimulado pelo fornecimento de N.

Figura 12 – Teores dos nutrientes minerais, cálcio (Ca) e magnésio (Mg), presentes na parte aérea (pseudobulbos e folhas) de *Brassia verrucosa*, em função da fertilização com 0,0 g; 4,8 g; 9,6 g e 14,5 g de torta de mamona (TM) para cada litro de substrato, durante 15 meses de cultivo. Londrina – PR, 2017.



Fonte: o próprio autor.

Quanto ao N, P e K, o aumento do fornecimento de torta de mamona não resultou em alteração nos teores da parte aérea, apesar da resposta no crescimento vegetativo. Este fenômeno é conhecido como efeito de Steenberg, na qual ocorrem incrementos sobre o crescimento, porém os teores não se alteram, até atingirem nível ótimo, no qual o nutriente passa então a se acumular nos tecidos (LARCHER, 2003). Contudo, quando a fertilização orgânica foi comparada com as fertirrigações minerais, os teores de N, P e K foram inferiores, independente das doses de torta de mamona utilizadas (Tabela 10). Esta elevação nos teores de N, P e K do fertilizante mineral se deve ao fornecimento majoritário destes nutrientes, o

que resultou em acúmulos dos mesmos, indicando que o fornecimento desses nutrientes foi acima dos níveis ótimos.

Tabela 10 – Média dos teores de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), presentes na parte aérea (pseudobulbos e folhas) de *Brassia verrucosa*, fertilizadas com fertilizante mineral (FM) e doses de torta de mamona (TM) durante 15 meses de cultivo. Londrina – PR, 2017.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
FM	15,94	3,20	28,90	9,35	2,01
TM 0,0 g L ⁻¹	8,64 *	2,21 *	17,77 *	32,17 *	1,43 *
TM 4,8 g L ⁻¹	8,48 *	2,13 *	18,36 *	10,15	1,41 *
TM 9,6 g L ⁻¹	8,83 *	1,97 *	18,14 *	8,79	1,81
TM 14,5 g L ⁻¹	8,82 *	2,11 *	18,72 *	9,73	2,05
CV (%)	16,27	10,61	10,34	9,74	21,84

FM: fertilização mineral com ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico (1:1:1; g L⁻¹).

TM: Torta de mamona, em gramas para cada litro de substrato.

Médias seguidas de * diferem estatisticamente da fertilização mineral, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

CV: coeficiente de variação.

Fonte: o próprio autor.

Ao analisar as relações entre os nutrientes foi possível observar que a relação N:Ca, no controle químico foi 5:3, e na fertilização orgânica próximo a 1:1. Esta diferença nas relações entre os teores ocorrem devido a fertilização mineral fornecer 600 mg L⁻¹ de N prontamente disponível a cada 15 dias, enquanto a fertilização orgânica forneceu 400 mg de N orgânico a cada 3 meses. Apesar do tratamento com 14,5 g TM ter apresentado teores de N inferiores a fertilização mineral (Tabela 13), o acúmulo de massa seca nos pseudobulbos foi maior.

Na literatura são encontradas evidências que esqueletos de carbono produzidos pela fotossíntese são demandados para a assimilação inorgânica do nitrogênio (XU et al., 2012). Deste modo na maior disponibilidade de N, o carbono fixado é destinado à síntese de aminoácidos em detrimento a síntese de açúcares. A competição metabólica entre o C e o N é relatada por Royer et al. (2013), segundo os autores, a relação C:N nos tecidos das plantas está positivamente correlacionada com a concentrações de açúcares solúveis, amido, e metabólitos secundários de defesa.

Embora N seja um dos nutrientes mais exigidos, o excesso pode resultar em superbrotamento (RESENDE e SOUZA, 2001), e alterações na relação raízes e parte aérea (GEARY et al., 2015), devido ao estímulo sobre o desenvolvimento vegetativo, gerado pelo nutriente. Como os pseudobulbos são estruturas de reservas de açúcares, os altos teores de N, no controle químico, podem ter reduzido o crescimento dos mesmos devido ao desenvolvimento de folhas e brotações.

3.3.5 Conclusão

A fertilização com torta de mamona promoveu incrementos na altura, comprimento e diâmetro dos pseudobulbos, número de pseudobulbos, massa seca de folhas, pseudobulbos e raízes da orquídea *Brassia verrucosa*.

A utilização de 14,5 g de torta de mamona para cada litro de substrato resultou em altura e massa seca de pseudobulbos e raízes superiores à fertilização mineral, com uréia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico.

O uso da torta de mamona resultou na elevação do pH dos substratos, e manteve a condutividade elétrica dos substratos menor em comparação com a fertilização mineral.

O aumento das doses de torta de mamona resultou na diluição dos teores de Ca e aumento nos teores de Mg, não alterando os teores de N, P e K, na parte aérea da orquídea *Brassia verrucosa*.

A fertilização com torta de mamona entre 11,5 a 14,5 g para cada litro de substrato resulta em incrementos no desenvolvimento e crescimento de raízes e parte aérea da orquídea *Brassia verrucosa*.

