

DONIZETTI TOMAZ RODRIGUES

**NUTRIÇÃO E FERTILIZAÇÃO DE ORQUÍDEAS *IN VITRO* E  
EM VASOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R696n  
2005

Rodrigues, Donizetti Tomaz, 1977-  
Nutrição e fertilização de orquídeas *in vitro* e em vasos  
/ Donizetti Tomaz Rodrigues. – Viçosa : UFV, 2005.  
x, 90f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Roberto Ferreira de Novais.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 76-81.

1. Orquídea - Nutrição. 2. Orquídea - Adubos e  
fertilizantes. 3. Tecidos vegetais - Cultura e meios  
de cultura. 4. Orquídea - Propagação-in vitro.  
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 635.93415


DONIZETTI TOMAZ RODRIGUES

NUTRIÇÃO E FERTILIZAÇÃO DE ORQUÍDEAS *IN VITRO* E  
EM VASOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 11 de julho de 2005.

  
José Maria Moreira Dias  
(Co-orientador)

  
Prof. Victor-Hugo Alvarez V.  
(Co-orientador)

  
Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti

  
Prof. José Antonio Saraiva Grossi

  
Prof. Roberto Ferreira de Novais  
(Orientador)

A minha Mãe *Maria*,  
Ao meu Pai *Geraldo*.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e coragem.

A Acácia por todo o incentivo, presença e principalmente pelo seu jeito único de ser.

Aos meus professores e amigos Víctor Hugo, Roberto Ferreira de Novais e José Maria, por toda a dedicação e confiança.

Ao Professor Marco Túlio pela amizade e companheirismo.

Aos laboratoristas e amigos Carlos Fonseca, Márcio e Cinira por toda a dedicação, amor ao trabalho e companheirismo.

Aos estagiários Ronelza, Tiago e Thomas, por todo esforço e dedicação.

Aos companheiros de república Jhone, Flaviano, Orlando, Edenilson e Délio, por momentos tão agradáveis.

Aos grandes amigos José Carlos, Renato Inoue, Fabiana, Sabrina, Simone e Fernanda Casagrande, sempre presentes.

Ao grupo de jovens JSC, pelos valores ensinados.

Ao Gustavo, André, Gizella e Virginia pela amizade e auxílio nos trabalhos.

Aos demais professores e funcionários do departamento de solos.

A Universidade Federal de Viçosa, aos Departamentos de Solos e Fitotecnia e a CAPES.

## **BIOGRAFIA**

DONIZETTI TOMAZ RODRIGUES, filho de Geraldo Tomaz Rodrigues e Maria Aparecida Rodrigues, nasceu em Presidente Olegário, MG, em 19 de Novembro de 1977.

Graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, em março de 2003.

Em março de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal de Viçosa.

## CONTEÚDO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	4
Fertilização de plantas <i>in vitro</i> .....	5
Fertilização de plantas em vasos ( <i>ex vitro</i> ).....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
Concentrações e composições químicas do meio para o cultivo <i>in vitro</i> de <i>Cattleya walkeriana</i> x <i>Cattleya loddigesii</i> ‘Etibaia’.....	13
Cultivo <i>in vitro</i> de <i>Cattleya walkeriana</i> submetida a diferentes concentrações de um fertilizante mineral no meio de cultivo.....	15
Fertilização mineral e orgânica de <i>Laelia purpurata</i> ‘werkhauseri’ x <i>Laelia lobata</i> ‘Jenni’ em vasos.....	16
Resposta e <i>Epidendrum ibaguense</i> à aplicação de doses de calcário em vaso.....	17

RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
Concentrações e composições químicas do meio para o cultivo <i>in vitro</i> de <i>Cattleya walkeriana</i> x <i>Cattleya loddigesii</i> ‘Etibaia’ .....	19
CONCLUSÕES PARCIAIS .....	35
Cultivo <i>in vitro</i> de <i>Cattleya walkeriana</i> submetida a diferentes concentrações de um fertilizante mineral no meio de cultivo.....	36
CONCLUSÕES PARCIAIS .....	50
Fertilização mineral e orgânica de <i>Laelia purpurata</i> ‘werkhauseri’ x <i>Laelia lobata</i> ‘Jenni’ em vasos .....	51
CONCLUSÕES PARCIAIS .....	62
Resposta e <i>Epidendrum ibaguense</i> à aplicação de doses de calcário em vaso	63
CONCLUSÕES PARCIAIS .....	74
CONCLUSÕES GERAL .....	75
LITERATURA CITADA .....	76
APÊNDICE .....	82

## RESUMO

RODRIGUES, Donizetti Tomaz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2005. **Nutrição e fertilização de orquídeas *in vitro* e em vasos.** Orientador: Roberto Ferreira de Novais. Co-orientadores: Víctor Hugo Alvarez V. e José Maria Moreira Dias

A nutrição de plantas ornamentais é um importante fator para a obtenção de mudas e flores de qualidade. De modo geral, estudos de nutrição para essas plantas são escassos, em particular para as orquídeas, que apresentam um amplo campo para novas pesquisas. Sendo assim, os principais objetivos deste trabalho foram: estudar o comportamento de plantas de orquídeas cultivadas *in vitro*, submetidas a diferentes composições químicas de meios; estudar o efeito da adição de fertilizantes orgânicos e, ou, químicos e a de calcário no substrato de cultivo. Para os cultivos *in vitro*, foram realizados estudos com o objetivo de avaliar as respostas das plantas a diferentes doses e composições minerais no meio, sendo, para isso, utilizados os meios Knudson C e de Novais, ou fertilizantes NPK como fontes de nutrientes. Em experimentos em vasos, foram realizados dois estudos: um testando diferentes fertilizantes orgânicos (um comercial e outro doméstico, sendo o último composto por torta de mamona, farinha de ossos e cinzas), ou, minerais (Peters<sup>®</sup> ou nitrato de Ca), aplicados

individualmente ou em conjunto, e um outro testando de doses de calcário no substrato de cultivo de plantas do gênero *Epidendrum*. Os resultados obtidos *in vitro* mostraram ser viável a simples utilização de fertilizantes NPK no meio de cultivo para orquídeas, sendo o crescimento máximo das mudas obtido com a dose de 5 g L<sup>-1</sup>. A aplicação simultânea dos fertilizantes orgânico doméstico e Peters<sup>®</sup> levou a um significativo aumento no crescimento das plantas, sendo que a aplicação isolada destes dois fertilizantes não resultou em diferenças significativas entre eles. O fertilizante orgânico comercial proporcionou sintomas de toxicidade por B nas plantas, comprovados pela análise de tecidos. A aplicação de calcário resultou em incremento na produção de matéria seca total e no número de folhas de plantas, entretanto, sem diferenças significativas em termos de altura de plantas, o que resultou em plantas com entre-nós mais curtos, indicando uma provável deficiência de Zn.

## ABSTRACT

RODRIGUES, Donizetti Tomaz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2005. **Orchid nutrition and fertilization *in vitro* and in pots**. Adviser: Roberto Ferreira de Novais. Adviser Co-advisers: Víctor Hugo Alvarez V. and José Maria Moreira Dias.

The nutrition of ornamental plants plays an important role in the production of quality seedlings and flowers. In general, studies focusing on nutrition of such plants are rare, particularly for orchids, which represent a wide field for new research. On this background, our study investigated mainly: the performance of *in vitro*-grown orchid plants in different chemical media compositions; the effect of the addition of organic and/or chemical fertilizers; and lime addition to the growth medium. *In vitro* cultivation was evaluated regarding the plant response to different mineral doses and compositions in the medium. The Knudson C medium and that of Novais or NPK fertilizers were used as nutrient sources for this purpose. Two studies were realized in the experiments in pots: one tested different organic fertilizers (a commercial and another homemade one, the latter composed of castor bean meal, bonemeal and ashes) or mineral fertilizers (Peter's or Ca nitrate), applied individually or jointly. The second tested the application of lime doses to the growth medium

of plants of the genus *Epidendrum*. Results obtained in vitro showed that the simple use of NPK fertilizers in culture medium for orchids is feasible; maximal seedling growth was achieved with doses of 5 g L<sup>-1</sup>. The simultaneous application of homemade organic and Peter's fertilizers led to a significant increase in plant growth, while separate applications of the two fertilizers did not result in significant differences between them. The commercial organic fertilizer provoked B toxicity symptoms in the plants, as demonstrated in the tissue analysis. Lime application resulted in a higher total dry matter yield and number of leaves per plant. There was however no significant difference in plant height, resulting in plants with shorter internodes, which indicates a probable Zn deficiency.

## INTRODUÇÃO

O mercado de flores e plantas ornamentais é um setor muito dinâmico na atividade agrícola de muitos países. A Holanda, por exemplo, em 1994 movimentou 7 bilhões de dólares somente neste setor (Matsunaga, 1995). Além disso, segundo Castro (1998), o comércio mundial de flores e plantas ornamentais movimenta 100 bilhões de dólares ao ano, sendo que EUA, Japão e Colômbia destacam-se entre os principais produtores e exportadores, enquanto que Suíça e Noruega estão entre os maiores consumidores de flores, sendo o consumo *per capita* superior aos 150 dólares ao ano. Por outro lado, no Mercosul, o consumo *per capita* ao ano está muito abaixo desta cifra: na Argentina, 25 dólares e no Brasil apenas seis dólares. O Brasil, em 1997, possuía cerca de 4.500 ha cultivados e 3.600 produtores (Matsunaga, 1997), movimentando 600 milhões de dólares na cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais, com uma estimativa que, em 1999, esta cadeia movimentaria mais de 1 bilhão de dólares, significando crescimento superior a 20 % ao ano. Entretanto, dados recentes mostram uma morosidade do mercado brasileiro de flores, com um saldo comercial negativo para este setor: exportação menor que a importação (Kiyuna et al., 2003a).

Números atuais mostram que há no país 7.600 produtores, trabalhando em tempo integral ou parcial em 9.000 ha. Entretanto, o consumo per capita foi de apenas R\$ 8,5. São Paulo é responsável por cerca de 70 % da produção nacional e

74 % das exportações, mas o Estado que vem se destacando como forte exportador é o Ceará, apresentando ótimas condições edafoclimáticas, tecnológicas e logísticas (Kiyuna et al., 2003b).

No primeiro semestre de 2003, o segmento de mudas de plantas ornamentais evidenciaram um notável crescimento, sendo que as vendas atingiram um valor US\$ 5,3 milhões, sendo que no mesmo período dos dois anos anteriores, 2001 e 2002, este número foi de US\$ 3,6 e 4,3 milhões respectivamente. Os principais destinos das flores brasileiras, nesse ano, foram: Holanda, Itália, EUA e Japão, além dos crescentes mercados da França, China e Colômbia (Junqueira & Peetz, 2003).

Dentre as plantas comercializadas, destacam-se a produção e comércio de orquídeas que, segundo Stancato et al. (2001), diferencia-se um pouco das demais plantas, por exigir maior especialização em cada fase do processo produtivo.

O cultivo de orquídeas movimenta um mercado de números expressivos nos dias atuais, sendo que plantas de determinadas espécies atingem alto valor, alcançando cifras da ordem de milhares de dólares por planta, como por exemplo: *Cattleya aclandiae* var. *alba* atingindo um valor de US\$ 2.000,00 (Seidel, 2004); ou algumas variedades de *Cattleya walkeriana* muito apreciada pelos japoneses e que podem atingir valores superiores a US\$ 5.000,00.

O interesse despertado no homem pelas orquídeas já ocorre há muito tempo, sendo relatado o seu fascínio sobre filósofos e grandes nomes da história; como exemplo, a dinastia Sung da China que entre 960 a 1279 incentivou muitos estudos os quais resultaram o primeiro livro sobre orquídeas, que descrevia e nomeava algumas espécies, além de conter instruções sobre o cultivo destas plantas (Crescenti, 2002).

Apesar de conhecidas há tanto tempo, os estudos relacionados à nutrição e fertilização de orquídeas são escassos, localizados e com poucas espécies, excluindo-se um grande número de outras espécies, o que acaba gerando limitada informação científica. Assim, as recomendações de adubação ficam a cargo da experiência de cultivadores de orquídeas e dos fabricantes de fertilizantes.

As orquídeas são um grupo de plantas que se destacam dentre as mais evoluídas, apresentando mecanismos de adaptação ao déficit hídrico como, por exemplo, a presença do *velame* que é uma epiderme multiseriada presente em suas raízes. Esta estrutura permite o estoque d'água durante os períodos de maior

disponibilidade e, por outro lado, atua como uma barreira física à transpiração e à desidratação das raízes durante os períodos de falta d'água. O velame tem participação fundamental na nutrição de orquídeas, já que sua estrutura pode levar a um acúmulo de sais afetando negativamente o crescimento destas e, em casos extremos, levando à morte (Arditti, 1992).

Outra peculiaridade inerente às orquídeas é o diminuto tamanho de suas sementes, o que permite sua dispersão pelo vento a grandes distâncias. Um fruto (cápsula) de orquídea pode conter até um milhão de sementes. Entretanto, um pequeno número de sementes germina, porque tais sementes são constituídas, basicamente, pelo embrião, não possuindo tecido de reserva. Portanto, a semente necessita de uma fonte externa de C suprida na natureza pela associação simbiótica com fungos micorrízicos e dos nutrientes para o crescimento e desenvolvimento vegetal. Estes nutrientes são classificados em macro (N, P, K, S, Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl e Ni), sem os quais a planta não completa seu ciclo vital (Marschner, 1995). Na natureza, há um fluxo gradual e contínuo destes nutrientes, sendo que eles estão presentes no ambiente a partir de: excrementos de animais e aves, restos vegetais e animais, água da chuva, além da contribuição microbiana via fixação biológica de N<sub>2</sub>. Em uma produção em ambiente protegido, como nos cultivos comerciais, a maioria das fontes de nutrientes citadas está comprometida, ou seja, geralmente se tem um ambiente controlado com alta densidade de plantas e escassez de nutrientes, tornando, assim, a fertilização indispensável a um correto crescimento e desenvolvimento das orquídeas.

O objetivo deste trabalho foi estudar o crescimento e desenvolvimento de plantas de orquídeas em resposta a alterações químicas do meio de cultivo *in vitro* e em vasos (*ex vitro*).

## REVISÃO DE LITERATURA

A família Orchidaceae é constituída por mais de 1.800 gêneros, os quais são constituídos por cerca de 35.000 espécies (Watanabe, 2002), além de algumas centenas de milhares de híbridos obtidos a partir de cruzamentos entre gêneros e espécies.

Segundo Menezes (1987), são conhecidos, atualmente, no Brasil, aproximadamente 2.350 espécies de orquídeas distribuídas em 203 gêneros de alto valor ornamental e comercial. Muitas delas encontradas na Mata Atlântica como, por exemplo, *Laelia purpurata*, *Cattleya warneri* e *Cattleya labiata* (Farias & Ribeiro, 2000).

As orquídeas estão distribuídas por todo o globo terrestre, à exceção das regiões polares, sendo que podem ser encontradas em regiões com as mais variadas altitudes, em florestas tropicais, tundras, regiões desérticas, pântanos ou pradarias (Black, 1973).

Orquídeas são classificadas como: epífitas (70 %), terrestres (25 %), saprófitas e rupículas (5 %) (Black, 1973; Suttleworth et al., 1997).

De modo geral, as orquídeas apresentam um sistema radicular especializado, com raízes uniformemente grossas contrariamente às raízes com diâmetros muito variáveis das plantas terrestres, desde capilar até o de raízes pivotantes (Arditti, 1992).

## Fertilização de plantas *in vitro*

Inúmeros meios são utilizados para a propagação *in vitro* de orquídeas, com variada composição de sais, fontes de C, substâncias orgânicas, vitaminas e reguladores de crescimento (Ventura, 2002).

Dentre os materiais utilizados na propagação de orquídeas via semente o que apresenta maior custo é o meio de cultivo, sendo que estes meios poderiam ter seu custo reduzido pela simplificação dos mesmos (Stancato et al., 2001).

A nutrição nitrogenada de cultivos *in vitro* foi estudada por Majerowicz et al. (2002); nesse estudo foram utilizadas diferentes fontes de N : N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, uréia, e glutamina, para o cultivo de plântulas de dois genótipos de *Catasetum fimbriatum*. Esses autores verificaram melhores respostas à glutamina em termos de produção de matéria seca das plântulas, sendo que não houve diferença significativa entre as outras fontes. Observaram em um dos genótipos que a presença do nitrato causou maior crescimento de raízes, contrariamente ao ocorrido com a uréia. Por outro lado, no outro genótipo observaram restrição do crescimento da parte aérea das plantas quando utilizaram fonte amoniacal. Majerowicz et al. (2000) haviam encontrado resultados semelhantes ao desse trabalho, sendo que em relação à utilização das fontes inorgânicas obtiveram melhor crescimento de plântulas de *Catasetum fimbriatum* na presença de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na proporção de 3:2. Nesse trabalho, o pH do meio de cultivo, depois de 30 dias, apresentava valores de 3,55; 4,60 e 4,62 para fontes amoniacal, nítrica e orgânica (glutamina), respectivamente. A absorção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, causou a acidificação do meio devido a extrusão de H<sup>+</sup> pela planta.

Não existe, ainda, um meio específico e ideal quanto à composição nutricional para todos os gêneros, espécies, híbridos ou clones (Ventura, 2002). Dijk & Eck (1995), estudando diferentes concentrações de P e N no meio de cultura para *Dactylorhiza*, relataram que há uma especificidade muito grande entre a composição química do meio e o genótipo, ou seja, para cada espécie há um meio mais apropriado. Esses autores também concluíram que somente o N em grandes doses trouxe problemas de toxicidade, provavelmente pela salinidade causada.

Trabalhos conduzidos por Adelberg et al. (1997) demonstraram que há perda de água em frascos de cultivo e, a partir desta observação, sugeriram a

reposição de água para recomposição do meio. Esses autores também compararam, na forma líquida, os seguintes meios: MS<sup>1</sup>; ½ MS; ¼ MS; Knudson, Lindemann e Vacin & Went, relatando que os melhores resultados na produção de matéria seca para dois híbridos de *Cattleya* ocorreram com o uso de MS e suas diluições.

Num trabalho realizado *in vitro* com três espécies de orquídeas, duas terrestres e uma epífita, avaliou-se a absorção de nitrato e amônio, não sendo observadas diferenças significativas nos padrões de absorção de N entre as espécies estudadas, embora a taxa de absorção de amônio tenha sido maior do que a de nitrato. A taxa de absorção de nitrato pelas orquídeas, quando comparada com culturas anuais, demonstra valores bem menores (Hew et al., 1993).

A exaustão de nutrientes no meio de cultivo faz com que as plantas cultivadas *in vitro* tenham, com o passar do tempo, taxas de crescimento reduzidas. Kishi & Tagaki (1997), estudando a exaustão de nutrientes no meio de cultivo por *Dendrobium moniliforme* e *Darwinara Pretty Girl*., verificaram aumento dos tecidos secos em 10 e 13 vezes respectivamente, em relação ao início do experimento, sendo que o P foi todo absorvido por *D. moniliforme*, ocorrendo o mesmo para S, sacarose, e com um forte decréscimo no valor de pH, 5,8 para 5,0, observando-se o mesmo resultado para *Darwinara Pretty Girl*., exceto para o P que não foi totalmente absorvido. Com esses resultados definiu-se que o melhor intervalo entre trocas de meio seria em torno de três a quatro semanas. Com esse trabalho os autores constataram que as diferenças nos padrões de absorção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, glicose, frutose, sorbitol e manitol e também nos padrões de produção de biomassa são oriundas da carga genética e dos métodos de propagação *in vitro*.

Stancato & Faria (1996), trabalhando com *Laelia cinnabarina*, *in vitro*, estudaram o efeito da exclusão de nutrientes do meio de cultivo. Para isso utilizaram a solução de Hoagland & Arnon (1950) da seguinte forma: completa, menos micronutrientes, e individualmente, excluindo-se: N, P, K, Ca, Mg e S.

---

<sup>1</sup> MS = NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (1.650 mg L<sup>-1</sup>), CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (440 mg L<sup>-1</sup>), MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (370 mg L<sup>-1</sup>), KNO<sub>3</sub> (1.900 mg L<sup>-1</sup>), KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (170,00 mg L<sup>-1</sup>), H<sub>3</sub>BO (36,20 mg L<sup>-1</sup>), CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O (0,025 mg L<sup>-1</sup>), MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O (22,3 mg L<sup>-1</sup>), KI (0,83 mg L<sup>-1</sup>), Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O (0,25 mg L<sup>-1</sup>), ZnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O (8,6 mg L<sup>-1</sup>), Na<sub>2</sub>.EDTA (37,3 mg L<sup>-1</sup>), FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (27,8 mg L<sup>-1</sup>), Glicina (2 mg L<sup>-1</sup>), Edamina (1.000 mg L<sup>-1</sup>), Myo-inositol (100 mg L<sup>-1</sup>), Niacina (0,5 mg L<sup>-1</sup>), Piridoxina (0,5 mg L<sup>-1</sup>), Tiamina (0,1 mg L<sup>-1</sup>) e sacarose (30 g L<sup>-1</sup>).

Além desses nutrientes, utilizou-se como tratamento adicional ao trabalho o meio desenvolvido por Murashige & Skoog (1962) com a metade da concentração original de macronutrientes ( $\frac{1}{2}$  MS). Os resultados demonstraram que a exclusão de N no meio foi a mais prejudicial, seguida por, S, Ca e P (não houve diferença entre estes três últimos), K e micronutrientes (estes dois últimos tratamentos não diferem entre si), Mg, completa e  $\frac{1}{2}$  MS.

Hinnen et al. (1989), estudando o efeito de macronutrientes e de outros componentes no meio de cultura para *Phalaenopsis*, verificaram que o uso de carvão ativado ( $2 \text{ g L}^{-1}$ ) e polpa de banana ( $100 \text{ g L}^{-1}$ ) apresentou alto incremento na produção de matéria seca; a aplicação de N proporcionou melhores resultados, sendo que a relação raiz/parte aérea diminui com o aumento da concentração de N; a matéria fresca apresentou resposta linear à adição de K na forma de KCl, sendo a concentração mais elevada correspondente a  $3 \text{ g L}^{-1}$ .

### **Fertilização de plantas em vasos (*ex vitro*)**

A adubação de orquídeas durante muito tempo foi desprezada, acreditando-se que os nutrientes no substrato de cultivo seriam suficientes para a manutenção da planta. Entretanto, percebeu-se que plantas bem adubadas apresentavam flores melhores, antecipação da fase adulta, além de um importante aumento na resistência a pragas e doenças. Pode-se, com a adubação, obter mudas que floresçam mais depressa, que contenham mais folhas e flores por planta, comparativamente às que estão na natureza. Entretanto, à medida que se aumenta o nível tecnológico aplicado, aumentam-se também os riscos de perdas, tendo em vista que as plantas na natureza encontram-se em um ritmo de crescimento e desenvolvimento muito lento em relação àquele onde se encontram em cultivos comerciais. Desta forma, percebe-se que existem limites a serem observados pelo homem em relação aos tratos culturais com tais plantas; dentre estes, torna-se importante à adubação, à qual pode redundar em grandes benefícios. Todavia, em condições de excesso, a adubação pode causar sérios danos, levando, em muitos casos, à morte da planta. Entre os orquidófilos, de forma geral, já se estabeleceu que uma fertirrigação com  $1 \text{ g L}^{-1}$  (0,1%) de um

fertilizante hidrossolúvel<sup>2</sup>, é suficiente para um bom crescimento e desenvolvimento da planta. Entretanto, esta concentração foi obtida de forma empírica, a partir da prática de orquidófilos. Resultados de pesquisas têm demonstrado que concentrações entre 1 a 2 g L<sup>-1</sup> de fertilizantes hidrossolúveis aplicados semanalmente, via fertirrigação, são satisfatórias ao crescimento e desenvolvimento destas plantas (Wang & Gregg, 1994; Wang, 1996; Amberger-Ochsenbauer, 1997; Wang, 2000).

Na natureza, uma das principais fontes de nutrientes para plantas epífitas, dentre estas as orquídeas, é a solução formada pela água da chuva que escorre sobre galhos e troncos de árvores. Pesquisas realizadas demonstraram que essa solução é responsável, em grande parte, pela nutrição de orquídeas; sendo a principal fonte de N – amoniacal ou nítrica - uma vez que o N orgânico nesta solução não é utilizado por essas plantas. Todavia, o P não se encontra presente em concentrações significativas nesse lixiviado, o que faz crer que outros mecanismos de aquisição de P estejam envolvidos como, por exemplo, associação com micorrizas. Durante o período de estiagem, as principais fontes de nutrientes para as orquídeas são: a decomposição de materiais orgânicos próximos às raízes e a absorção facilitada pela associação destas plantas com fungos micorrízicos (Awasthi et al., 1995). Orquídeas podem estar presentes em um ambiente que apresente limitações nutricionais, o que é contornado pelo fator tempo, levando vários anos para adquirirem capacidade de se reproduzir, quando estas plantas são comparadas com aquelas cultivadas em condições de alta tecnologia. Carlucci et al. (1989) avaliaram a composição química e a extração de nutrientes por cinco espécies de orquídeas, duas do gênero *Cattleya* e três do gênero *Laelia*, propondo doses adequadas de nutrientes para elas.

Vários trabalhos foram realizados com a fertilização e nutrição do gênero *Phalaenopsis*, de origem asiática, nutricionalmente mais exigente quando comparado com outros gêneros de crescimento e desenvolvimento mais lentos, como *Cattleya* e *Laelia*, sendo que, no primeiro caso, algumas plantas podem apresentar flores no primeiro ano de idade (Demundo, 2004). Trabalhos realizados por Wang & Gregg (1994) com a utilização de diferentes doses da

---

<sup>2</sup> Na maioria dos casos, o fertilizantes hidrossolúvel utilizado é o NPK + micronutrientes Peters® em suas diversas formulações.

fórmula Peters®<sup>3</sup> 20-8,6-16,6, durante dois ciclos de florescimento de *Phalaenopsis* spp., indicaram diferença na produção e qualidade de flores, proporcionalmente maiores com as maiores doses do fertilizante. Em outro trabalho, Wang (2000) avaliou o período de adubação e o efeito de altas doses de P e K combinadas com baixas doses de N em *Phalaenopsis* spp. Esse autor verificou que o fornecimento contínuo de fertilizante promoveu maior longevidade das flores e maior número de folhas por planta e que doses altas de P e K e baixas de N resultaram em menor número de folhas e flores por planta.

Outra questão a ser abordada é o fator genético que apresenta um importante papel na capacidade de resposta à adubação. Amberger-Ochsenbauer (1997) relatou ótimo crescimento de *Phalaenopsis* com a aplicação semanal de 0,4 a 1,5 g L<sup>-1</sup> do fertilizante hidrossolúvel 16-9-22, resultando em plantas com maior ramificação das hastes florais; entretanto, foram observadas diferentes respostas ao fertilizante dependendo do híbrido utilizado, sendo que melhores resultados em termos de número de flores por haste foram apresentados por aquelas plantas geneticamente melhoradas.

Diferenças na composição química de fertilizantes não significam, necessariamente, diferentes respostas de *Phalaenopsis*. Wang (1996), trabalhando com seis formulações NPK solúveis em água (10-30-20, 15-20-30, 15-20-25, 20-5-19, 20-10-20 e 20-20-20), aplicadas nas concentrações de 100 ou 200 mg L<sup>-1</sup> de N em fertirrigações, não encontrou diferença estatística entre as mesmas. Esse autor considerou que a concentração maior – 200 mg L<sup>-1</sup> de N – correspondente a 1,0 g L<sup>-1</sup> de 20-20-20 deve ser utilizada na fase inicial de crescimento da planta e, quando adultas, concentração menor deve ser utilizada para evitar o crescimento exagerado de folhas, ocupando maior área das bancadas, o que implica elevado custo de produção. Um ponto interessante desse trabalho é a comparação entre a água tratada de cidade, com condutividade elétrica igual de 1,4 dS m<sup>-1</sup>, e a água passada em um sistema de osmose reversa com 0,03 dS m<sup>-1</sup>. A condutividade elétrica (CE) da solução indica a presença de sais solúveis, nessa comparação muito maior na água tratada da cidade do que na desionizada. Como exemplo pode-se citar a CE de água tratada de Viçosa (MG) em torno de 0,6 dS m<sup>-1</sup>. Com isso, percebe-se que podem existir grandes diferenças entre as

---

<sup>3</sup> Peters® é uma linha comercial de fertilizantes NPK + micronutrientes, altamente utilizada no cultivo de orquídeas.

águas tratadas de diferentes cidades e que, em alguns casos, isso possa ser prejudicial às plantas. A máxima condutividade elétrica tolerada para *Phaleanopsis* é de aproximadamente 2,0 dS m<sup>-1</sup> (Bergman, 2004). Embora, no trabalho de Wang (1996), a água desionizada tenha proporcionado flores e folhas ligeiramente maiores, comparativamente à água de cidade, este efeito não foi significativo. Nesse trabalho, foram adicionados 3,0 g de calcário dolomítico por vaso de 0,6 L, como tratamento básico, o que equivale à aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> do calcário em um solo (0–20 cm de profundidade), em cultivos agrícolas, quantidade que pode ser considerada muito alta.

Trabalhos realizados com plantas de *Phaleanopsis*, utilizando fertilizantes hidrossolúveis e de liberação lenta, na presença e ausência de micorrizas, indicaram que os melhores resultados foram obtidos com fertilizantes hidrossolúveis, sendo que a micorrização não contribuiu para o melhor crescimento das plantas (Moreno, 2000).

Existe uma forte ciclagem de nutrientes nas orquídeas, principalmente naquelas que apresentam estruturas de reserva, como pseudobulbo. Erickson (1957), citado por Carlucci et al. (1989), estudando a composição nutricional de folhas com idade variando entre um e sete anos, de *Cattleya* cultivada em osmuda, verificaram que com o aumento da idade das folhas as concentrações de N, P e K decresceram, de Ca aumentou, Mg se manteve estável e N e P decresceram. Esse resultado foi, provavelmente, consequência de uma retranslocação das folhas mais velhas para os tecidos novos, em crescimento. Hew et al. (1996), estudando os diferentes estádios de crescimento e demanda nutricional de plantas do gênero *Oncidium*, encontraram alta retranslocação de K na haste floral em formação, ressaltando a importância dos pseudobulbos, como órgãos de reserva de água, minerais e carboidratos.

Novais<sup>4</sup> relatou que utilizando um fertilizante com concentração da ordem de 13 g L<sup>-1</sup> na água de irrigação obteve, inicialmente, bons resultados, com um número maior de brotações e folhas maiores. Entretanto, poucos meses depois observou que na maioria das espécies as raízes começaram a morrer, provavelmente devido ao acúmulo de sais no velame. Por outro lado, Rodrigues et al. (2002), utilizando solução com 13 g L<sup>-1</sup> de sais obtiveram excelentes

---

<sup>4</sup> Roberto Ferreira de Novais, Prof. do Departamento de Solos da UFV – Informação Pessoal.

resultados com um híbrido entre *Cattleya harrisoniae* e *C loddigessi*. Vale ressaltar que, neste experimento, foram utilizadas diferentes doses desta solução, sendo que nas doses maiores ( $100 \text{ mL dm}^{-3}$ ) ocorreu, freqüentemente, morte da ponta das raízes, sem afetar drasticamente a produção de matéria seca das plantas, que floresceram normalmente. Curiosamente, Bortone (2002) recomenda a pulverização da calda Viçosa em toda a planta como fonte de nutrientes, sendo a concentração utilizada da ordem de  $24,5 \text{ g L}^{-1}$  de sais, superior às anteriormente citadas. O sucesso relatado por esse autor pode ser explicado pelo fato das folhas apresentarem maior tolerância ao efeito salino da solução comparativamente às raízes.

Outro fato relevante em relação aos fertilizantes hidrossolúveis como o Peters<sup>®</sup>, utilizados no cultivo de orquídeas, é sua deficiência em relação a alguns nutrientes, como, por exemplo, Ca e S. A deficiência de Ca em orquídeas provoca a morte de regiões de crescimento, como ápices radiculares e caulinares, além de tornarem a planta mais susceptível a pragas e doenças.

Os substratos para cultivo de orquídeas podem alterar o crescimento e desenvolvimento das plantas de diferentes formas, dependendo da sua composição química, da capacidade de retenção de água, e de sua relação C/N. Tanaka et al. (1988) estudaram o efeito de cinco substratos: mistura de pedra pome e turfa nas proporções 3:1, 2:1, 1:1 (v/v); casca de cicuta e sphagnum. Os resultados demonstraram melhor crescimento das plantas em pedra pome e turfa; para cicuta e sphagnum a taxa de crescimento da parte aérea e o das raízes foi inferior. Foram observados teores foliares relativamente baixos ( $5,0$  e  $5,7 \text{ g kg}^{-1}$ ) de Mg nestes dois últimos substratos quando comparados com os tratamentos com melhor crescimento ( $9,2 \text{ g kg}^{-1}$ ). Em outro trabalho, Tanaka et al. (1989) estudaram um fertilizante mineral e um orgânico: o primeiro com quatro doses:  $1/3$ ,  $2/3$ ,  $1$ ,  $4/3$  de sua concentração original (N  $231,0$ ; P  $46,5$ ; K  $117,3$ ; Ca  $80,1$  e Mg  $12,2 \text{ mg L}^{-1}$ ); o segundo cultivado em sphagnum e três adubações com  $2,5 \text{ g}$  de torta de mamona e farinha de ossos (1:1), sendo que este apresentou crescimento satisfatório.

Existem no mercado fertilizantes orgânicos comercializados especialmente para orquídeas, sendo que alguns apresentam alto estímulo ao enraizamento e no desenvolvimento e crescimento vegetativo. Geralmente, são compostos por farinhas de ossos ou de conchas, cinzas e torta de mamona e em alguns casos

com a adição de substâncias estimuladoras do enraizamento, como por exemplo o AIB, (Ácido Indolbutírico) (Novais & Rodrigues, 2004).

Em trabalhos realizados por Yoneda et al. (1999), com um híbrido de *Odontoglossum*, verificou-se que a fertilização destas plantas, utilizando soluções com as concentrações: N (0,0; 55; 110 e 220 mg L<sup>-1</sup>), P (0,0; 15,5; 31,0 e 62,0 mg L<sup>-1</sup>) e K (0,0; 195,5; 391,0 e 782,0 mg L<sup>-1</sup>), não apresentaram diferenças significativas para número de folhas e área foliar. Entretanto, observaram que com o decréscimo da concentração de N na solução ocorria uma clorose foliar, bem como pseudobulbos com diâmetro menor, menor número de raízes e atraso no florescimento com haste mais curtas e finas com um menor número de flores. Nas duas menores concentrações de K ocorreu a redução do tamanho das flores.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Concentrações e composições químicas do meio para o cultivo *in vitro* de *Cattleya walkeriana* x *Cattleya loddigesii* ‘Etibaia’

Este ensaio foi constituído por um fatorial (3 x 5) + 1, sendo três meios, cinco doses crescentes destes meios e um meio tradicional (Knudson C) com quatro repetições, na sua dose usual, utilizado como padrão. Os meios de cultivo utilizados foram: meio Novais (MN); duas formulações do fertilizante Peters<sup>®5</sup>: 10 30 20 + micro e 30 10 10 + micro; e o meio Knudson C como referencial (Quadro 1).

A unidade experimental foi composta por um frasco de vidro de 320 mL contendo 35 mL de meio, com cinco plântulas de *Cattleya walkeriana* x *Cattleya loddigesii* ‘Etibaia’.

Foram utilizadas as seguintes concentrações de sais: 0,25; 0,50; 1,00; 1,75 e 2,25 g L<sup>-1</sup> (Quadro 2). As plântulas, com aproximadamente 0,5 cm de altura, foram cultivadas inicialmente em meio Knudson C durante seis meses. Quando repicadas para os frascos com o respectivo tratamento, estas foram separadas individualmente e limpas do agar aderido às raízes. No caso do meio MN, foram mantidas as proporções de nutrientes considerando-se a composição padrão do meio com uma concentração de 2 g L<sup>-1</sup> de sais.

---

<sup>5</sup> O fertilizante Peters, nas suas diferentes formulações, apresentam as seguintes composições: **10-30-20** - N 100 g kg<sup>-1</sup>, P 130,9 g kg<sup>-1</sup>, K 166,0 g kg<sup>-1</sup>, Mg 0,6 g kg<sup>-1</sup>, B 68 mg kg<sup>-1</sup>, Fe 500 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 25 mg kg<sup>-1</sup>, Cu 36 mg kg<sup>-1</sup>, Mn 250 mg kg<sup>-1</sup> e Mo 9 mg kg<sup>-1</sup>, **30-10-10** - N 300 g kg<sup>-1</sup>, P 43,6 g kg<sup>-1</sup>, K 83,0 g kg<sup>-1</sup>, Mg 5 g kg<sup>-1</sup>, B 68 mg kg<sup>-1</sup>, Fe 500 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 22 mg kg<sup>-1</sup>, Cu 36 mg kg<sup>-1</sup>, Mn 250 mg kg<sup>-1</sup> e Mo 9 mg kg<sup>-1</sup>.

Quadro 1. Composição dos meios de cultura de Knudson C e Novais, para recultivo *in vitro* de *Cattleya walkeriana* x *Cattleya loddigesii* ‘Etibaia’, em suas concentrações-padrão, utilizadas como referencial

Composição	Knudson C	Novais
	_____ g L <sup>-1</sup> _____	
Nitrato de cálcio	1,00	1,00
Fosfato monobásico de amônio (MAP)	-	0,50
Fosfato monobásico de potássio	0,25	-
Sulfato de potássio	-	0,25
Sulfato de magnésio	0,25	0,25
Sulfato de amônio	0,50	-
	_____ mg L <sup>-1</sup> _____	
Sulfato ferroso	0,0250	0,0250
Sulfato de zinco	-	0,0050
Sulfato de manganês (manganoso)	0,0075	0,0075
Ácido bórico	-	0,0050
	_____ g L <sup>-1</sup> _____	
Açúcar comum	20,0	20,0
Agar	10,0	10,0
Carvão ativado	-	2,0
Água de coco (mL)	-	200,0

Quadro 2. Concentração dos meios utilizados para o cultivo *in vitro* de mudas de *Cattleya walkeriana* x *Cattleya loddigesii* ‘Etibaia’

Meio	Concentração de sais <sup>(1)</sup>
	g L <sup>-1</sup>
Novais	0,25
Novais	0,50
Novais	1,00
Novais	1,75
Novais	2,25
Peters <sup>®</sup> 30-10-10	0,25
Peters <sup>®</sup> 30-10-10	0,50
Peters <sup>®</sup> 30-10-10	1,00
Peters <sup>®</sup> 30-10-10	1,75
Peters <sup>®</sup> 30-10-10	2,25
Peters <sup>®</sup> 10-30-20	0,25
Peters <sup>®</sup> 10-30-20	0,50
Peters <sup>®</sup> 10-30-20	1,00
Peters <sup>®</sup> 10-30-20	1,75
Peters <sup>®</sup> 10-30-20	2,25
Knudson C	2,00

<sup>(1)</sup> Açúcar, água de coco, ágar e carvão ativado foram mantidos constantes, para todos os tratamentos, como indicado no quadro 1, exceto para o meio Knudson C, no qual foram omitidos a água de coco e o carvão.

As condições da sala de crescimento foram mantidas constantes a  $27 \pm 2$  °C, com 16/8 h luz/escuro e irradiância de  $48 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , fornecida por tubos fluorescentes Osram<sup>®</sup>, 40 W luz do dia.

Este experimento foi realizado no Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Ao final de seis meses foram avaliados o crescimento das plantas quanto à produção de matéria fresca e seca de raízes e parte aérea, comprimento e número de raízes, altura e número de unidades de parte aérea (UPA).

As amostras foliares foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, moídas e submetidas à digestão nítrico-perclórica para a determinação dos nutrientes. Os teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B e Zn foram determinados por espectrometria de emissão ótica em plasma induzido (ICP-OES), e N pelo método semi-micro-Kjeldahl (Embrapa, 1999).

A análise de variância e os contrastes foram realizados com auxílio do programa SAEG 9.0, ajustando-se as equações de regressão, para as variáveis matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca de raízes (MFR), matéria fresca total (MFT), relação raiz parte aérea (RA/PA), número de raízes (NR), comprimento médio de raízes (CMR), unidades de parte aérea (UPA)<sup>6</sup>, comprimento médio das unidades de parte aérea (CMUPA), número de unidades de parte aérea maiores que dois centímetros ( $\text{UPA} > 2$ ) e os teores de nutrientes na parte aérea da planta, como variável dos diferentes meios de cultivo e doses dos meios.

### **Cultivo *in vitro* de *Cattleya walkeriana* submetida a diferentes concentrações de um fertilizante mineral no meio de cultivo**

A unidade experimental foi composta por um frasco com capacidade para 320 mL com 35 mL de meio sobre o qual foram colocadas cinco mudas de *Cattleya walkeriana*, germinadas e crescidas *in vitro*, com seis meses de idade, em meio Knudson C.

---

<sup>6</sup> Entende-se por unidade de parte aérea a estrutura formada pelo limbo foliar mais pseudobulbo.

O experimento, em blocos ao acaso com quatro repetições, foi constituído por sete concentrações do fertilizante 10-30-20 + micronutrientes (Peters®) adicionado ao meio nas concentrações: 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 e 10 g L<sup>-1</sup>.

Este experimento foi realizado no Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

As condições de cultivo, a avaliação dos resultados foram semelhantes às do experimento anterior e foram ajustadas as equações de regressão para características estudadas, semelhantes ao do experimento anterior.

### **Fertilização mineral e orgânica de *Laelia purpurata* ‘werkhauseri’ x *Laelia lobata* ‘Jenni’ em vasos**

Com este experimento avaliou-se a resposta de plantas do cruzamento entre duas plantas do gênero *Laelia* a diferentes fertilizantes orgânicos e, ou, minerais.

Os diferentes fertilizantes, dois minerais e dois orgânicos, foram aplicados individualmente ou em diferentes combinações.

A unidade experimental foi composta por um vaso de 0,5 L, com uma camada de brita zero (gnaisse) correspondente a 100 cm<sup>3</sup> e, sobre esta, 400 cm<sup>3</sup> de xaxim desfibrado, com uma muda com aproximadamente 18 meses de idade. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com cinco repetições, sendo utilizados os seguintes fertilizantes: nitrato de Ca; Peters® 20-20-20; um fertilizante orgânico comercial e um segundo fertilizante orgânico, denominado doméstico, composto por uma mistura de torta de mamona, farinha de ossos e cinza na proporção 2:1:1 v/v/v, respectivamente (Quadro 3). A cinza utilizada foi obtida em um fogão a lenha. Os fertilizantes orgânicos foram aplicados a cada dois meses e os minerais semanalmente, as combinações foram aplicadas considerando os intervalos para a aplicação isolada de cada fertilizante.

Quadro 3. Fertilizantes minerais e orgânicos, e suas combinações e doses testadas

Fertilizante Utilizado	Dose <sup>(1)</sup>
Testemunha	0
Nitrato de cálcio	25 mL vaso <sup>-1</sup>
Peters <sup>®(2)</sup>	25 mL vaso <sup>-1</sup>
Nitrato de cálcio + Peters <sup>®</sup>	25 mL vaso <sup>-1</sup>
Orgânico comercial	8 g/vaso
Orgânico comercial + nitrato de cálcio	8 g vaso <sup>-1</sup> + 25 mL vaso <sup>-1</sup>
Orgânico comercial + Peters <sup>®</sup>	8 g vaso <sup>-1</sup> + 25 mL vaso <sup>-1</sup>
Orgânico comercial + nitrato de cálcio + Peters <sup>®</sup>	8 g vaso <sup>-1</sup> + 25 mL vaso <sup>-1</sup>
Orgânico doméstico	8 g vaso <sup>-1</sup>
Orgânico doméstico+ nitrato de cálcio	8 g vaso <sup>-1</sup> + 25 mL vaso <sup>-1</sup>
Orgânico doméstico+ Peters <sup>®</sup>	8 g vaso <sup>-1</sup> + 25 mL vaso <sup>-1</sup>
Orgânico doméstico+ nitrato de cálcio +Peters <sup>®</sup>	8 g vaso <sup>-1</sup> + 25 mL vaso <sup>-1</sup>

<sup>(1)</sup> Para os fertilizantes minerais foi preparada uma solução com 1 g L<sup>-1</sup> e no caso da aplicação concomitante de dois fertilizantes minerais foi utilizado 0,5 g L<sup>-1</sup> de cada um. <sup>(2)</sup> Peters<sup>®</sup> 20-20-20 + micronutrientes.

A irrigação do experimento foi feita de forma a respeitar as necessidades da planta, mantendo o substrato com teor de umidade adequada à planta estudada.

Após dez meses foram avaliados: altura e número de unidades de parte aérea (UPA), matéria seca de raízes e parte aérea, relação raiz/parte aérea e teor de nutrientes nos tecidos vegetais.