3.3.6.Referências

- ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; SARZI, I.; JUNIOR, A. L. P. Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 25, n. 2, p. 184-187, 2007.
- ARGUM, M. E.; DURSUN, S.; KARATAS, M. Removal of Cd(II), Pb(II), Cu(II) and Ni(II) from water using modified pine bark. **Desalination**, v. 249, p. 519 – 527, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GEARY, B.; CLARK, J.; HOPKINS, B. G.; JOLLEY, V. D. Deficient, adequate and excess nitrogen levels established in hydroponics for biotic and abiotic stress-interaction studies in potato. **Journal of Plant Nutrition**, v. 38, p. 41 – 50, 2015.
- HOSHINO, R. T.; ALVES, G. A. C.; BARZAN, R. R.; FREGONEZI, G. A. F.; FARIA, R. T. Fertilizantes agrícolas aplicados via solução nutritiva em *Cattleya labiata* Lindl. **Ornamental Horticulture**, v. 22, p. 208 – 214, 2016a.
- HOSHINO, R. T.; ALVES, G. A.; MELO, T. R.; BARZAN, R. R.; FREGONEZI, G. A. F.; FARIA, R. T. Adubação mineral e orgânica no desenvolvimento de orquídea *Cattlianthe* ‘Chocolate drop’. **Horticultura Brasileira** v. 34, n.4, p.475 – 482, 2016b.
- JORGE R. A.; CHAGAS A. P. Adsorção de cátions Al (III) por celulose em solução aquosa. **Nova Química**, v. 11, p. 489 – 490, 1988.
- LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups**. Medina: Springer Science & Business, 2003. 513 p.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. M.; SAMPAIO, L. R. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 5, 2008.
- MÜLLER, T.; NIEMSDORFF, V. F. U, Peter. Organic fertilizers derived from plant materials Part II: Turnover in field trials. **Journal of plant nutrition and soil science**, v. 169, n . 2, p. 265-273, 2006.
- NAIK, S. K.; BHARATHI, T. U.; BARMAN, D.; DEVADAS, R.; RAMPAL; MEDHI, R. P. Status of mineral nutrition of orchid-a review. **Journal of Ornamental Horticulture**, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2009.
- 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.
- POOLE, H. A.; SEELEY, J. G. **Nitrogen, potassium and magnesium nutrition of three orchid genera**. 1977. Tese de doutorado – Cornell University, Ithaca, New York, 1977.

RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais do alho. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 126 - 129, 2001.

ROYER, M.; LARBAT, R.; LE BOT, J.; ADAMOWICZ, S.; ROBIN, C. Is the C:N ratio a reliable indicator of C allocation to primary and defence-related metabolisms in tomato? **Phytochemistry**, v. 88, p. 25 - 33, 2013.

RUIZ-VALDIVIEZO, V. M. Emission of CO₂, CH₄ and N₂O and dynamics of mineral N in soils amended with castor bean (*Ricinus communis* L.) and piñón (*Jatropha curcas* L.) seed cake. **Plant Soil Environ.**, v. 59, p. 51 – 56, 2013.

SEVERINO, L. S.; AULD, D. L.; BALDANZI, M.; CÂNDIDO, M. J.; CHEN, G.; CROSBY, W.; MACHADO, O. L. A review on the challenges for increased production of castor. **Agronomy journal**, v. 104, n. 4, p. 853-880, 2012.

SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

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

TAKANE, R. J.; YANAGISAWA, S. S.; PIVETTA, K. F. L. **Cultivo moderno de orquídeas: Cattleya e seus híbridos**. Fortaleza – CE: UFC, 2010.179 p.

TAKANE, R. J.; YANAGISAWA, S. S.; VENDRAME, W. A. **Cultivo moderno de orquídeas: Phalaenopsis e seus híbridos**. Fortaleza – CE: UFC, 2015.200 p.

XU, G.; FAN, X.; MILLER, A. J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. **Annu. Rev. Plant Biol.**, v. 63, p. 153–182, 2012.

CONCLUSÕES GERAIS

Embora a fertilização com micronutrientes possa ter apresentado poucos efeitos sobre crescimento inicial, sua utilização não deve ser negligenciada uma vez que ficou demonstrado haver interações com os teores de outros nutrientes, como o K e o P. Dentre os micronutrientes o Fe é o elemento que apresenta o maior potencial para a realização de estudos mais detalhados. Além disso, trabalhos que avaliem possíveis diferenças nas exigências entre estágios de desenvolvimento, ou formas de aplicação dos micronutrientes, e principalmente estudos que demonstrem a sorção e desorção de macro e micronutrientes em diferentes substratos aliado as suas interações com o pH devem ser realizados, uma vez que o conhecimento sobre a dinâmica dos nutrientes em substratos é vital para recomendações técnicas mais precisas.

No estudo da condutividade elétrica da solução e frequência de aplicação de fertilizantes, ficou demonstrado que a condutividade elétrica apresenta maior influência sobre crescimento, na qual possivelmente outras orquídeas epífitas também apresentem a mesma tolerância quanto à utilização de concentrações salinas consideradas prejudiciais para outras plantas. Em relação à escolha da condutividade elétrica e frequência de aplicação adequada, diversas combinações podem ser realizadas as quais dependerão do tipo do substrato, das exigências de regas, infraestrutura disponível, mão de obra, finalidade de cultivo, etc... Além disso, estudos para adequar as formulações objetivando atender as particularidades de cada fase do cultivo bem como as exigências entre os diversos gêneros são de grande importância para aperfeiçoar a fertilização em orquídeas.

Para a torta de mamona (TM), apesar de produtores e orquidófilos admitirem empiricamente sua eficácia, foi possível através deste estudo demonstrar e quantificar seus benefícios sobre o crescimento vegetativo. A TM mostrou ser um fertilizante efetivo, que mantém estáveis a condutividade elétrica e o pH dos substratos, bem como os teores de nutrientes na parte aérea das plantas, além de apresentar um uso ecologicamente correto. Estudos com outros fertilizantes orgânicos que considerem também os possíveis benefícios microbiológicos são igualmente relevantes para melhor compreender o potencial da fertilização orgânica. Deste modo, é possível dizer que a fertilização e a nutrição em orquídeas epífitas ainda apresenta grande potencial para a realização de novos estudos.