Os teores totais e solúveis em água de macro e micronutrientes dos fertilizantes orgânicos foram determinados segundo Embrapa (1999).

A análise química dos tecidos foi determinada como indicado no primeiro experimento.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa SAEG 9.0, sendo as variáveis analisadas segundo o teste de Tukey a 5 %.

### **Resposta de *Epidendrum ibaguense* à aplicação de doses de calcário em vaso**

Procurou-se com este experimento avaliar a resposta desta espécie à adição de calcário dolomítico ao substrato de cultivo.

O calcário utilizado apresentou um PN de 96,50 % e PRNT de 96,42 %, com 350 g kg<sup>-1</sup> de CaO e 140 de MgO.

A unidade experimental foi constituída por um vaso plástico de 1 L, preenchido com uma camada de 200 cm<sup>3</sup> brita zero (gnaisse) no fundo e o restante, 800 cm<sup>3</sup>, preenchido com xaxim desfibrado onde foram cultivadas duas mudas de *Epidendrum ibaguense*. As mudas utilizadas neste ensaio foram obtidas em um campo de cultivo no Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia, sendo estas retiradas de hastes florais de plantas adultas.

O experimento, em blocos ao acaso com seis doses de calcário e oito repetições, foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

O calcário foi aplicado sobre a superfície do vaso nas doses de 0; 1; 2; 3; 4; 5 g dm<sup>-3</sup> com base em um PRNT 100 %. O intervalo de reaplicação foi definido no momento em que os valores do pH do lixiviado dos tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si. O pH do lixiviado do substrato foi determinado quinzenalmente. Para isso, aplicou-se no vaso um volume de água suficiente para que o excesso a ser recolhido fosse de, aproximadamente, 25 mL.

Foram realizadas fertirrigações semanais com uma solução contendo 2 g L<sup>-1</sup> do fertilizante solúvel 30-10-10 + micro (Peters<sup>®</sup>), em doses de 100 ml vaso<sup>-1</sup>, semanalmente.

O número de folhas e altura de plantas foram avaliados ao final de seis meses. Ao final do experimento, as plantas foram colhidas e o material vegetal separado em raiz, caule e folhas e submetidos à análise química dos tecidos conforme indicado no experimento anterior.

A análise estatística dos resultados foi realizada com as variáveis matéria seca de folhas (MSF), matéria seca de caule (MSC), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca total (MST), relação raiz/parte aérea (RA/PA), número de folhas, peso por folha, altura média de plantas, pH como variáveis de doses de calcário no meio, estimando-se as equações de regressão para cada variável mencionada anteriormente em resposta à doses de calcário.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **Concentrações e composições químicas do meio para o cultivo *in vitro* de *Cattleya walkeriana* x *Cattleya loddigesii* ‘Etibaia’**

A partir da análise dos contrastes observou-se maior produção de matéria fresca da parte aérea das mudas por frasco com a utilização dos meios Novais (MN) e fertilizantes Peters<sup>®</sup>, sendo que entre os dois Peters<sup>®</sup> não houve diferença significativa. Comparando a média da maior dose dos fertilizantes Peters<sup>®</sup> e MN adicionada ao meio, 2,25 g L<sup>-1</sup>, com o Knudson C, percebe-se que a produção de matéria fresca da parte aérea foi marcadamente menor com a utilização de Knudson C (Quadro 4). As equações obtidas com os resultados da produção de matéria fresca da parte aérea de mudas, para os fertilizantes Peters<sup>®</sup>, foram lineares sendo que no caso do MN, as respostas resultaram em um modelo cúbico, sendo as produtividades máximas<sup>7</sup> estimadas iguais a, 4,07; 3,70 e 3,11 g frasco<sup>-1</sup>, para MN, Peters<sup>®</sup> 10-30-20 e 30-10-10, respectivamente (Figura 1).

---

<sup>7</sup> Para os modelos lineares foi considerada a última dose como sendo aquela para a obtenção da produção máxima.

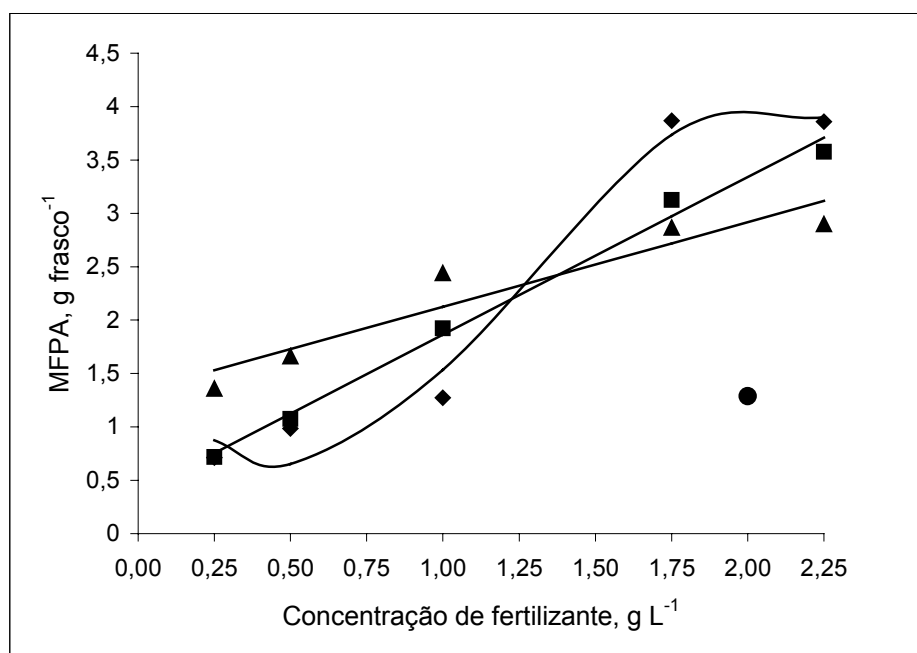
Quadro 4. Valores de contraste médios para as variáveis: matéria fresca da parte aérea, (MFPA), matéria fresca de raízes (MFR), matéria fresca total (MFT), relação raiz/parte aérea (RA/PA), número de raízes por frasco (NR), unidades de parte aérea por frasco (UPA), comprimento médio de raízes (CMR), comprimento médio das unidades de parte aérea (CMUPA), número de UPA maiores que 2 cm por frasco (UPA > 2), das mudas submetidas aos diferentes meios de cultivo

Contraste <sup>(1)</sup>	MFPA	MFR	MFT	RA/PA	NR	UPA	CMR	CMUPA	UPA>2
	----- g frasco <sup>-1</sup> -----			--- cm frasco <sup>-1</sup> ---					
C <sub>1</sub>	0,87**	2,53**	3,40***	0,92 <sup>o</sup>	6,05 <sup>ns</sup>	3,98*	2,03*	-0,35 <sup>o</sup>	0,77 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	0,02 <sup>ns</sup>	0,91*	0,93 <sup>o</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	7,80**	0,65 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,35***	2,80**
C <sub>3</sub>	0,16 <sup>ns</sup>	-0,63 <sup>ns</sup>	-0,47 <sup>ns</sup>	-1,34***	8,10*	3,40**	-1,40**	-0,09 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub>	2,16***	2,16***	5,18***	-0,54 <sup>ns</sup>	8,75 <sup>ns</sup>	7,67**	1,23**	0,20 <sup>ns</sup>	6,42***

\*\*\*, \*\*, \* e <sup>o</sup>, significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10 %, respectivamente.

C<sub>1</sub> = K vs MN + P 10-30-20 + P 30-10-10; C<sub>2</sub> = Mn vs P 10-30-20 + P 30-10-10; C<sub>3</sub> = P 10-30-20 vs P 30-10-10; C<sub>4</sub> = K vs Média dose 2,25 g L<sup>-1</sup>. K = Knudson; MN = Meio Novais; P 10-30-20 = Fertilizantes Peters<sup>®</sup> em sua formulação NPK 10-30-20; P 30-10-10 = Fertilizantes Peters<sup>®</sup> em sua formulação NPK 30-10-10.

<sup>(1)</sup> Os três primeiros contrastes apresentados comparam o valor médio das doses de cada meio e o quarto compara o Knudson e o valor médio para a última dose (2,25 g L<sup>-1</sup>) dos demais meios. Valores positivos indicam que o primeiro componente do contraste é menor do que o segundo componente da comparação.

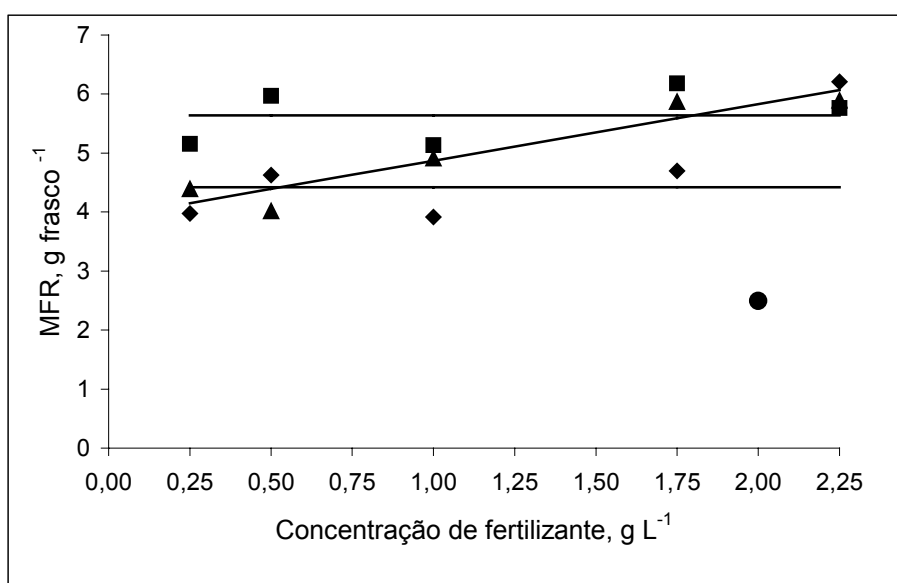


Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 1,755 - 5,055*x + 6,563**x^2 - 1,730**x^3$   $R^2 = 0,978$   
 Peters<sup>®</sup> 10-30-20 (■)  $\hat{y} = 0,385 + 1,477***x$   $R^2 = 0,992$   
 Peters<sup>®</sup> 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = 1,331 + 0,792***x$   $R^2 = 0,898$   
 Knudson (●)

Figura 1. Matéria fresca da parte aérea (MFPA) de mudas por frasco como variável de diferentes meios de cultivo e doses nos meios.

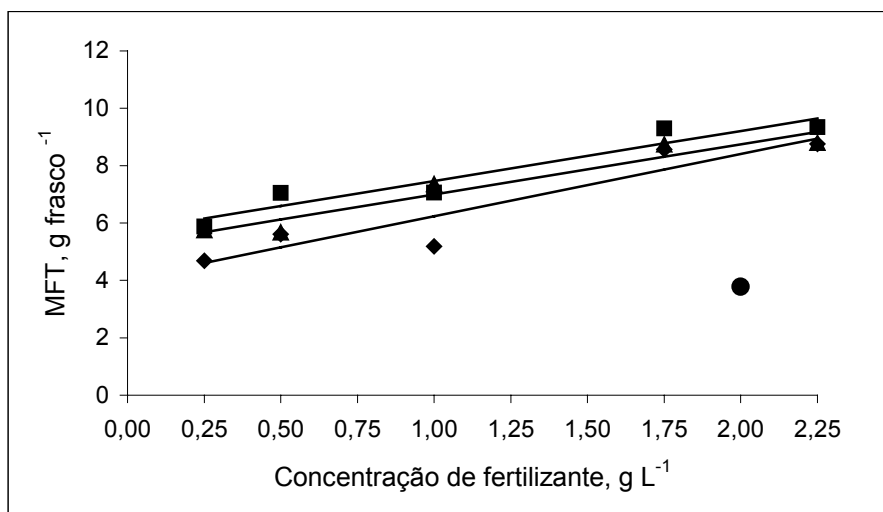
Observaram-se diferenças significativas para a produção de matéria fresca de raízes de mudas entre os diferentes meios, sendo que no MN e Peters<sup>®</sup> a produção de raízes foi maior do que no Knudson (Quadro 4). Peters<sup>®</sup> resultou em maior produtividade de matéria fresca de raízes, quando comparado com o MN, porém entre as duas formulações de Peters<sup>®</sup> não houve diferenças significativas. Apenas o Peters<sup>®</sup> 30-10-10 apresentou incremento na produção de matéria fresca de raízes com o aumento das doses (Figura 2).

Em termos de produção de matéria fresca total (parte aérea mais raízes), os meios MN e Peters<sup>®</sup> apresentaram respostas lineares ao efeito de doses, sendo as produtividades máximas estimadas iguais a: 8,94; 9,65 e 9,18 g frasco<sup>-1</sup>, para o MN, Peters<sup>®</sup> 10-30-20 e 30-10-10, respectivamente (Figura 3). Para a média das doses, os fertilizantes Peters<sup>®</sup> apresentaram uma produção significativamente maior que o MN (Quadro 1).



Meio Novais (◆)  $\hat{y} = \bar{y} = 4,0$   
Peters<sup>®</sup> 10-30-20 (■)  $\hat{y} = \bar{y} = 5,6$   
Peters<sup>®</sup> 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = 3,911 + 0,958*x$   $R^2 = 0,893$   
Knudson (●)

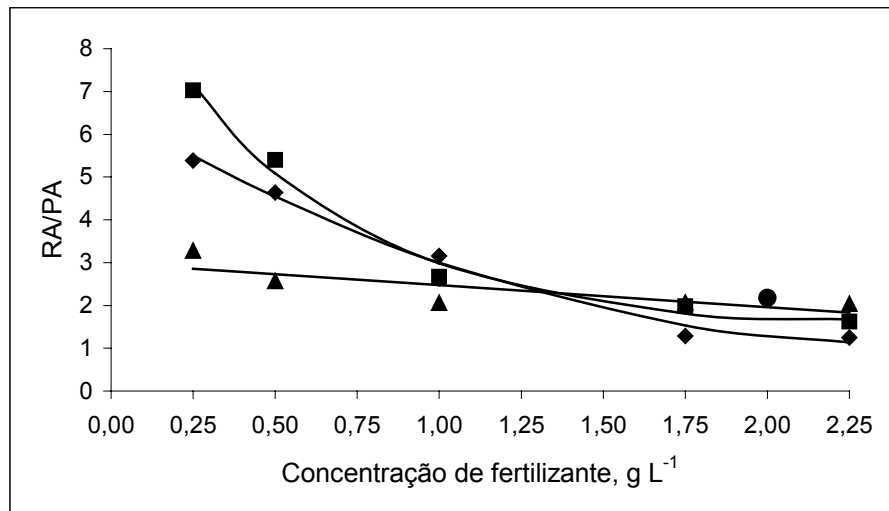
Figura 2. Matéria fresca de raízes (MFR) de mudas por frasco como variável de diferentes meios de cultivo e doses nos meios.



Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 4,067 + 2,168^{***}x$   $R^2 = 0,878$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = 5,718 + 1,746^{**}x$   $R^2 = 0,912$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = 5,242 + 1,751^{**}x$   $R^2 = 0,928$   
 Knudson (●)

Figura 3. Matéria fresca total (MFT) de mudas por frasco como variável de diferentes meios de cultivo e doses nos meios.

A relação raiz/parte aérea (RA/PA) foi menor no meio Knudson; entretanto, considerando-se apenas o meio Knudson e os demais meios, na dose 2,25 g L<sup>-1</sup>, a diferença para este contraste não foi significativa (Quadro 4). A relação RA/PA como variável das doses do fertilizante Peters® 30-10-10 foi linear, com uma inclinação negativa, observando-se pequenas diferenças na relação RA/PA entre doses (Figura 4). Por outro lado, MN e Peters® 10-30-20 apresentaram valores altos para esta relação em doses baixas do Peters® e um decréscimo curvilíneo com o aumento de suas doses. Esta diferença no comportamento da relação RA/PA para Peters® 30-10-10, pode ser uma resposta da planta à fonte de N no fertilizante. Segundo Majerowicz et al. (2002), para o gênero *Catsetum*, fontes nítricas estimulam a produção de raízes e, por outro lado, fontes amoniacais podem restringir o crescimento da parte aérea destas plantas. Por outro lado, a fertilização nitrogenada promove uma menor relação RA/PA, sendo que efeitos na diminuição da RA/PA são mais frequentes com a utilização de fontes amoniacais (Marschner, 1995).



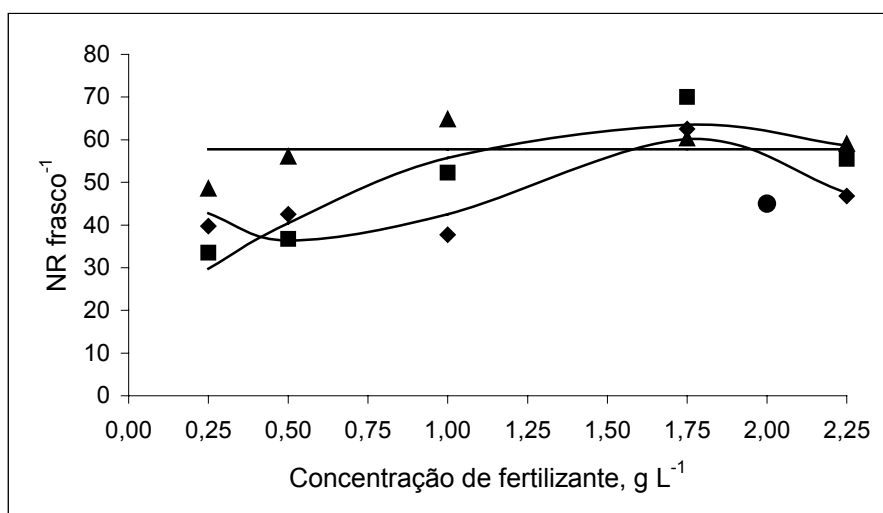
Meio Novais (◆)	$\hat{y} = 6,557 - 4,479***x + 0,920*x^2$	$R^2 = 0,992$
Peters® 10-30-20 (■)	$\hat{y} = 14,196 - 16,942***x^{0,5} + 5,729*x$	$R^2 = 0,989$
Peters® 30-10-10 (▲)	$\hat{y} = 2,988 - 0,513*x$	$R^2 = 0,630$
Knudson (●)		

Figura 4. Relação raiz/parte aérea (RA/PA) de mudas como variável de diferentes meios de cultivo e doses nos meios.

Não houve diferenças entre o número de raízes por frasco quando comparados o meio Knudson e a média dos demais. Entretanto, diferenças significativas ocorreram entre o MN e os de Peters®, sendo que o fertilizante 30-10-10 proporcionou um maior número de raízes por frasco (Figura 5). Por outro lado, o comprimento médio de raízes foi menor em Knudson, tanto quando se comparam as médias dos tratamentos, como os tratamentos (meios) correspondentes à dose 2,25 g L<sup>-1</sup> (Figura 6).

O número de unidades de parte aérea foi, em média, maior com o uso do meio MN e dos fertilizantes Peters® em relação ao meio Knudson. O efeito de doses foi significativo apresentando aumento no número de UPA; entretanto, não houve, para média das doses, diferenças significativas entre o MN e os fertilizantes Peters® (Quadro 4) (Figura 7).

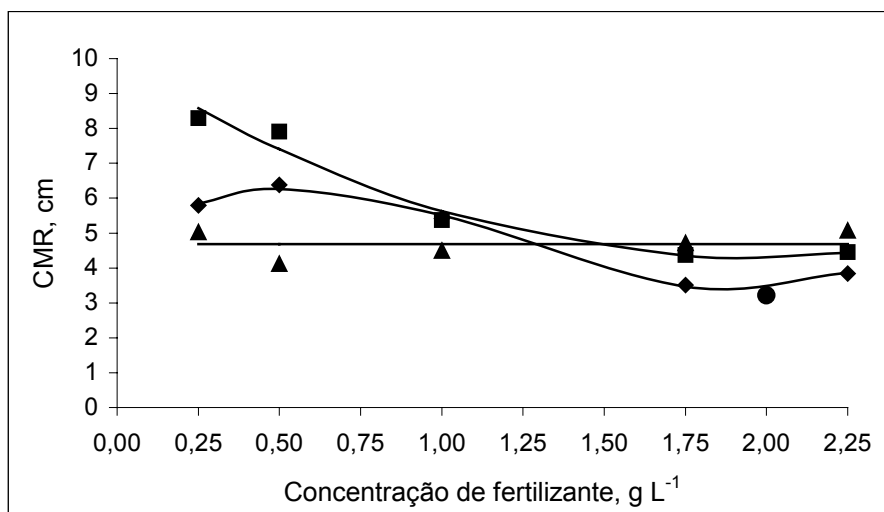
Para o comprimento médio de unidades de parte aérea (CMUPA) foram encontrados valores significativamente maiores para o meio Knudson em relação aos demais meios, sendo que o MN apresentou valores menores quando comparado com as duas formulações Peters® e entre estas não houve diferenças (Quadro 1) (Figura 8).



Meio Novais (◆)	$\hat{y} = 58,748 - 86,911x + 98,076x^2 - 27,408x^3$	$R^2 = 0,808$
Peters® 10-30-20 (■)	$\hat{y} = 17,032 + 54,866x - 16,174x^2$	$R^2 = 0,896$
Peters® 30-10-10 (▲)	$\hat{y} = \bar{y} = 57,7$	
Knudson (●)		

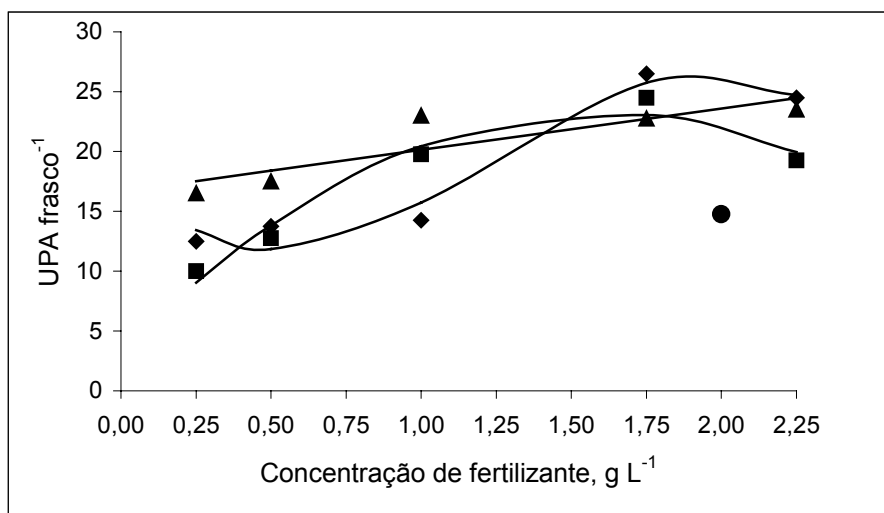
Figura 5. Número de raízes (NR) de mudas como variável de diferentes meios de cultivo e doses nos meios.

É importante que as vitro-plantas de orquídeas alcancem um tamanho adequado (acima de 2 cm de altura e com raízes) para serem retiradas dos frascos de cultivo, de modo a otimizar a adaptação às condições de cultivo *ex vitro*. Neste experimento, foi quantificado o número de plantas com mais de dois centímetros, considerando-se este um bom tamanho para a retirada de mudas dos frascos de cultivos. Neste caso, a comparação entre os valores médios das doses dos fertilizantes Peters® e MN com o meio Knudson não resultou em diferenças significativas. Todavia, os fertilizantes Peters® apresentaram, em média, respostas superiores às do MN. Por outro lado, comparando-se as diferenças entre o meio Knudson com a média dos demais meios na dose 2,25 g L<sup>-1</sup>, verificou-se diferença significativa, com 10,2 plantas maiores que dois centímetros para Knudson e 16,7 para a média dos demais meios naquela dose (Figura 9).



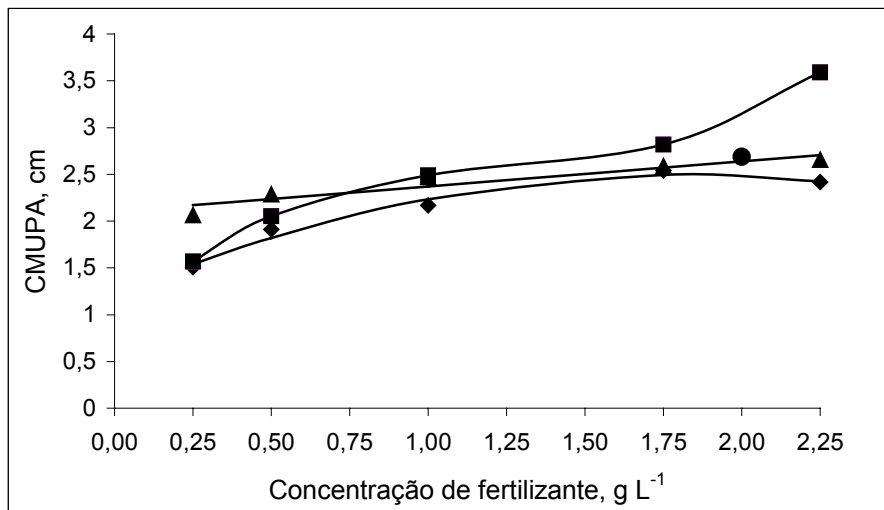
Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 4,636 + 6,713***x - 8,001***x^2 + 2,164***x^3$   $R^2 = 0,995$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = 9,940 - 5,809**x + 1,495*x^2$   $R^2 = 0,973$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = \bar{y} = 4,7$   
 Knudson (●)

Figura 6. Comprimento médio de raízes (CMR) de mudas, como variável de diferentes meios de cultivo e doses nos meios.



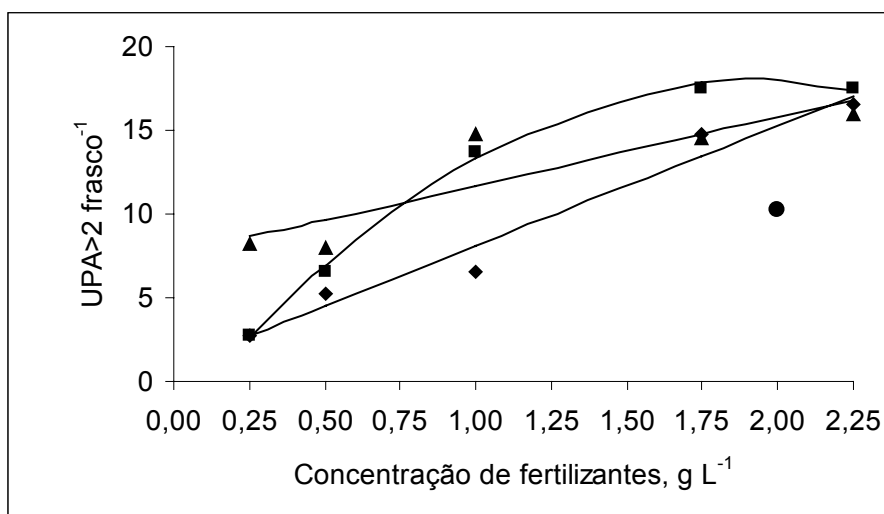
Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 18,569 - 28,874^{ns}x + 35,629*x^2 - 9,590*x^3$   $R^2 = 0,958$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = 3,287 + 24,909***x - 7,779**x^2$   $R^2 = 0,962$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = 16,650 + 3,478**x$   $R^2 = 0,756$   
 Knudson (●)

Figura 7. Unidades de parte aérea (UPA) de mudas como variável de diferentes meios de cultivo e doses nos meios.



Meio Novais (◆)	$\hat{y} = 1,219 + 1,407^{**}x - 0,386^{\circ}x^2$	$R^2 = 0,977$
Peters® 10-30-20 (■)	$\hat{y} = 0,824 + 3,595*x - 2,634^{\circ}x^2 + 0,704^{\circ}x^3$	$R^2 = 1,000$
Peters® 30-10-10 (▲)	$\hat{y} = 2,103 + 0,268*x$	$R^2 = 0,883$
Knudson (●)		

Figura 8. Comprimento médio de unidade de parte aérea (CMUPA) como variável de diferentes meios de cultivo e doses nos meios.



Meio Novais (◆)	$\hat{y} = 0,952 + 7,128^{***}x$	$R^2 = 0,966$
Peters® 10-30-20 (■)	$\hat{y} = -2,334 + 21,17^{***}x - 5,516^{**}x^2$	$R^2 = 0,997$
Peters® 30-10-10 (▲)	$\hat{y} = 7,634 + 4,057^{***}x$	$R^2 = 0,783$
Knudson (●)		

Figura 9. Número de unidades de parte aérea de mudas maiores do que dois centímetros (UPA > 2) como variável de diferentes meios de cultivo e doses nos meios.

O teor de N na parte aérea das mudas apresentou, em média, diferenças significativas entre MN, os dois Peters<sup>®</sup> e o meio Knudson (Quadro 5). Porém, o teor médio encontrado para Peters<sup>®</sup> 30-10-10 foi superior àquele encontrado para o Peters<sup>®</sup> 10-30-20 e MN. A resposta a doses foi linear para todos os meios testados, sendo que as curvas apresentadas para MN e para Peters<sup>®</sup>10-30-20 apresentaram comportamentos semelhantes. Os teores máximos de N para MN, Peters<sup>®</sup> 10-30-20 e 30-10-10, foram respectivamente, 16,3; 15,7 e 27,6 g kg<sup>-1</sup> (Figura 10).

Os teores de P não apresentaram diferenças significativas, para a média dos Peters<sup>®</sup> e de MN em comparação com o meio Knudson (Quadro 5). O comportamento linear foi observado com a utilização do Peters<sup>®</sup> 10-30-20 e com o MN, sendo que, nestes casos, os teores máximos de P na planta foram 8,2 e 7,0 g kg<sup>-1</sup>, valores estes elevados se comparados com aqueles obtidos com o uso do Peters<sup>®</sup> 30-10-10 que, em média, foi de 3,3 g kg<sup>-1</sup> (Figura 11).

A utilização de doses crescentes de Peters<sup>®</sup> 30-10-10 resultaram em uma curva raiz quadrada para K (Figura 12). Para os outros dois casos, MN e Peters<sup>®</sup> 10-30-20, o aumento do teor de K na parte aérea foi linear.

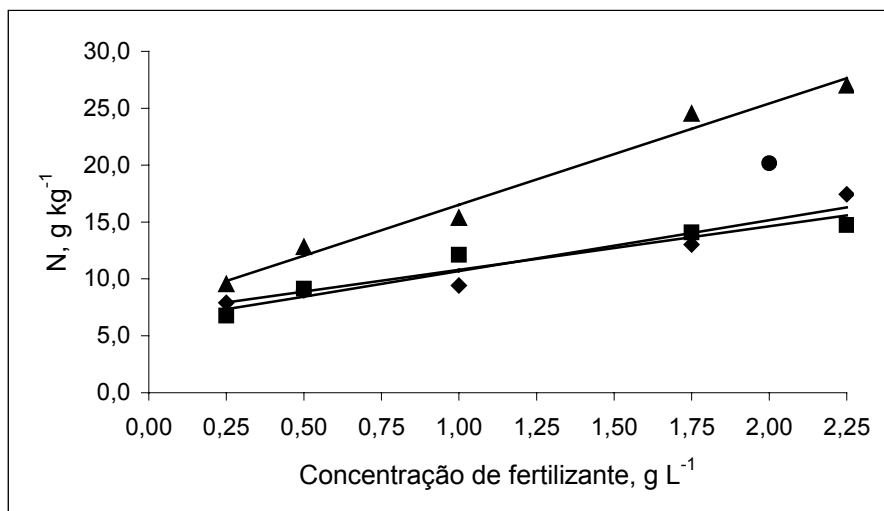
Quadro 5. Contrastes médios para os teores de macro e micronutrientes na parte aérea das mudas submetidas aos diferentes meios de cultivo

Contraste	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Zn
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>			
C <sub>1</sub>	-3,33***	-0,08 <sup>ns</sup>	7,20***	-2,16**	-0,10 <sup>ns</sup>	-1,68***	-9 <sup>ns</sup>	-18 <sup>ns</sup>	-24 <sup>ns</sup>	7 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	1,62***	-0,08 <sup>ns</sup>	4,52***	-1,93***	0,08 <sup>ns</sup>	-0,72***	-4 <sup>ns</sup>	-7 <sup>ns</sup>	2 <sup>ns</sup>	-14***
C <sub>3</sub>	3,23***	-0,86***	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,27**	-0,41**	-4 <sup>ns</sup>	8 <sup>ns</sup>	-2 <sup>ns</sup>	-3 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub>	-0,22 <sup>ns</sup>	0,95**	9,79***	-2,38**	0,06 <sup>ns</sup>	-1,34***	-17 <sup>ns</sup>	-17 <sup>ns</sup>	-27 <sup>ns</sup>	9 <sup>o</sup>

\*\*\*, \*\*, \* e °, significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10 %, respectivamente.

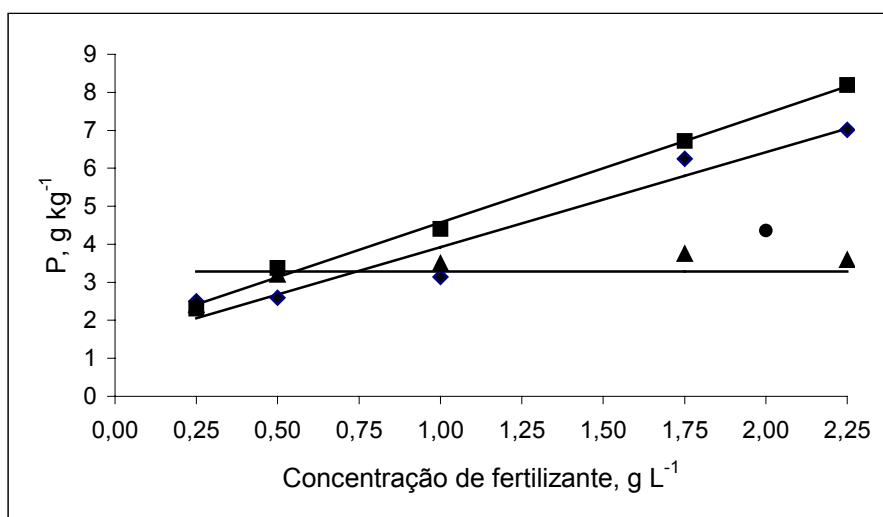
C<sub>1</sub> = K vs MN + P 10-30-20 + P 30-10-10; C<sub>2</sub> = MN vs P 10-30-20 + P 30-10-10; C<sub>3</sub> = P 10-30-20 vs P 30-10-10; C<sub>4</sub> = K vs Média dose 2,25 g L<sup>-1</sup>.

K = Knudson, MN = Meio Novais, P 10-30-20 = Fertilizante Peters<sup>®</sup> em sua formulação NPK 10-30-20, P 30-10-10 = Fertilizante Peters<sup>®</sup> em sua formulação NPK 30-10-10.



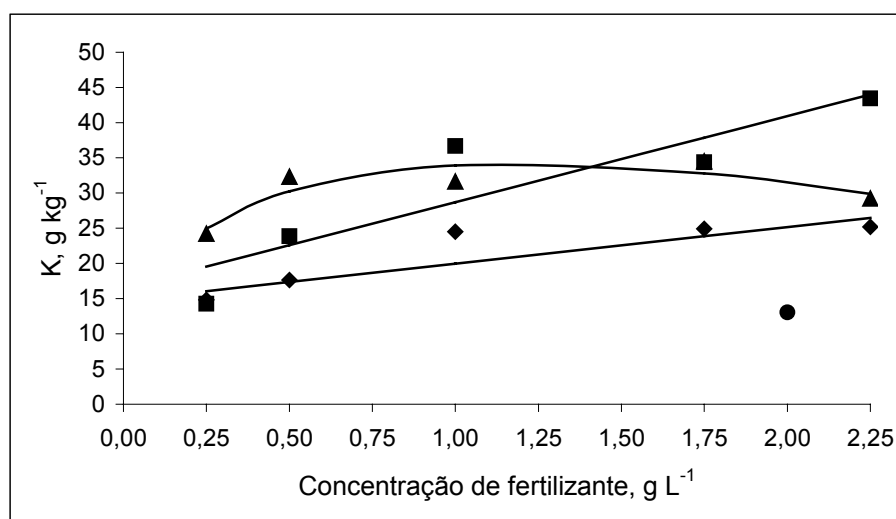
Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 6,210 + 4,470***x$   $R^2 = 0,924$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = 6,972 + 3,826***x$   $R^2 = 0,911$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = 7,576 + 8,920***x$   $R^2 = 0,982$   
 Knudson (●)

Figura 10. Teores de N na parte aérea de mudas em resposta a diferentes meios de cultivo e doses nos meios.



Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 1,426 + 2,498***x$   $R^2 = 0,945$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = 1,697 + 2,872***x$   $R^2 = 0,996$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = \bar{y} = 3,3$   
 Knudson (●)

Figura 11. Teores de P na parte aérea de mudas em resposta a diferentes meios de cultivo e doses nos meios.



Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 14,755 + 5,200**x$   $R^2 = 0,931$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = 16,478 + 12,224***x$   $R^2 = 0,800$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = 3,014 + 56,888*x^{0,5} - 25,996*x$   $R^2 = 0,780$   
 Knudson (●)

Figura 12. Teores de K na parte aérea de mudas em resposta a diferentes meios de cultivo e doses nos meios.

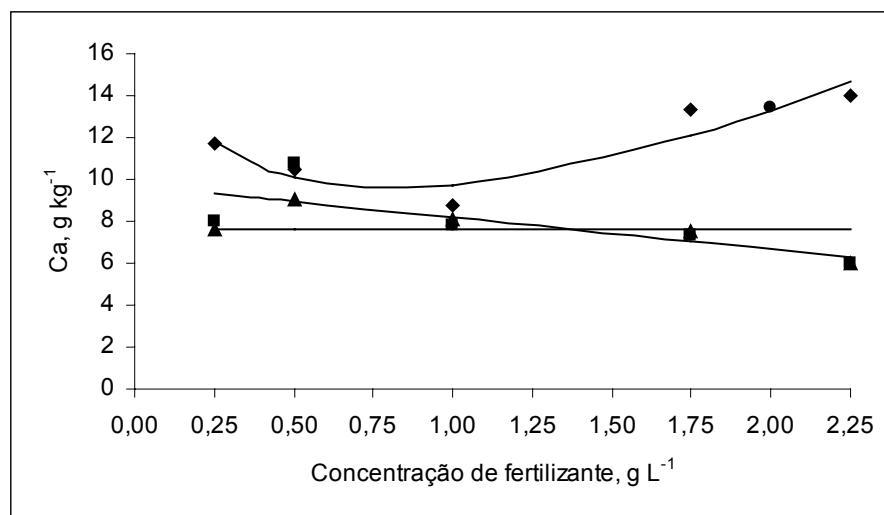
A interação N e K pode resultar em perdas de produtividade. Em cevada, a produtividade de grãos e palha foi limitada quando doses altas de N foram utilizadas sob condições de baixa disponibilidade de K. Valores máximos de produção de cevada foram observados quando ambos nutrientes foram aplicados em altas doses. As interações entre nutrientes modulam o crescimento de plantas, sendo que, a disponibilidade de água e o suprimento adequado de N exercem importância particular (Marschner, 1995).

Os teores de Ca foram menores na parte aérea das mudas que receberam os fertilizantes Peters®, sendo que entre estes, a formulação 10-30-20 apresentou resposta linear decrescente com o aumento da dose (Figura 13). Todavia, os teores de Ca na parte aérea das mudas apresentaram teores considerados adequados em folhas de plantas adultas *ex vitro* (6–20 g kg<sup>-1</sup>) (Jones Jr. et al., 1991; Arditti, 1992; Novais & Rodrigues, 2004), sendo o Ca disponibilizado pela água de coco adicionada ao meio que, proporcionalmente, contém um terço do teor de Ca do MN ou Knudson (George, 1993). Por outro lado, o efeito de dose no caso do MN resultou teores maiores em comparação ao Peters®. As limitações

do Peters<sup>®</sup>, provavelmente, serão maiores nos fertilizantes ricos em P tendo em vista sua incompatibilidade com Ca, sendo que, neste caso, problemas com deficiência de Ca deverão ser mais acentuadas.

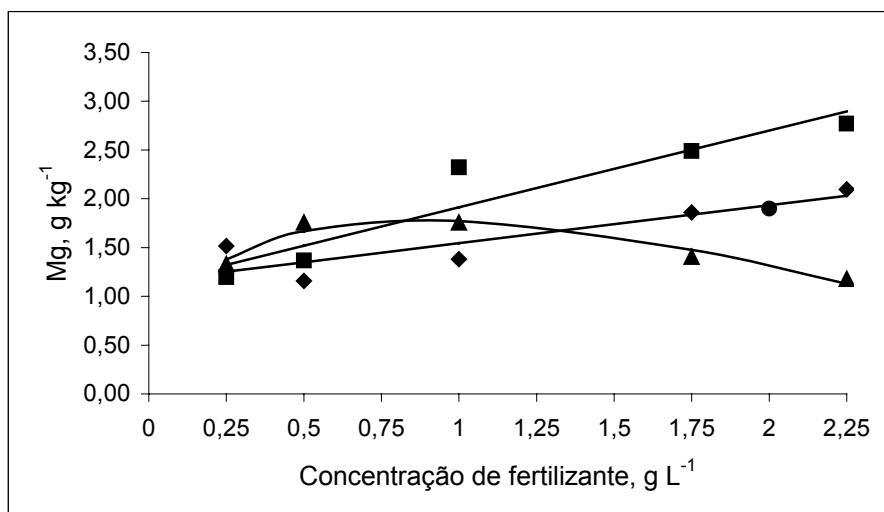
O teor de Mg na parte aérea das plantas foi maior no caso do Peters<sup>®</sup> 10-30-20, que apresentou resposta linear ao aumento de fertilizante no meio de cultivo; resultado semelhante foi encontrado para MN (Figura 14). Já os teores de Mg encontrados para o caso do Peters<sup>®</sup> 30-10-10 apresentaram uma resposta definida por um modelo raiz quadrada, no qual os teores começaram a ter um decréscimo em seu valor a partir 0,88 g L<sup>-1</sup> de fertilizante (Figura 14).

Como relatado anteriormente, outra carência dos fertilizantes Peters<sup>®</sup> diz respeito a S, sendo que neste trabalho os teores de S não variaram com a dose deste fertilizante no meio, apresentando valores baixos, quando comparados com o teor encontrado com o uso de MN (Figura 15). Os teores encontrados com o meio Knudson apresentaram valores superiores de S, quando comparado com os fertilizantes Peters<sup>®</sup>. Tanto o meio Knudson, quanto o MN apresentam S em sua composição.



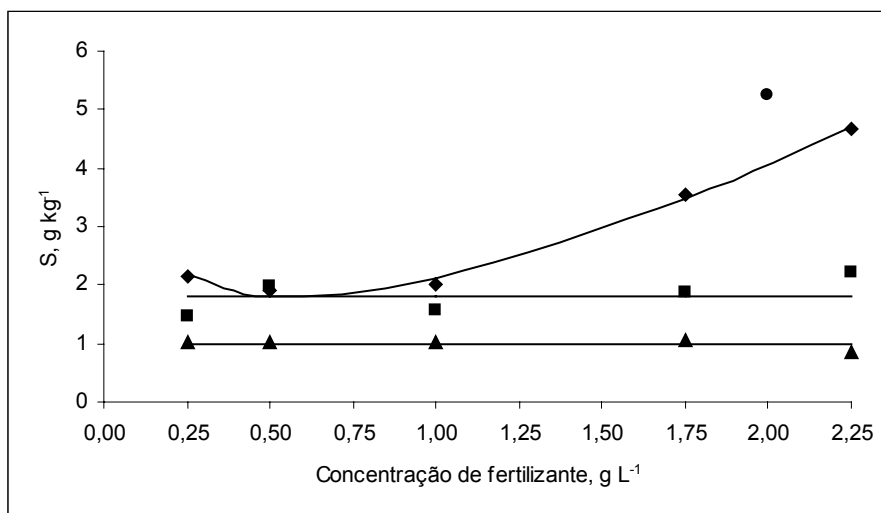
Meio Novais (◆)	$\hat{y} = 20,790 - 24,920**x^{0,5} + 13,877**x$	$R^2 = 0,828$
Peters <sup>®</sup> 10-30-20 (■)	$\hat{y} = 9,728 - 1,52563*x$	$R^2 = 0,5497$
Peters <sup>®</sup> 30-10-10 (▲)	$\hat{y} = \bar{y} = 7,7$	
Knudson (●)		

Figura 13. Teores de Ca na parte aérea da planta em resposta a diferentes meios de cultivo e doses nos meios.



Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 1,154 + 0,389**x$   $R^2 = 0,758$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = 1,124 + 0,789***x$   $R^2 = 0,887$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = -0,056 + 3,903*x^{0,5} - 2,075*x$   $R^2 = 0,934$   
 Knudson (●)

Figura 14. Teores de Mg na parte aérea da planta em resposta a diferentes meios de cultivo e doses nos meios.



Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 4,937 - 8,19*x^{0,5} + 5,355**x$   $R^2 = 0,995$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = \bar{y} = 1,8$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = \bar{y} = 1,0$   
 Knudson (●)

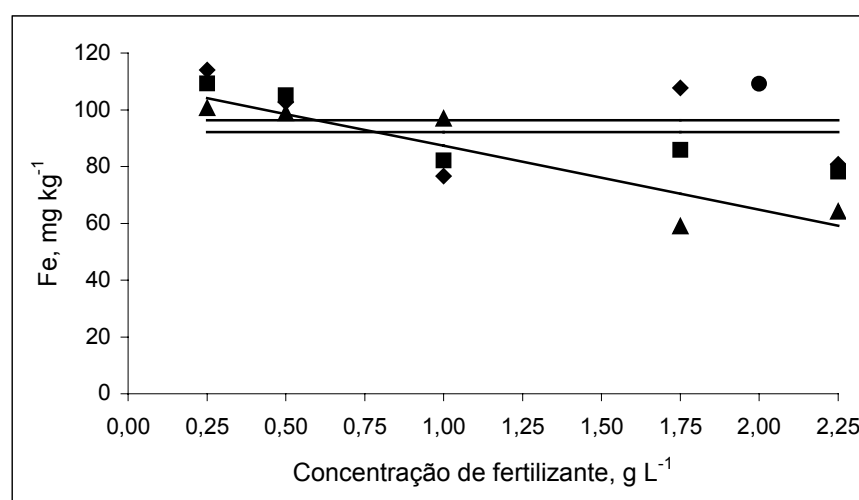
Figura 15. Teores de S na parte aérea de mudas em resposta a diferentes meios de cultivo e doses nos meios.

Os teores de macronutrientes nos meios Knudson e MN são semelhantes; entretanto, quando se comparam estes com os fertilizantes Peters<sup>®</sup> percebem-se grandes diferenças. Os teores de N e Mg no Peters<sup>®</sup> 30-10-10 são três e cinco vezes maiores do que aqueles no Knudson e MN, e no caso Peters<sup>®</sup> 10-30-20, os teores de P e K foram aproximadamente três vezes maiores neste último, sendo que em suas garantias o fabricante não inclui, no caso destas duas formulações, Ca e S (Quadro 1).

Em média, os teores de Fe não apresentaram diferenças significativas entre os meios, sendo que apenas para o Peters<sup>®</sup> 30-10-10 foi possível ajustar uma equação linear e decrescente (Figura 16), indicando diluição do teor de Fe na planta com o maior crescimento imposto (Figura 3).

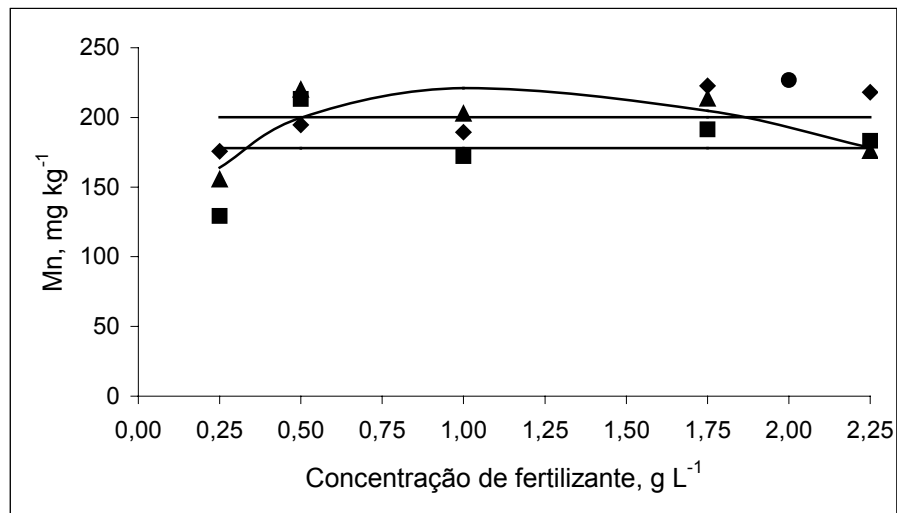
Os teores de Mn (Figura 17) apresentaram comportamento semelhante ao do Fe, não ocorrendo diferenças significativas entre os tratamentos (Quadro 5).

Os teores de B na planta podem ser considerados altos (Figura 18), quando se consideram os teores adequados para plantas de orquídeas *ex vitro* (50-100 mg kg<sup>-1</sup>) (Jones Jr. et al., 1991; Arditti, 1992), sendo que, em média, não houve diferença significativa entre os fertilizantes Peters<sup>®</sup> e o MN (Quadro 5). Uma possível fonte de contaminação seriam os frascos de vidro utilizados no cultivo. Entretanto, a solubilidade do B silicato apresenta valores significativos apenas em pH muito elevado.



Meio Novais (◆)  $\hat{y} = \bar{y} = 96$   
Peters<sup>®</sup> 10-30-20 (■)  $\hat{y} = \bar{y} = 92$   
Peters<sup>®</sup> 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = 109,749 - 22,473x$   $R^2 = 0,845$   
Knudson (●)

Figura 16. Teores de Fe na parte aérea de mudas em resposta a diferentes meios de cultivo e doses nos meios.

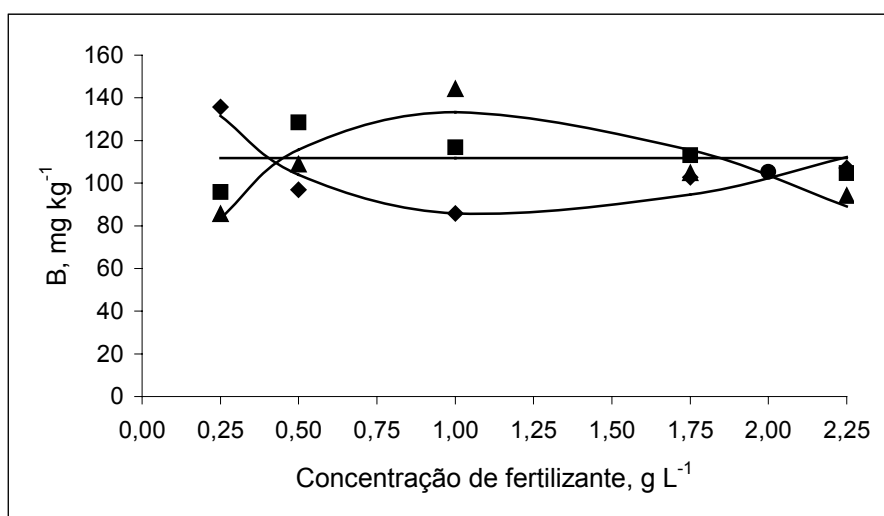


Meio Novais (◆)  $\hat{y} = \bar{y} = 200$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = \bar{y} = 178$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = 6,275 + 415,375^{\circ}x^{0,5} - 200,575^{\circ}x$   $R^2 = 0,693$   
 Knudson (●)

Figura 17. Teores de Mn na parte aérea de mudas em resposta a diferentes meios de cultivo e doses nos meios.

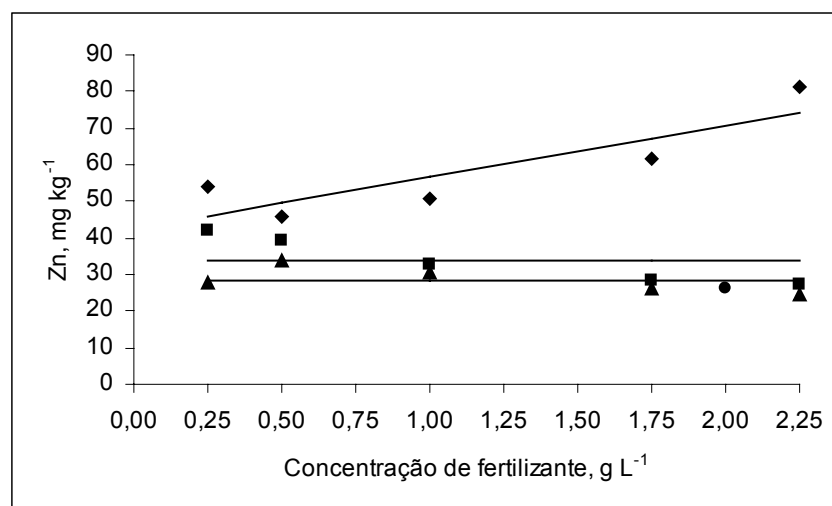
Para os teores de Zn, foi possível ajustar um modelo apenas para MN, observando-se tendência linear com as doses crescentes de MN, sendo que na média das doses este meio apresentou teores bem maiores do que aqueles encontrados com os demais tratamentos (Figura 19).

Os teores de nutrientes em Knudson e MN são semelhantes, exceto para Zn e B que não fazem parte do primeiro. Comparando os teores de micronutriente entre os meios Knudson, MN e os fertilizantes Peters® percebe-se que os mesmos são bem maiores nos dois primeiros. Ferro e Mn apresentam teores seis e quatro vezes maiores do que em Knudson e MN em relação ao Peters®, e para Zn e B a diferença é ainda maior na comparação entre MN e os Peters®, sendo que os teores no primeiro são 39 vezes maiores, respectivamente. Essa comparação é necessária tendo em vista que a resposta a esses diferentes teores nos fertilizantes foi significativa apenas para Zn, mostrando que os teores dos demais nutrientes na planta não variaram mesmo na presença de teores mais elevados nos meios Knudson e MN em relação aos fertilizantes Peters®.



Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 249,297 - 307,542x^{0,5} + 144,088x$   $R^2 = 0,887$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = \bar{y} = 112$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = -60,190 + 381,503x^{0,5} - 187,992x$   $R^2 = 0,846$   
 Knudson (●)

Figura 18. Teores de B na parte aérea mudas em resposta a diferentes meios de cultivo e doses nos meios.



Meio Novais (◆)  $\hat{y} = 42,31 + 14,26x$   $R^2 = 0,75$   
 Peters® 10-30-20 (■)  $\hat{y} = 34$   
 Peters® 30-10-10 (▲)  $\hat{y} = 29$   
 Knudson (●)

Figura 19. Teores de Zn na parte aérea de mudas em resposta a diferentes meios de cultivo e doses nos meios.

## CONCLUSÕES PARCIAIS

1. A matéria fresca total de mudas aumentou linearmente com o aumento da dose dos meios MN e Peter's.
2. A utilização de fertilizantes Peters<sup>®</sup> resultou em maior produção de matéria fresca do que o meio Knudson e MN.
3. A utilização de fertilizantes NPK, como o Peters<sup>®</sup>, para o cultivo de plântulas de orquídea *in vitro* demonstrou ser viável.
4. MN apresentou respostas satisfatórias, com maior produção de parte aérea, sendo melhor alternativa aos atuais meios de cultivo, como o Knudson.
5. Excesso de N (Peters<sup>®</sup> 30-10-10) causou diminuição nos teores de K e Mg na planta.
6. A ausência de Ca do Peters<sup>®</sup> foi compensada pela utilização de água de coco.

### **Cultivo *in vitro* de *Cattleya walkeriana* submetida a diferentes concentrações de um fertilizante mineral no meio de cultivo**

Em experimento preliminar, doses de fertilizantes minerais compreendidas entre 0,25 a 2,25 g L<sup>-1</sup> resultaram, para muitas variáveis de crescimento, em curvas lineares, não sendo possível definir a melhor dose de fertilizante a ser adicionada ao meio de cultivo. Com base nesses resultados foram definidas as doses para este experimento. As orquídeas são extremamente sensíveis à salinidade (Bergman, 2004); assim, acreditava-se que em concentrações a partir de 3 a 4 g L<sup>-1</sup> os efeitos da salinidade comesçassem a exercer um efeito prejudicial ao crescimento e desenvolvimento dos explantes. Todavia, este efeito só foi observado com a última dose, 10 g L<sup>-1</sup>, na qual todas as variáveis estudadas demonstraram o efeito prejudicial da alta concentração de sais no meio (Figura 20).

As diferenças encontradas na produção de matéria seca da parte aérea como variável das doses foram descritas por uma equação quadrática (Figura 21), que permitiu estimar a concentração de fertilizante no meio de 5,22 g L<sup>-1</sup>, para a produção máxima de matéria seca da parte aérea por frasco (0,255 g). Considerando-se 90 % da produtividade máxima, a quantidade de fertilizante a ser adicionada ao meio é de 3,55 g L<sup>-1</sup>.



Figura 20. Resposta de explantes de *Cattleya walkeriana* a doses crescentes de fertilizante (Peters® 10-30-20) no meio de cultivo.

Deve-se tomar cuidado com a concentração de sais a ser utilizada, tendo em vista que a resposta dos explantes cultivados *in vitro* varia até mesmo entre variedades de determinada espécie (Ventura, 2002). Torna-se recomendável a utilização de uma dose referente a 90 % de produtividade, visando manter uma produção de boa qualidade, prevenindo-se possíveis problemas com salinidade para diferentes genótipos, de modo particular para aqueles mais sensíveis. No caso da espécie estudada há uma grande diferença de vigor entre variedades, sendo algumas extremamente sensíveis à salinidade, como observado pelos orquidófilos de modo geral.

A produção de matéria seca de raízes apresentou alto incremento entre 0 e 1 g L<sup>-1</sup> de fertilizante; e como observado no modelo, apresentou um intervalo entre doses 1 e 5 g L<sup>-1</sup>, de pequenas variações na produção de matéria seca. (Figura 22).

Como esperado, a relação produção de MS de raiz/parte aérea (RA/PA) foi fortemente influenciada pela concentração de sais no meio, tendo em vista o aumento da matéria seca da parte aérea acompanhado pela diminuição na matéria seca de raízes. Como pode ser constatado neste experimento, orquídeas cultivadas *in vitro* apresentam, com frequência, uma relação RA/PA maior, muitas vezes superior a dois, o que não ocorre com plantas *ex vitro* que apresentam, de modo geral, uma relação menor que um. No caso deste experimento a relação RA/PA na condição da dose de produção máxima de matéria seca da parte aérea foi 1,85. Desta forma, a relação RA/PA pode ser utilizada como uma característica auxiliar ao estudo nutricional, sabendo-se de antemão que valores extremos de RA/PA podem indicar problemas relativos à deficiência ou ao excesso de nutrientes (Figura 23).

O número e o comprimento médio de unidades de parte aérea (UPA) (Figuras 24 e 25) apresentaram altos incrementos em resposta ao aumento da dose do fertilizante, apresentando valores máximos estimados em 14,7 unidades por frasco e 2,6 cm por UPA, nas concentrações de 3,7 e 4,8 g L<sup>-1</sup>, respectivamente. Portanto, o uso de 10 g L<sup>-1</sup> de fertilizante resultou em perdas tanto no número como no comprimento de UPA.

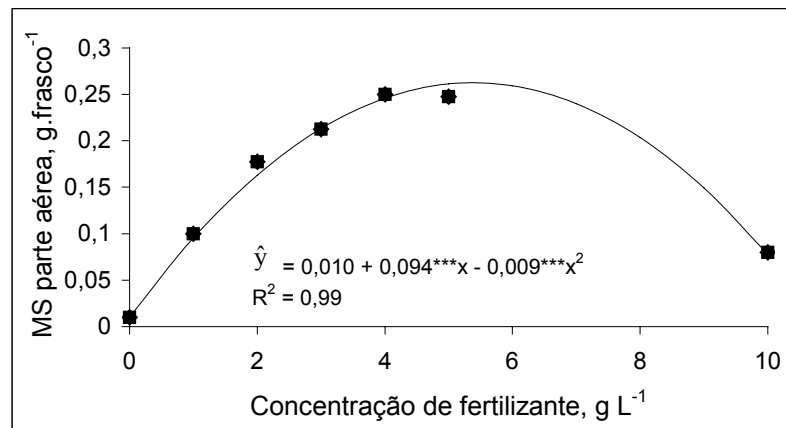


Figura 21. Produção de matéria seca (MS) da parte aérea como variável de doses do fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

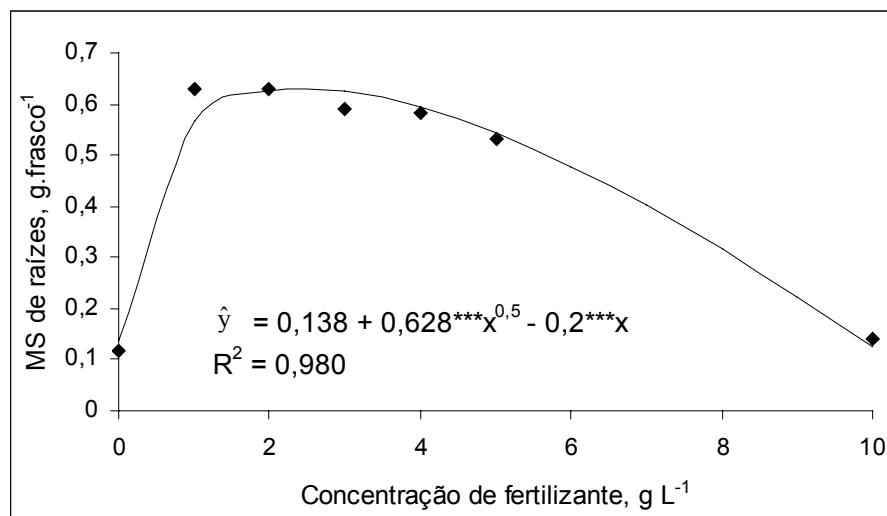


Figura 22. Produção de matéria seca (MS) de raízes como variável de doses do fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

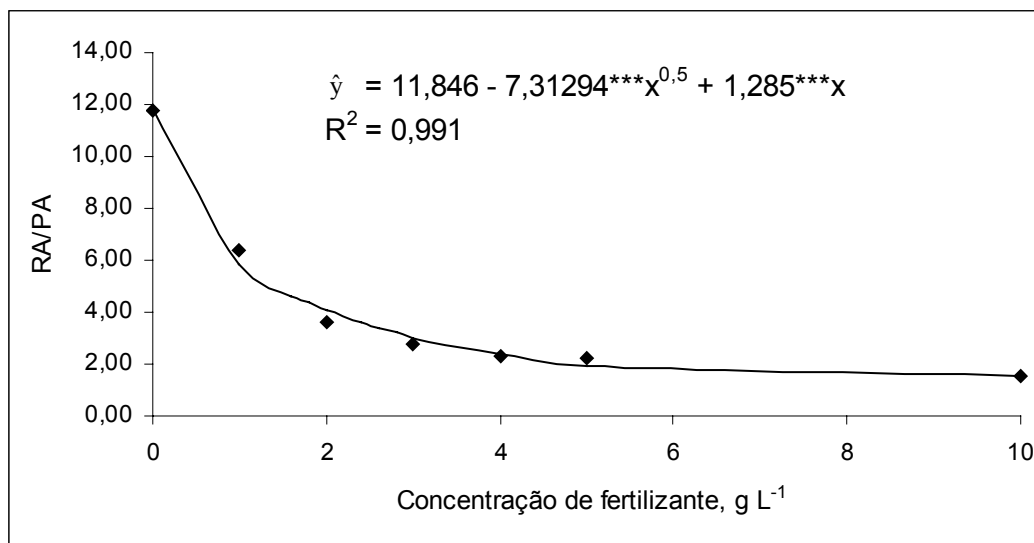


Figura 23. Relação raiz parte aérea (RA/PA) como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

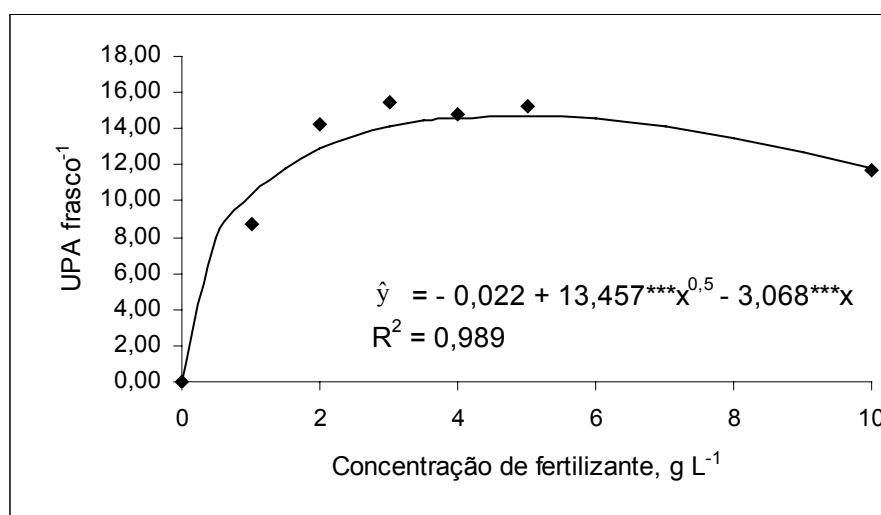


Figura 24. Número de unidades de parte aérea (UPA) por frasco como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

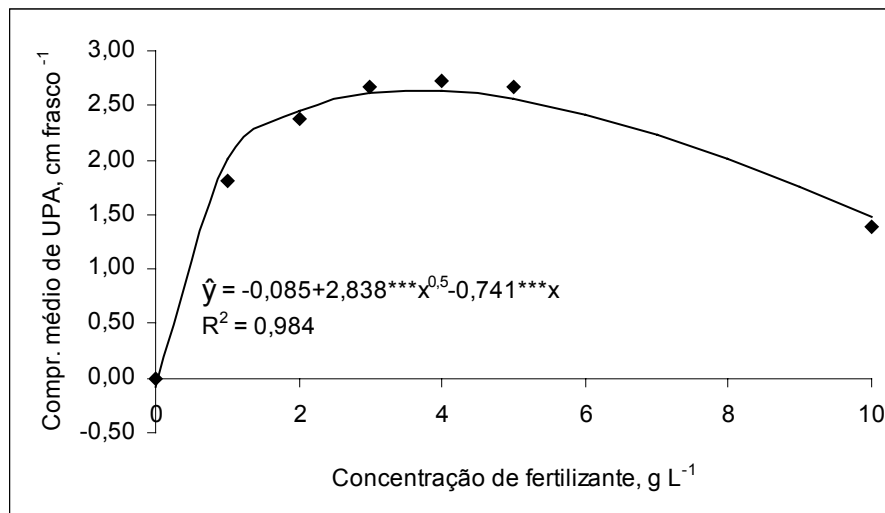


Figura 25. Comprimento médio de UPA como variável de doses crescentes de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

As raízes demonstraram alta sensibilidade à salinidade quando expostas a concentrações extremas, com reduzido número de raízes e também mais curtas (Figura 26 e 27), sendo que na maior concentração de sais os comprimentos foram os menores encontrados. As orquídeas, as epífitas em particular, têm as raízes com velame - estrutura que estoca água e nutrientes, disponibilizando-os de maneira lenta e gradual para a planta em seu habitat (Arditti, 1992). A partir desta característica, pode-se deduzir que o suprimento de nutrientes deve ser em baixas concentrações e mais continuamente, ao contrário do que se faz para as culturas anuais: grandes doses em poucas aplicações (Novais & Rodrigues, 2004).

As plantas apresentaram um aspecto saudável e sem sintomas de estresse salino naqueles tratamentos que receberam até 5 g L<sup>-1</sup> do fertilizante; porém, no tratamento com a dose de 10 g L<sup>-1</sup> as plantas manifestaram o fenômeno da hiperhidricidade, antes, erroneamente denominado de vitrificação (Figura 20). A hiperhidricidade tem sido como uma desordem morfofisiológica de plantas crescendo *in vitro*, resultando em baixa habilidade para o crescimento normal, além de problemas com a aclimatização. Este fenômeno é uma consequência da resposta da planta a estresses gerados por um ambiente inadequado ou impróprio para o desenvolvimento *in vitro*, caracterizado por uma redução no teor de clorofila e proteínas, um incremento no conteúdo de água e alteração na composição iônica dos tecidos (Park et al., 2004).

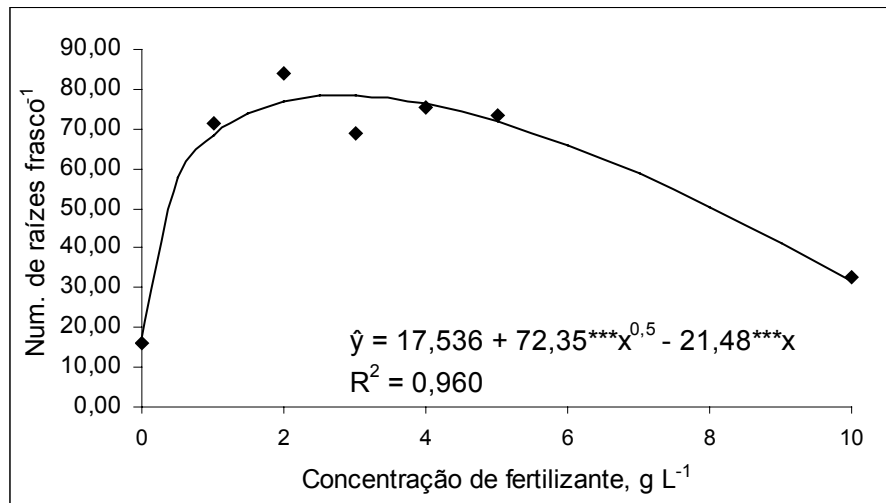


Figura 26. Número de raízes por frasco como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

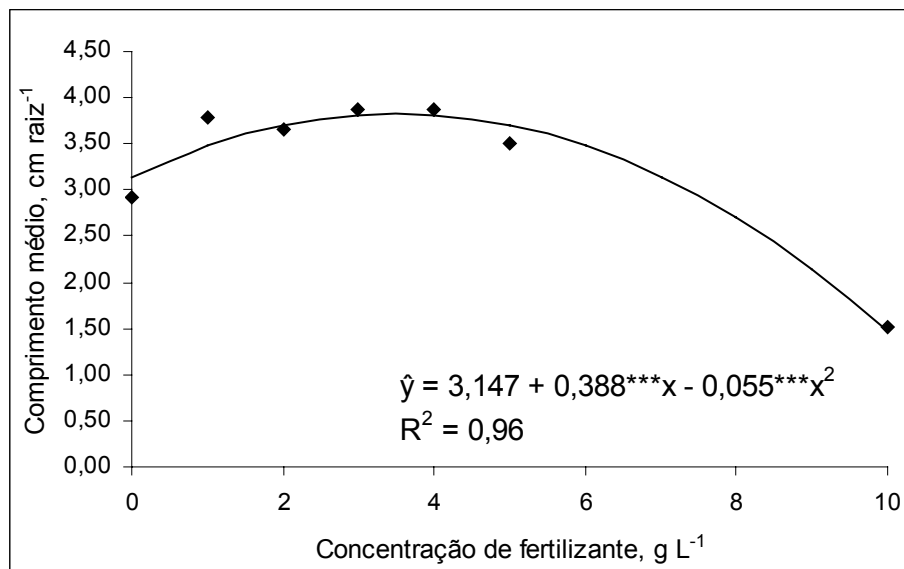


Figura 27. Comprimento médio de raízes por frasco como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

Teores adequados de N em folhas de plantas adultas apresentam valores entre 16 e 35 g kg<sup>-1</sup>. Considerando que o teor adequado de N em cultivos *in vitro* seja aquele em que ocorre a produção máxima (28,3 g kg<sup>-1</sup> de N) e comparando este com o teor apresentado para a última dose de fertilizante (51,8 g kg<sup>-1</sup>), percebe-se um alto incremento de N nos tecidos da planta (Figura 28), sendo este um fator indicativo de hiperhidricidade.

Não existe na literatura dados sobre os níveis críticos de macro e micronutrientes para plantas de orquídeas cultivadas *in vitro*. Para uma comparação entre os tratamentos serão considerados adequados os teores de macro e micronutrientes encontrados para a produção máxima de matéria seca da parte aérea e para 90 % desta produção (Quadro 6).

Nas raízes e na parte aérea das plantas foram observados teores muito elevados de P (Figura 29) quando comparados com aqueles considerados adequados para plantas adultas (Jones Jr. et al., 1991; Arditti, 1992; Novais e Rodrigues, 2004). Isso se deve em parte à grande disponibilidade deste nutriente no meio de cultura, já que se utilizou um fertilizante com formulação muito alta em P. Estes altos teores de P sugerem que plantas jovens de orquídeas tenham comportamento semelhante a outras plantas perenes, sendo muito responsivas ao P nesta fase inicial de crescimento (Novais & Smyth, 1999). Em outros experimentos realizados *in vitro*, sintomas de provável deficiência de Fe têm sido observados em plantas cultivadas em altas concentrações de P, sendo estes mais acentuados em meios com concentrações muito baixas de Fe. Para plantas terrestres a deficiência de Fe por si só não tem ocorrido; no entanto, vários autores (Hue et al., 1988; Lindsay, 1991; Koseoglu, 1995; Srivastava & Gupta, 1996; Marrocos, 1997) relatam altos teores de P no solo e na planta como sendo um dos principais fatores que contribuem para o surgimento de deficiência de Fe. Segundo Bittenbender & Hiraie (1990) a relação entre Fe (mg kg<sup>-1</sup>) : P (dag kg<sup>-1</sup>) em plantas não deficientes em Fe é superior a 60, sendo que no presente experimento esta relação apresentou em média um valor igual a 31, indicando que provavelmente existe deficiência de Fe, que se acentua com o aumento do teor de P na planta (Figura 29).

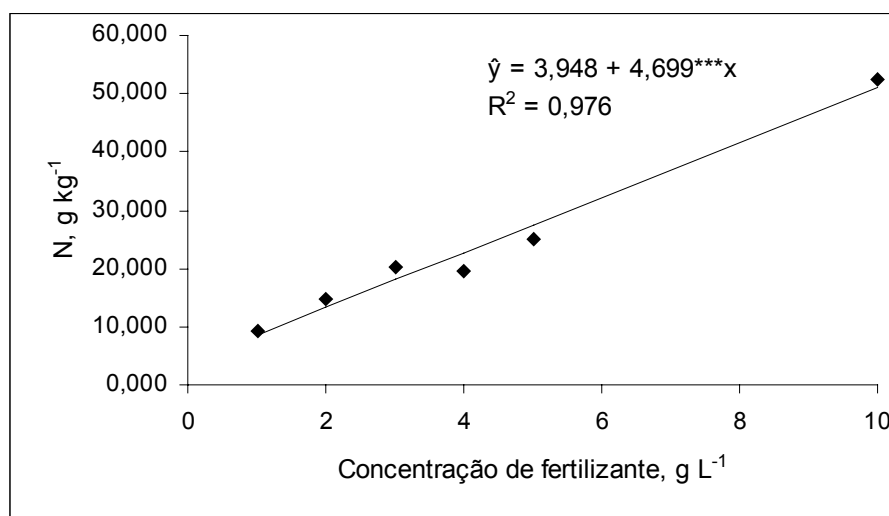


Figura 28. Teor de nitrogênio na parte aérea de *C. walkeriana* como variável de doses de fertilizante (Peters® 10-30-20) no meio de cultivo.

Quadro 6. Teores de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas cultivadas *in vitro* nas doses correspondentes a obtenção de 90 e de 100 % da produção máxima de matéria seca de folhas

Nutriente	Produção (Percentual da máxima)	
	90 %	100 %
	----- g kg <sup>-1</sup> -----	
N	20,1	28,3
P	9,7	12,3
K	32,0	35,6
Ca	4,4	3,4
Mg	1,8	1,9
S	2,3	2,7
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----	
Fe	42	40
Zn	27	29,
Mn	130	125
B	262	293

O K tem sido outro nutriente com grande importância na cultura de tecidos, tendo sido observadas altas respostas à adição deste nutriente no meio, sendo relatada resposta linear à adição de até 3 g L<sup>-1</sup> de KNO<sub>3</sub> no meio de cultivo (Hinnen et al., 1989). Uma vez que uma das principais funções do K na planta é o transporte de carboidratos entre fonte e dreno, tem sido observado que em plantas com teores adequados deste nutriente as taxas de transportes destas fontes de C são bem maiores do que nas plantas deficientes (Marschner, 1995).

Plantas cultivadas “*in vitro*” têm comportamento heterotrófico, isso porque a fotossíntese realizada pelas folhas não produz carboidratos suficientes para um crescimento satisfatório. Por isso, há necessidade da adição de fontes externas de carboidratos ao meio, os quais serão absorvidos e utilizados pela planta (Arditti, 1992; George, 1993). Essa relação entre o transporte de açúcares e K sugere que plantas cultivadas *in vitro* sejam muito mais sensíveis à deficiência deste nutriente no meio.

Os teores de K na parte aérea variaram segundo um modelo raiz quadrada, em que os maiores teores foram observados entre as doses 5 e 10 g L<sup>-1</sup> de fertilizante no meio (Figura 30).

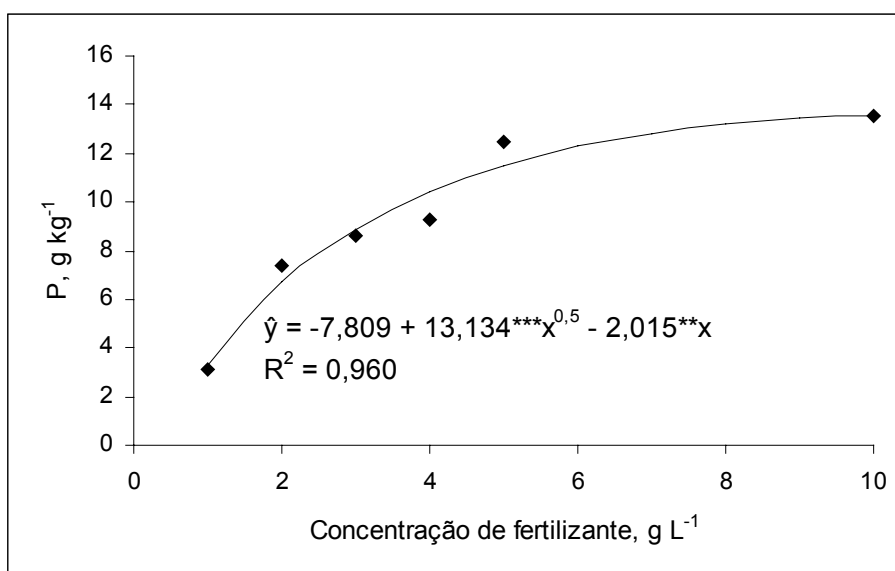


Figura 29. Teor de fósforo na parte aérea de *C. walkeriana* como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

Como o fertilizante Peters<sup>®</sup> 10-30-20 foi utilizado neste experimento, o meio era pobre em Ca, confirmado pelos baixos teores encontrados na parte aérea (Figura 31). Entretanto, sintomas visuais de deficiência deste nutriente não foram observados. Provavelmente, a necessidade de Ca foi suprida, em parte, pela água de coco adicionada ao meio de cultura, sendo que o teor de Ca apresentou uma diluição linear nos tecidos da planta com o aumento da produção de matéria seca da planta.

Água de coco, muito utilizada na propagação *in vitro* de orquídeas, quando adicionada ao meio de cultura pode induzir a divisão celular e promover um rápido crescimento de plantas. Esta apresenta em sua composição: sais minerais, açúcares, reguladores de crescimento (auxinas, citocininas e giberelina), proteínas, além de vitaminas e outros componentes orgânicos. A água de coco é muito rica em K, e apresenta quantidades de Ca equivalentes às aquelas adicionadas, na forma de cloreto de Ca ao meio Gamborg 5 e a um terço da quantidade adicionada no meio MS (George, 1993). Com isso, a quantidade de Ca no meio com fertilizante Peters<sup>®</sup>, foi semelhante àquela presente no meio Gamborg 5 e igual a um terço daquela utilizada no MS.

Com base na Figura 32, observa-se que o teor de Mg na parte aérea apresentou expressivo aumento entre 1 e 2 g L<sup>-1</sup> de fertilizante e entre 3 e 10 g L<sup>-1</sup> os teores variaram muito pouco.

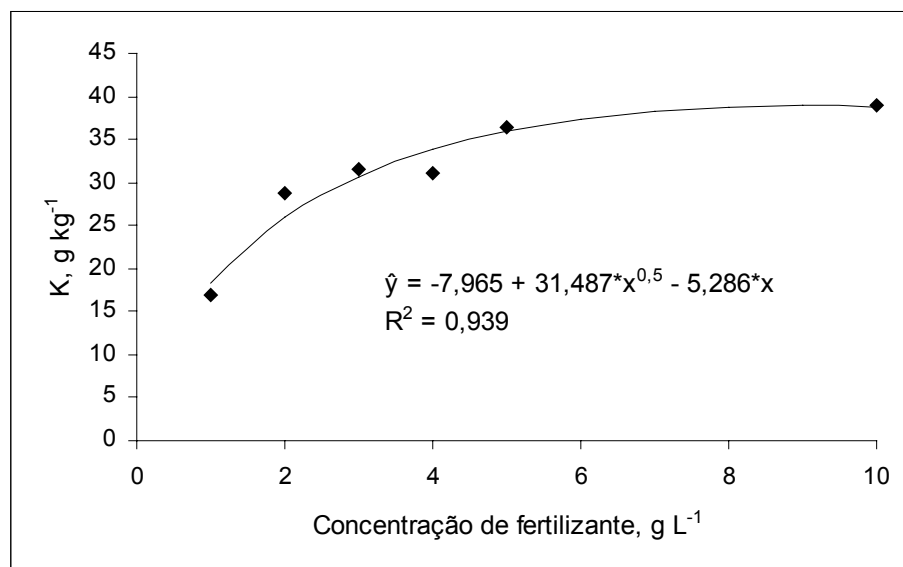


Figura 30. Teor de potássio na parte aérea de *C. walkeriana* como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup>) no meio de cultivo.

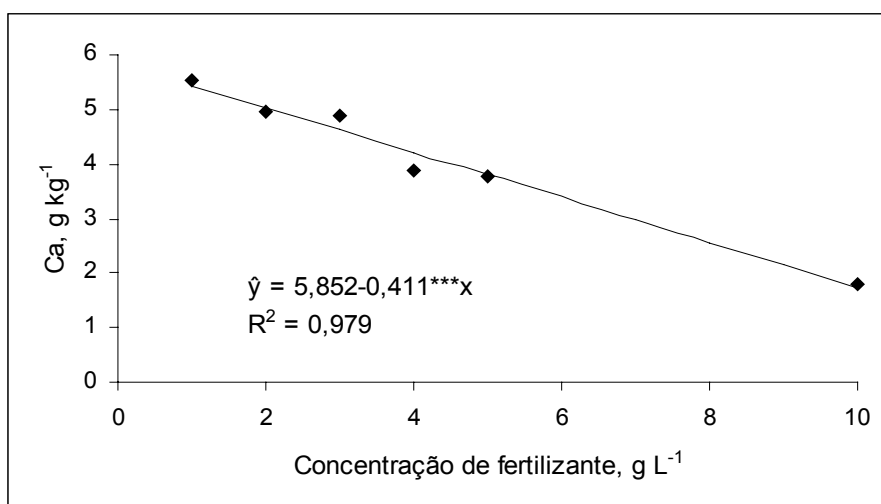


Figura 31. Teor de cálcio na parte aérea de *C. walkeriana* como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

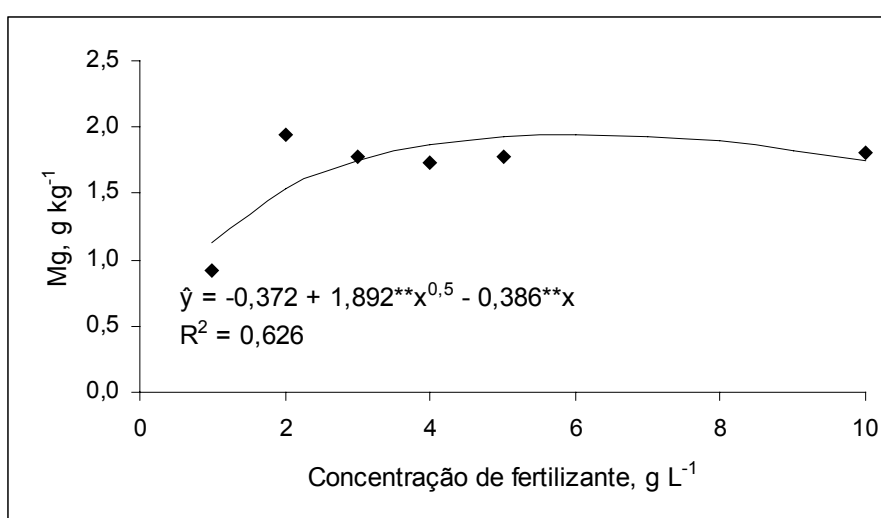


Figura 32. Teor de magnésio na parte aérea *C. walkeriana* como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

Os teores de S aumentaram significativamente com o aumento da dose de fertilizante no meio de cultivo (Figura 33), sendo este comportamento inesperado visto que o Peters<sup>®</sup> 10-30-20 não apresenta S em suas garantias mínimas de nutrientes, levando a crer que um pequeno teor está presente no fertilizante, no entanto, não foi considerada pela empresa fabricante.

Os tecidos da parte aérea apresentaram baixos teores de Fe, o que indica que os sintomas visuais de deficiência deste nutriente, freqüentemente observados em cultivos *in vitro*, são devidos à restrição deste nutriente no meio (Figura 34), ou pelos elevados teores de P nos tecidos (Figura 29).

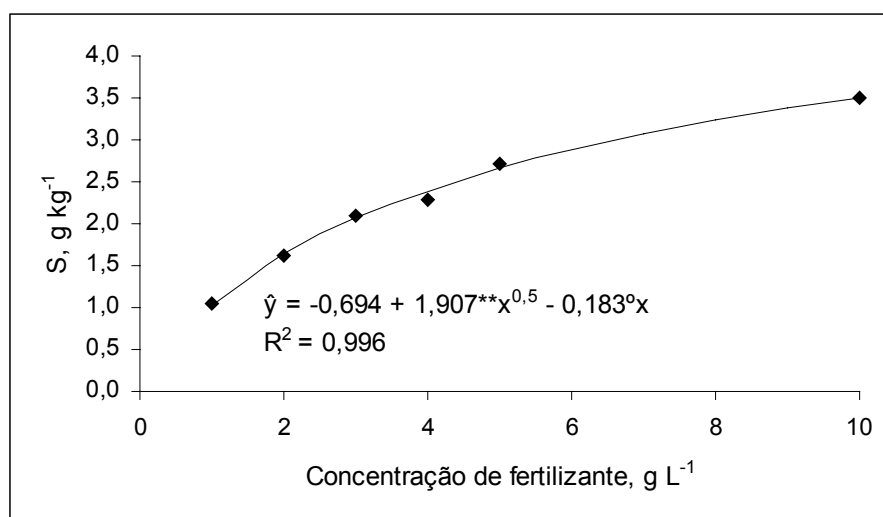


Figura 33. Teor de enxofre na parte aérea de plantas de *C. walkeriana* como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

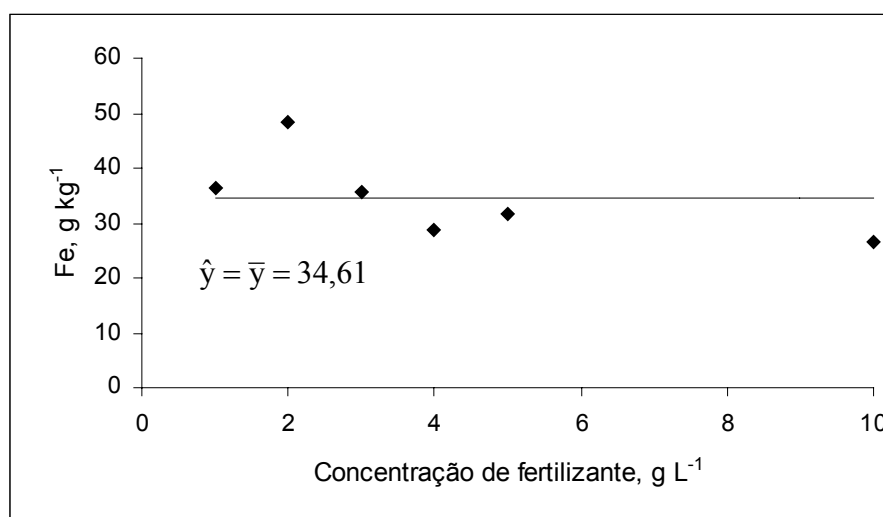


Figura 34. Teor de ferro na parte aérea de *C. walkeriana* como variável de doses de fertilizante Peters<sup>®</sup> (10-30-20) no meio de cultivo.

Os teores de Zn e Mn mostraram-se adequados, semelhantes àqueles encontrados em plantas adultas (Figuras 35 e 36) (Jones Jr. et al., 1991; Arditti, 1992; Novais & Rodrigues, 2004). Isso demonstra que os teores de Zn e Mn no fertilizante Peters® e na água de coco foram suficientes para suprir as necessidades das plantas.

Teores elevados de B foram encontrados na parte aérea de plantas submetidas aos tratamentos que receberam o fertilizante (Figura 37), sem diferenças estatísticas entre os teores encontrados. Apesar destes teores serem bastante elevados, não foram observados problemas de toxicidade por B. Até mesmo as menores doses de fertilizante apresentaram valores elevados, o que indica que uma segunda fonte de B está fornecendo este nutriente à planta; uma provável hipótese seria a solubilização de B das paredes dos frascos de cultivo; entretanto, esta é uma fonte improvável, sabendo-se que são necessários valores elevados de pH para que o B presente neste vidro seja solubilizado.

O principal sintoma descrito para a toxicidade de B é clorose seguida pela necrose em margens e ápices foliares (Nable et al., 1997). Sintoma semelhante a este foi observado em alguns frascos; no entanto, este não seguiu nenhuma relação entre os tratamentos que pudesse levar à certeza deste sintoma.

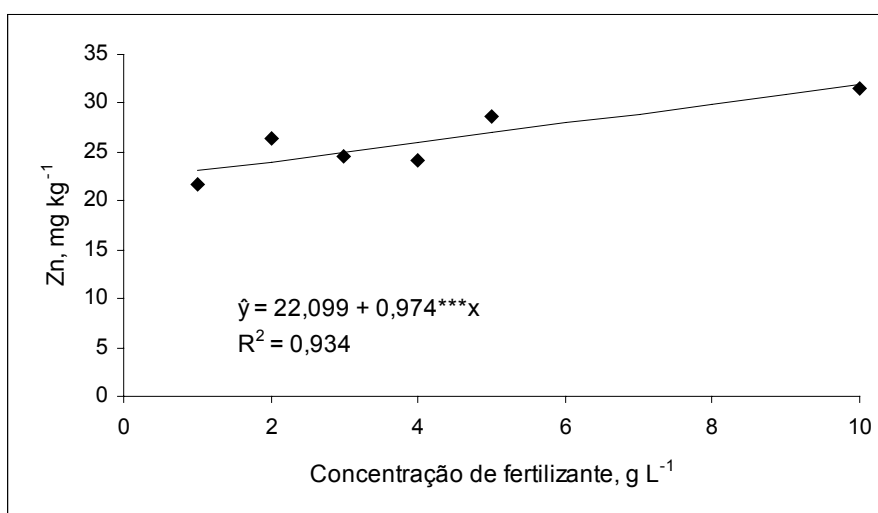


Figura 35. Teor de zinco parte aérea de *C. walkeriana* como variável de doses de fertilizante (Peters® 10-30-20) no meio de cultivo.

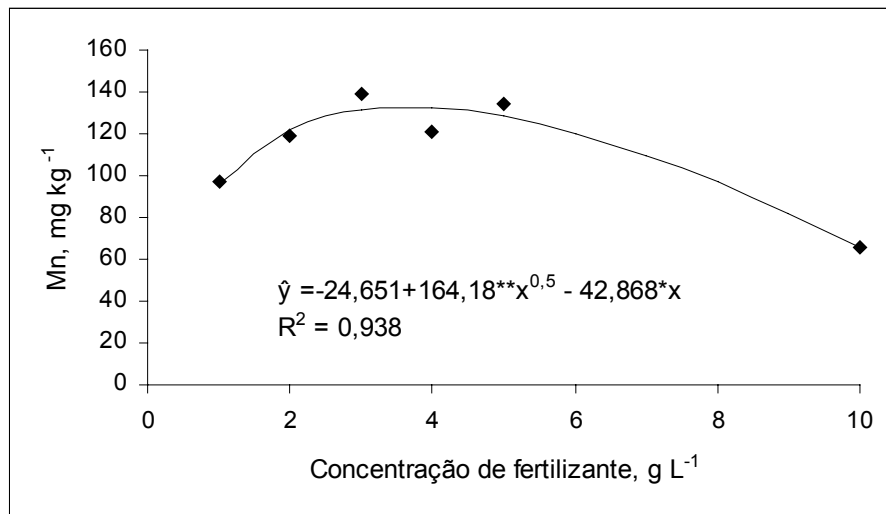


Figura 36. Teor de manganês na parte aérea de *C. walkeriana* como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

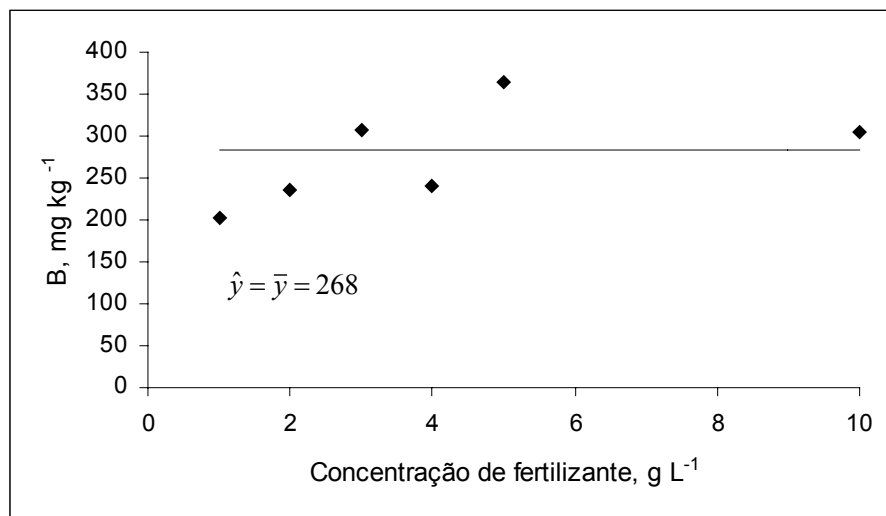


Figura 37. Teor de boro na parte aérea de *C. walkeriana* como variável de doses de fertilizante (Peters<sup>®</sup> 10-30-20) no meio de cultivo.

## CONCLUSÕES PARCIAIS

1. A produtividade máxima de matéria seca de parte aérea das mudas foi obtida com  $5,22 \text{ g L}^{-1}$  do fertilizante Peters<sup>®</sup> 10-30-20.
2. Deficiência de Ca no meio limitou o crescimento da planta, sendo que a utilização da água de coco contornou, parcialmente, esta limitação.
3. A relação raiz/parte aérea decresceu com o aumento da dose de fertilizante no meio.
4. Altas concentrações ( $10 \text{ g L}^{-1}$ ) de sais no meio geram prejuízos ao crescimento de orquídeas *in vitro*.

**Fertilização mineral e orgânica de *Laelia purpurata* ‘werkhauseri’ x *Laelia lobata* ‘Jenni’ em vasos**

Plantas que receberam a adição do fertilizante orgânico comercial (OC) neste estudo apresentaram excesso de brotações, folhas deformadas e com um verde mais escuro do que aquelas dos tratamentos que não o receberam (Figura 38). Estas características levam a duas hipóteses: uma seria o provável efeito tóxico de um regulador de crescimento vegetal para enraizamento, provavelmente adicionado ao OC, e uma segunda seria a toxicidade causada pelo B, tendo em vista que este fertilizante apresentou teor muito alto deste nutriente em sua composição (Quadro 7), acarretando teores muito elevados na planta. Na parte aérea da planta (folhas + pseudobulbos) foram encontrados teores entre 271 e 357 mg kg<sup>-1</sup> de B, um valor extremamente elevado quando comparado com aqueles considerados adequados. Carlucci et al. (1989) sugere que os teores adequados estejam entre 35 a 63 mg kg<sup>-1</sup>, Jones Jr. et al. (1991) entre 25 e 75 e entre 25 e 50 mg kg<sup>-1</sup> segundo Arditti (1992).

Quadro 7. Teores de macro e micronutrientes do fertilizante orgânico comercial (OC) e do orgânico doméstico (OD)

Nutriente	OC		OD	
	Total	Solúvel em H <sub>2</sub> O	Total	Solúvel em H <sub>2</sub> O
----- g kg <sup>-1</sup> -----				
N	62,9	-	21,5	-
P	29,5	7,3	9,1	0,3
K	23,9	22,1	28,2	10,9
Ca	99,2	14,0	90,4	1,0
Mg	5,5	2,1	35,3	0,4
S	48,4	24,7	6,1	3,4
----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
B	1.038,7	-	63,5	-
Cu	104,8	14,4	254,9	4,8
Fe	2.127,0	22,4	11.360,0	0,6
Mn	433,7	114,1	2.465,5	12,6
Zn	1.480,98	927,7	282,5	13,6

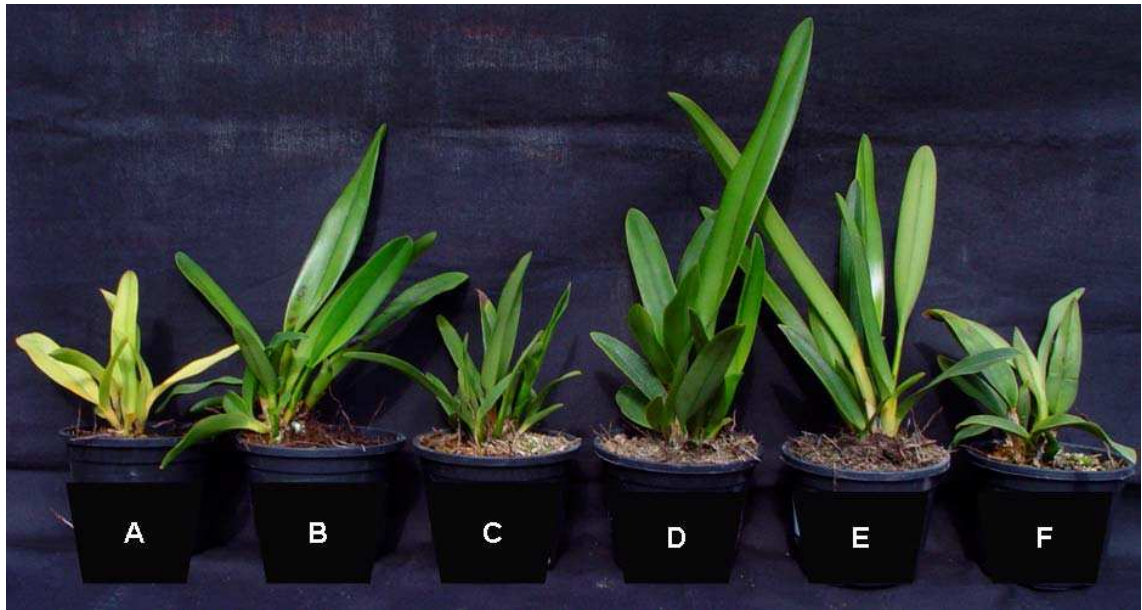


Figura 38. (A) testemunha, (B) Peters<sup>®8</sup>, (C) orgânico comercial (OC), (D) orgânico doméstico + Peters<sup>®8</sup>, (E) orgânico doméstico (OD), (F) Orgânico comercial + Peters<sup>®</sup>.

As plantas dos tratamentos que não receberam OC apresentaram teores de B variando entre 35,8 e 73,6 mg kg<sup>-1</sup>, sendo que nestas plantas não foi observado sintoma visual de toxicidade.

O principal sintoma de toxicidade causado pelo B é a clorose das margens e, ou, ápices das folhas velhas, seguido por necrose (Nable et al., 1997).

O fertilizante orgânico doméstico (OD) devido à sua origem apresenta uma composição mais equilibrada, com os teores de nutrientes de forma mais balanceada. Já o fertilizante Peters<sup>®</sup> apresenta algumas limitações, como a ausência de Ca e os baixos teores de micronutrientes na maioria de suas formulações (Novais & Rodrigues, 2004). A aplicação Peters<sup>®</sup> com OD resultou em incremento na produção de matéria seca da parte aérea da ordem de 40 % em relação a aplicação dos dois fertilizantes isoladamente (Quadro 8). Este incremento na matéria seca parece ter sido resultado de uma nutrição rica N, P, K e Ca, sendo a orquídea, de modo particular aquelas mais jovens, muito responsivas a estes nutrientes. Neste caso, o fertilizante OD complementou o

---

<sup>8</sup> Peters é uma linha comercial de fertilizantes NPK + micronutrientes, altamente utilizada no meio orquidófilo. A fórmula utilizada neste trabalho foi a **20-20-20**, com a seguinte composição - N 200 g kg<sup>-1</sup>, P 87,2 g kg<sup>-1</sup>, K 166,0 g kg<sup>-1</sup>, Mg 0,5 g kg<sup>-1</sup>, B 36 mg kg<sup>-1</sup>; Fe 500 mg kg<sup>-1</sup>; Zn 25 mg kg<sup>-1</sup>; Cu 36 mg kg<sup>-1</sup>; Mn 250 mg kg<sup>-1</sup> e Mo 9 mg kg<sup>-1</sup>.

Peters<sup>®</sup> em relação à sua deficiência em Ca, S e micronutrientes e forneceu, de maneira mais contínua, os demais nutrientes. Por outro lado o fertilizante Peters<sup>®</sup> permitiu períodos curtos de alta disponibilidade de N, P e K.

Além dos efeitos tóxicos causados pelo B na parte aérea, ocorreram perdas significativas no sistema radicular das plantas que receberam o OC (Quadro 9). O sistema radicular, neste caso, teve seu crescimento limitado e apresentou coloração escurecida anormal, sendo que a maioria das raízes estava morta. Entretanto, segundo Nable et al. (1997), não são observados sintomas de toxicidade de B em raízes, visto que o teor nas mesmas permanece baixo, mesmo em condições de alta disponibilidade do micronutriente. Portanto, o que pode ter gerado a morte das raízes foi uma má aeração do substrato, uma vez que os fertilizantes orgânicos foram distribuídos de forma uniforme sobre toda a superfície do substrato, sendo que depois de algumas aplicações formou-se uma crosta restringindo a evaporação, causando um ambiente favorável a proliferação de microrganismos, dadas a disponibilidade de nutrientes e umidade elevadas. Este problema também ocorreu nos tratamentos que receberam o fertilizante OD, porém, neste caso, a crosta formada sobre o substrato era mais permeável e o problema não ocorreu como no caso anterior.

Pode-se então propor que a aplicação de fertilizantes orgânicos em orquídeas deve ser feita de forma localizada, próxima à borda do vaso, de forma a evitar a formação dessa crosta.

Em consequência da baixa produção de matéria seca de raízes (Quadro 9) das plantas que receberam o fertilizante OC, a relação Raiz/Parte Aérea (RA/PA) apresentou valores médios da ordem de 0,25; por outro lado, plantas que receberam apenas fertilizantes minerais apresentaram RA/PA com valores próximos a 0,73; para o OD, valores próximos a 0,41; sendo que a RA/PA de plantas que não receberam nenhum tipo de fertilizante RA/PA foi igual a 1,0 (Quadro 8).

Quadro 8. Valores médios para matéria seca de raízes (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca total (MST), relação raiz parte aérea (RA/PA), número de unidades de parte aérea (UPA), maior unidade de parte aérea (MUPA) e comprimento médio de unidade de parte aérea (CMUPA) em resposta a fertilizantes minerais e orgânicos

Grupo	Tratamento	MSR	MSPA	MST	RAPA	UPA	MUPA	CMUPA
		g vaso <sup>-1</sup>			g g <sup>-1</sup>	cm		
G1	Testemunha	1,16 b	1,17 b	2,33 c	0,99 b	4,60 b	12,28 b	8,77 a
	NCa	1,37 ab	1,88 ab	3,25 bc	0,73 b	6,40 b	15,28 b	9,87 a
	P	1,81 a	3,07 a	4,88 a	0,59 b	8,20 a	20,56 a	11,40 a
	NCa e P	1,72 ab	2,74 a	4,46 ab	0,63 b	6,80 b	17,58 ab	11,08 a
G2	OC	0,55 a	2,55 a	3,10 a	0,22 a	10,20 a	16,04 a	9,65 a
	OC e NCa	0,52 a	2,00 a	2,52 a	0,27 a	6,80 b	14,98 a	9,75 a
	OC e P	0,49 a	1,96 a	2,45 a	0,28 a	7,25 ab	13,36 a	9,10 a
	OC e P e NCa	0,68 a	3,08 a	3,76 a	0,22 a	9,80 ab	18,08 a	10,32 a
G3	OD	1,57 a	3,21 b	4,78 b	0,49 a	8,20 a	20,52 a	11,58 a
	OD e NCa	1,95 a	4,18 ab	6,13 a	0,46 ab	9,00 a	19,40 a	10,59 a
	OD e P	1,63 a	5,33 a	6,96 a	0,31 b	9,60 a	22,44 a	12,33 a
	OD e P e NCa	1,71 a	4,63 a	6,33 a	0,38 ab	8,20 a	22,10 a	12,36 a

Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada grupo não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância NCa = Nitrato de Cálcio, P = Peters® 20-20-20, OC = Orgânico Comercial, OD = Orgânico Doméstico. G1 – Grupo de tratamentos que não receberam fertilizante orgânico, G2 – grupo de tratamentos que receberam fertilizante orgânico comercial (OC), G3 – Grupo de tratamentos que receberam fertilizante orgânico doméstico (OD).

Quadro 9. Valores médios para matéria seca de raízes (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca total (MST), relação raiz parte aérea (RA/PA), número de unidades de parte aérea (UPA), maior unidade de parte aérea (MUPA) e comprimento médio de unidade de parte aérea (CMUPA), em como média para cada grupo

Grupo	MSR	MSPA	MST	RA/PA	UPA	MUPA	CMUPA
	g vaso <sup>-1</sup>			g g <sup>-1</sup>	cm		
G1	1,52 ab	2,21 b	3,73 b	0,73 a	6,50 a	16,43 B	10,28 a
G2	0,56 b	2,40 b	2,96 b	0,25 c	8,51 a	15,62 B	9,71 a
G3	1,71 a	4,34 a	6,05 a	0,41 b	8,75 a	21,12 A	11,72 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5 % . G1 – Média dos tratamentos que não receberam fertilizante orgânico, G2 – Média dos tratamentos que receberam fertilizante comercial (OC), G3 – Média entre os fertilizantes que receberam fertilizante doméstico (OD).

Em plantas terrestres, a produção de raízes é fortemente influenciada por fatores ligados ao solo como, por exemplo, disponibilidade de nutrientes, suas características químicas, físicas, e sua microbiota. Dentre estes fatores sabe-se que a RA/PA aumenta à medida que a fertilidade do solo diminui (Marschener, 1995) como um indicativo de condição de estresse. Nessas condições, a raiz recebe uma quantidade proporcionalmente maior de fotoassimilados, numa estratégia de defesa, de modo a compensar a maior pobreza nutricional do substrato com um maior volume de raízes.

Portanto, orquídeas bem nutridas tendem a apresentar uma RA/PA menor em relação àquelas com restrições nutricionais, sendo que todos os demais experimentos realizados para este trabalho comprovam este fato.

Nos tratamentos que receberam o fertilizante OC, que ocasionou RA/PA próximo a 0,2, a qualidade das plantas e a produção de matéria seca da parte aérea foi inferior a dos tratamentos que receberam o fertilizante OD e, ou, Peters<sup>®</sup>. Nestes casos, relação RA/PA foi muito baixa, o que permite dizer que valores tão baixos desta relação são indesejáveis. Os melhores resultados obtidos em termos de crescimento da parte aérea e aspecto geral da planta apresentaram RA/PA entre 0,31 e 0,59 (Quadro 8).

Em relação à matéria seca total da planta (parte aérea mais raízes), os resultados foram semelhantes àqueles para matéria seca da parte aérea (Quadros 8 e 9).

O número de unidades de parte aérea (UPA)<sup>9</sup> foi maior em todos os tratamentos que receberam qualquer fertilizante, em comparação com a testemunha. Por outro lado, não houve, em média, diferenças significativas entre os dois fertilizantes orgânicos, e entre os minerais (Quadro 9). No entanto, dentre os tratamentos que receberam o fertilizante OC ocorreram diferenças: a utilização deste fertilizante em conjunto com nitrato de Ca ou Peters<sup>®</sup> resultou em número menor de UPAs (Quadro 8).

Foi avaliada também a maior UPA por vaso para (MUPA) cada tratamento, com diferenças significativas entre a testemunha e os tratamentos que receberam fertilizante orgânico e, ou, mineral, sendo que entre os fertilizantes orgânicos, as melhores respostas foram obtidas com o OD.

---

<sup>9</sup> Denomina-se unidade de parte aérea a estrutura formada por pseudobulbo e limbo foliar.

O comprimento médio das UPA não apresentou diferenças significativas entre os fertilizantes.

Para a avaliação do status nutricional das plantas, tomaram-se como valores de referência aqueles utilizados como níveis críticos para *Cattleya*, apresentados por Arditti (1992) e por Jones Jr. et al. (1991), sendo esta uma das poucas referências para o teor adequado de nutrientes em orquídeas.

Os teores de N na parte aérea das plantas mostraram-se variáveis, significativamente, para os fertilizantes orgânicos, minerais, e a testemunha, esta com uma forte deficiência de N, com teores próximos a  $5 \text{ g kg}^{-1}$ , evidenciada por uma clorose generalizada da planta. Os tratamentos que receberam o fertilizante OC apresentaram os maiores teores de N, sendo o dobro daqueles encontrados nas plantas fertilizadas com a mistura orgânica ou com os fertilizantes minerais (Quadro 10).

Os teores de P em plantas cultivadas sem fertilização ou com OD e, ou, nitrato de Ca, apresentaram baixos teores de P, o que pode explicar a maior produção de matéria seca nos tratamentos que receberam além de OD o fertilizante Peters<sup>®</sup>, rico em P (Quadro 10). A demanda inicial de P em plantas jovens de orquídeas provavelmente é maior do que aquela para plantas adultas. Nos experimentos realizados *in vitro* (Capítulos 1 e 2), foram encontrados teores altos de P na parte aérea de plântulas de *Cattleya walkeriana*, sendo que as melhores respostas neste caso, em termos de produção de matéria seca, apresentaram teores superiores a  $10 \text{ g kg}^{-1}$ , o que seria considerado extremamente alto para orquídeas adultas (Novais & Rodrigues, 2004).

Os teores de K mostraram-se adequados em todos os tratamentos (Quadro 10).

Uma das grandes limitações do fertilizante Peters<sup>®</sup> diz respeito a ausência de Ca em suas formulações, de modo geral. Por esse motivo, plantas que receberam apenas este fertilizante apresentaram os menores teores de Ca na parte aérea, mesmo em comparação com a testemunha (Quadro 10). O Ca é o maior constituinte da parede celular, sendo, portanto, essencial à formação de novas células e à estabilidade de membranas celulares (Marschner, 1995). Com isso, os sintomas de deficiência ocorreram nas partes de crescimento mais intenso da planta, ficando estas mais susceptíveis a doenças fúngicas como observado por Rodrigues et al. (2002). Esses autores compararam o efeito de um fertilizante rico em Ca, com o fertilizante Peters<sup>®</sup> e relataram que todas as plantas das

repetições adubadas com a formulação 30-10-10 apresentaram plantas com freqüente morte de gemas e brotações jovens, sintoma clássico da deficiência de Ca, o que não foi observado para o fertilizante rico em Ca.

Os teores de Mg na parte aérea das plantas (Quadro 11) resultaram em valores baixos, inferiores àqueles considerados adequados (Jones Jr. et al., 1991; Arditti, 1992), exceto para os tratamentos que receberam o fertilizante OD.

A testemunha e os tratamentos que receberam apenas fertilizantes minerais apresentaram valores de S menores que  $1,5 \text{ g kg}^{-1}$  (Quadro 11) considerados baixos (Arditti, 1992). Este é outro nutriente que não aparece nas garantias mínimas do fertilizante Peters<sup>®</sup> sendo o principal sintoma de deficiência de S o amarelecimento de folhas jovens (Novais & Rodrigues, 2004), observado de maneira clara na testemunha.

Quadro 10. Teores de macro e micronutrientes na parte aérea das plantas, em resposta à adição de fertilizantes orgânicos e, ou minerais

Grupo	Tratamento	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
G1	Testemunha	6,5 b	0,8 c	19,8 b	7,8 cd	1,5 a	0,7 a	157 a	72 a	359 a	74 a	7,7 a
	NCa	13,7 a	0,8 c	24,0 ab	15,6 a	1,5 a	1,2 a	117 a	43 b	359 a	43 a	7,1 a
	P	18,3 a	2,6 a	28,9 a	6,0 d	1,5 a	1,3 a	115 a	24 b	231 b	42 a	5,2 a
	Nca e P	16,1 a	1,9 b	21,9 ab	11,2 b	1,5 a	1,5 a	149 a	38 b	278 b	36 a	6,9 a
G2	OC	29,5 a	2,4 a	28,1 ab	9,8 a	1,8 a	3,9 a	89 a	72 bc	180 a	307 b	7,7 ab
	OC e NCa	30,6 a	2,0 a	22,3 b	9,8 a	1,8 a	3,5 a	84 a	56 bc	188 a	271 b	8,1 ab
	OC e P	33,8 a	2,4 a	28,8 ab	9,1 a	1,9 a	4,4 a	120 a	79 a	226 a	388 a	9,7 a
	OC e P e NCa	30,1 a	2,4 a	31,6 a	10,9 a	2,3 a	3,6 a	80 a	63 bc	191 a	310 b	4,8 b
G3	OG	14,1 a	1,0 b	35,8 a	8,3 a	3,9 b	1,7 a	74 a	27 a	198 a	36 a	5,2 a
	OG e NCa	13,8 a	0,9 b	29,6 b	9,7 a	3,6 b	1,3 a	66 a	29 a	185 a	50 a	5,0 a
	OG e P	16,9 a	1,7 a	28,0 b	9,0 a	4,6 a	2,1 a	79 a	26 a	233 a	49 a	4,3 a
	OG e P e NCa	18,8 a	1,6 a	28,3 b	9,9 a	3,8 b	1,9 a	72 a	23 a	199 a	45 a	4,8 a

Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada grupo para cada nutriente, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 %. NCa = Nitrato de Cálcio, P = Peters<sup>®</sup> 20-20-20, OC = Orgânico Comercial, OD = Orgânico Doméstico. G1 – Grupo de tratamentos que não receberam fertilizante orgânico, G2 – grupo de tratamentos que receberam fertilizante orgânico comercial (OC), G3 – Grupo de tratamentos que receberam fertilizante orgânico doméstico (OD).

Quadro 11. Teores de macro e micronutrientes na parte aérea das plantas, em resposta à adição de fertilizantes orgânicos e, ou minerais, como média para cada grupo

Grupo	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>					
G1	13,6 B	1,6 b	23,6 a	10,1 a	1,5 b	1,2 b	134 a	44 b	307 c	48 b	7 a
G2	31,0 A	2,3 a	27,7 a	9,9 a	1,9 b	3,8 a	93 ab	67 a	196 a	319 a	8 a
G3	15,9 B	1,3 b	30,4 a	9,2 a	4,0 a	1,8 b	73 b	26 b	204 b	45 b	5 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância. G1 – Média dos tratamentos que não receberam fertilizante orgânico, G2 – Média dos tratamentos que receberam fertilizante orgânico comercial (OC), G3 – Média entre os tratamentos que receberam fertilizante orgânico doméstico (OD).

No caso dos micronutrientes (Quadro 10), os teores de Fe, Zn e Cu foram adequados nas plantas em todos os tratamentos. Entretanto, durante a condução do experimento sintomas visuais de uma provável deficiência de Fe foram observados em folhas jovens dos tratamentos que receberam fertilizantes orgânicos; no entanto, os teores encontrados na parte aérea, 65 a 86 mg kg<sup>-1</sup>, estão dentro da faixa considerada adequada por Arditti (1992) (50–200 mg kg<sup>-1</sup>). Para o Mn, teores altos, acima dos considerados adequados (40–200 mg kg<sup>-1</sup>), foram encontrados nos tratamentos que não receberam fertilizante, ou naqueles que receberam apenas fertilizantes minerais, e naqueles que receberam um dos fertilizantes orgânicos em conjunto com o fertilizante Peters® (Quadro 10).

Uma análise dos teores de micronutrientes em plantas de orquídeas cultivadas na região de Campinas-SP apresentou teores elevados de Mn, 495 a 800 mg kg<sup>-1</sup>, indicando uma possível toxicidade. Entretanto, os autores sugeriram que as orquídeas dos gêneros *Cattleya* e *Phalaenopsis* apresentam tolerância a teores elevados deste micronutriente (Furlani & Castro, 2001).

Os teores de B foram extremamente elevados nos tratamentos que receberam o fertilizante OC (Quadro 11) como já relatado, causando sintomas de toxicidade. Por outro lado, nos demais tratamentos os teores foram adequados (Arditti, 1992).

Dentre os tratamentos, a testemunha apresentou para todos os nutrientes os menores conteúdos na parte aérea da planta, exceto para o Fe que, ao contrário

dos demais, apresentou o maior acúmulo em plantas não fertilizadas. O xaxim apresenta elevados teores de Fe ( $1.593 \text{ mg kg}^{-1}$ ) o que pode explicar a razão para este resultado (Novais & Rodrigues, 2004).

Os maiores conteúdos de K resultaram da utilização do fertilizante OD, dada sua presença elevada nas cinzas que o compõem.

Depois da testemunha, o menor conteúdo de Ca foi encontrado com a utilização do fertilizante Peters<sup>®</sup>, seguido pelo fertilizante OC em conjunto com o Peters<sup>®</sup>, como consequência da baixa produção de matéria seca neste último (Quadro 12).

O conteúdo de Mg foi muito maior naqueles tratamentos que receberam o fertilizante OD.

A aplicação de apenas nitrato de Ca e, ou, de Peters<sup>®</sup> resultou em conteúdos menores de S do que aqueles com a utilização de fertilizantes orgânicos.

Os maiores conteúdos de Zn nos tratamentos que receberam fertilizante OC foram resultantes dos maiores teores nas plantas que receberam este fertilizante. Para o OD, o elevado conteúdo de Zn foi devido à maior produção de matéria seca.

O Mn foi mais acumulado naqueles tratamentos que receberam o fertilizante OD.

Devido aos altos teores de B nas plantas que receberam o fertilizante OC, os conteúdos deste micronutriente nestas plantas atingiram valores próximos a  $1 \text{ mg planta}^{-1}$ , enquanto que nos demais tratamentos que não o receberam este valor não ultrapassou  $0,26 \text{ mg planta}^{-1}$ .

O conteúdo de Cu na parte aérea variou dentre os tratamentos entre  $0,0134$  e  $0,0237 \text{ mg planta}^{-1}$ , entretanto estas diferenças não foram significativas.

Quadro 12. Conteúdos de macro e micronutrientes como variáveis dos fertilizantes aplicados em cada tratamento

Grupo	Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
		mg planta <sup>-1</sup>										
G1	Testemunha	7,6 c	1,0 c	23,1 b	9,0 b	1,7 a	0,9 a	0,033 a	0,083 a	0,419 a	0,089 a	0,015 a
	NCa	25,7 bc	1,6 c	44,8 ab	29,2 a	2,8 a	2,3 a	0,014 b	0,081 a	0,633 a	0,080 a	0,013 a
	P	56,2 a	8,1 a	89,0 a	18,3 ab	4,6 a	4,0 a	0,013 b	0,073 a	0,710 a	0,129 a	0,021 a
	NCa e P	44,4 ab	5,2 b	61,6 ab	30,8 a	4,2 a	4,1 a	0,023 ab	0,095 a	0,761 a	0,098 a	0,019 a
G2	OC	75,3 ab	6,0 a	74,4 ab	24,8 ab	4,6 a	10,1 a	0,006 a	0,182 a	0,464 a	0,802 ab	0,015 a
	OC e NCa	60,6 ab	4,0 b	44,6 b	19,8 ab	3,5 a	6,8 a	0,008 a	0,123 a	0,349 a	0,592 b	0,017 a
	OC e P	65,0 ab	5,2 ab	53,1 b	19,0 b	3,6 a	8,4 a	0,004 a	0,150 a	0,430 a	0,731 b	0,019 a
	OC e P e NCa	92,9 a	7,3 a	97,1 a	33,6 a	7,0 a	11,0 a	0,007 a	0,197 a	0,586 a	0,974 a	0,015 a
G3	OD	44,2 b	3,1 b	113,8 a	27,3 b	12,2 b	5,1 c	0,008 a	0,086 a	0,651 b	0,115 a	0,018 a
	OD e NCa	57,9 b	3,6 b	125,4 a	41,7 ab	15,2 b	5,7 bc	0,016 a	0,126 a	0,798 b	0,219 a	0,023 a
	OD e P	89,5 a	8,9 a	149,8 a	48,2 a	24,7 a	11,3 a	0,006 a	0,138 a	1,242 a	0,259 a	0,024 a
	OD e P e NCa	85,2 ab	7,1 ab	131,3 a	44,9 a	17,7 b	10,2 ab	0,007 a	0,114 a	0,910 b	0,216 a	0,022 a

Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada grupo para cada nutriente, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 %. NCa = Nitrato de Cálcio, P = Peters<sup>®</sup> 20-20-20, OC = Orgânico Comercial, OD = Orgânico Doméstico. G1 = Grupo de tratamentos que não receberam fertilizante orgânico, G2 = grupo de tratamentos que receberam fertilizante orgânico comercial (OC), G3 = Grupo de tratamentos que receberam fertilizante orgânico doméstico (OD).

Quadro 13. Conteúdos de macro e micronutrientes como variáveis dos fertilizantes aplicados em cada tratamento, como média para cada grupo

Grupo	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
mg planta <sup>-1</sup>											
G1	33,5 a	4,0 a	54,6 b	21,8 b	3,3 b	2,8 b	0,021 a	0,083 a	0,631 ab	0,099 b	0,017 a
G2	73,4 a	5,6 a	67,3 b	24,3 b	4,7 b	9,1 a	0,006 b	0,163 a	0,457 b	0,774 a	0,017 a
G3	69,2 a	5,7 a	130,1 a	40,5 a	17,5 a	8,1 a	0,009 ab	0,116 a	0,900 a	0,202 b	0,022 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância. G1 – Média dos tratamentos que não receberam fertilizante orgânico, G2 – Média dos tratamentos que receberam fertilizante orgânico comercial (OC), G3 – Média entre os tratamentos que receberam fertilizante orgânico doméstico (OD).

## CONCLUSÕES PARCIAIS

1. fertilizante orgânico comercial apresentou em sua composição teores extremamente altos de B, o que resultou em forte efeito de toxicidade nas plantas fertilizadas com este produto.
2. Fertilizantes minerais como o Peters<sup>®</sup> devem ser aplicados em conjunto com uma fonte de Ca e S, sendo que a deficiência destes macronutrientes limita o crescimento.
3. uso de fertilizantes orgânicos com origem conhecida, sem problemas de excessos ou deficiências, utilizados em conjunto com fertilizantes minerais gera altos incrementos na produção de matéria seca de plantas.
4. uso de nitrato de cálcio como fonte de Ca em complemento ao Peters<sup>®</sup> teve seu resultado prejudicado devido a carência de S no Peters<sup>®</sup>.

## Resposta de *Epidendrum ibaguense* à aplicação de doses de calcário em vaso

A utilização de calcário no substrato de cultivo de *Epidendrum ibaguense* resultou em alta produtividade de matéria seca de folhas e caules, sendo que a produção de matéria seca de folhas apresentou comportamento quadrático, com a produção máxima igual a  $5,5 \text{ g vaso}^{-1}$ , obtida com a dose de  $4,09 \text{ g dm}^{-3}$  (Figura 39). Essa dose de calcário é muito alta considerando-se a utilização da mesma em solos, que comparativamente seria igual a  $8,18 \text{ t ha}^{-1}$ , em condições de campo. A dose para produção máxima de matéria seca de caules apresentou um valor semelhante àquele encontrado para a matéria seca de folhas:  $4,2 \text{ g dm}^{-3}$  (Figura 40). Por outro lado, a produção de matéria seca de raízes não apresentou diferenças significativas entre as doses de calcário utilizadas (Figura 41).

A produtividade total observada de matéria seca (folhas, caules e raízes) foi igual a  $12,14 \text{ g vaso}^{-1}$ , para a dose<sup>10</sup> de  $5 \text{ g dm}^{-3}$ , o que não era esperado tendo em vista que altas doses de calcário poderiam resultar em problemas com a solubilidade e conseqüente disponibilidade de alguns nutrientes (Figura 42).

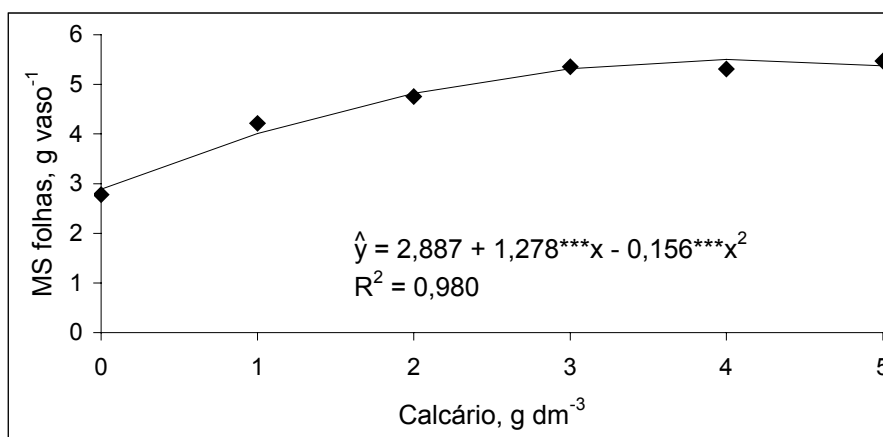


Figura 39. Matéria seca (MS) de folhas de *Epidendrum ibaguense* como variável das doses de calcário aplicadas ao substrato de cultivo.

<sup>10</sup> O valor calculado da dose para a produtividade máxima foi de  $6,15 \text{ g dm}^{-3}$ . Entretanto, será considerada a dose de  $5 \text{ g dm}^{-3}$ , tendo em vista que esta foi a última dose utilizada no experimento, e não é possível prever o comportamento da curva após esta dose.

Como a quantidade de matéria seca de raízes não variou, o valor da relação raiz/parte aérea (RA/PA) foi descrito por uma equação quadrática (Figura 43), sendo que esta decresceu com o aumento das doses até 3,6 g dm<sup>-3</sup> de calcário, na qual apresentou a RA/PA mínima (0,37). O valor da relação RA/PA apresentou os valores de 0,56 e 0,39, para as doses 0 e 5 g dm<sup>-3</sup>, correspondentes a ausência de calcário e a produtividade máxima observada de matéria seca. A RA/PA é fortemente influenciada pelas características nutricionais do meio, sendo que apresenta valores maiores em condições de limitação nutricional ou de outros fatores que causem estresse à planta (Marschner, 1995).

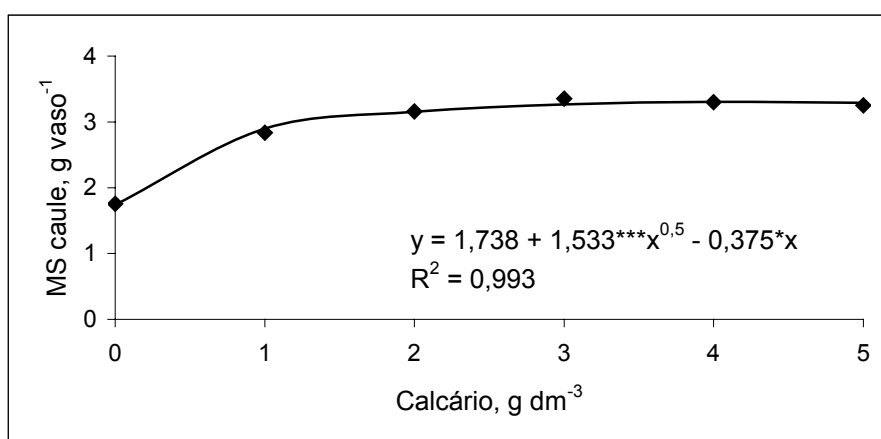


Figura 40. Matéria seca (MS) de caule de *Epidendrum ibaguense* como variável das doses de calcário aplicadas ao substrato de cultivo.

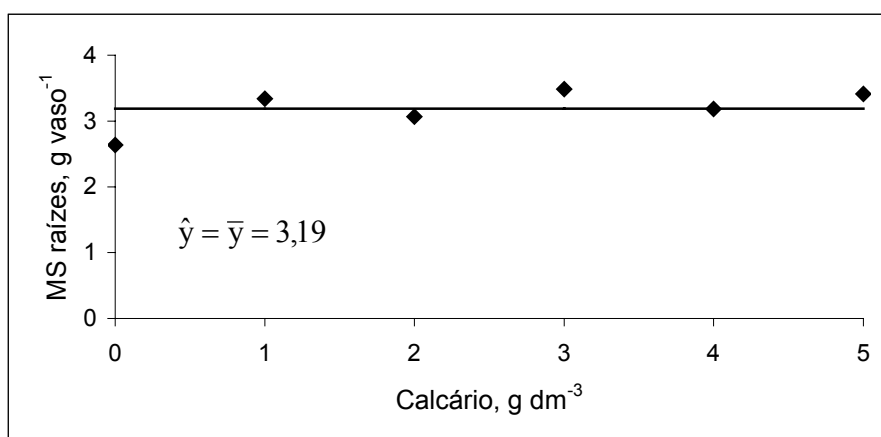


Figura 41. Matéria seca (MS) de raízes de *Epidendrum ibaguense* como variável das doses de calcário aplicadas ao substrato de cultivo.

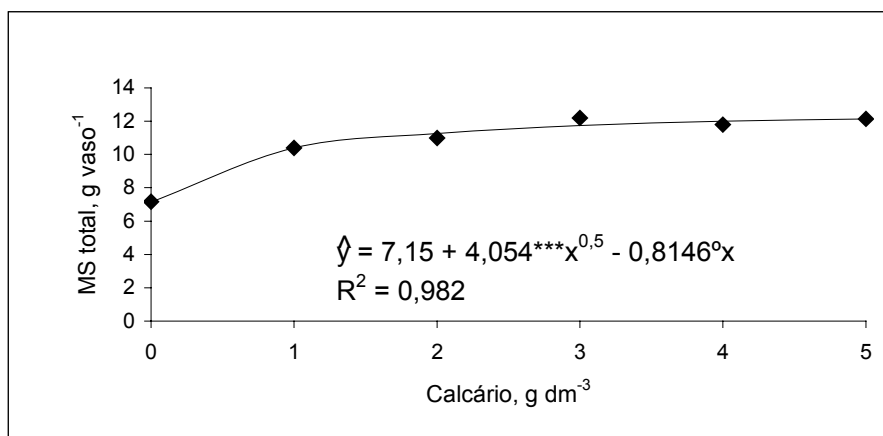


Figura 42. Matéria seca (MS) total de *Epidendrum ibaguense* como variável das doses de calcário aplicadas ao substrato de cultivo.

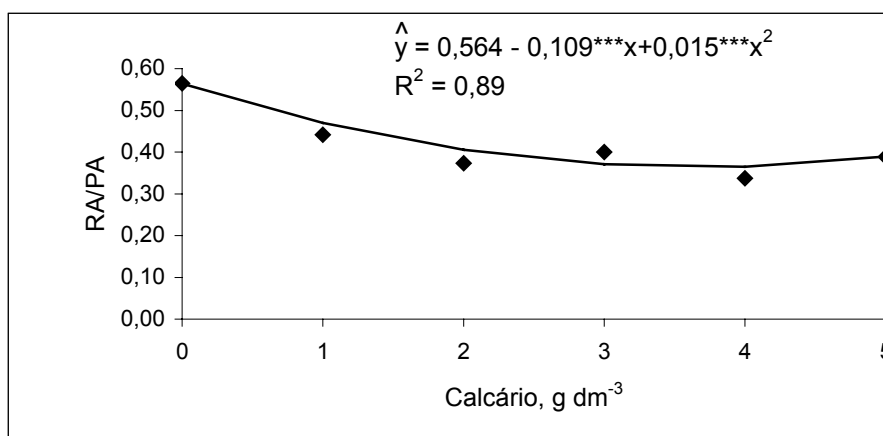


Figura 43. Relação raiz parte aérea (RA/PA) de *Epidendrum ibaguense* como variável das doses de calcário aplicadas ao substrato de cultivo.

Mesmo com o grande incremento na produção de matéria seca, os resultados de altura de planta não apresentaram aumento significativo com aumento da dose de calcário (Figura 44). Porém, as folhas apresentaram aumento significativo, tanto em número quanto em peso por folha (Figuras 45 e 46). A diferença não significativa para altura da planta, apesar do aumento do número de folhas, pode ser um indicativo de deficiência de Zn, que condiciona como um dos principais sintomas entrenós mais curtos (Römheld & Marschner, 1991).

Tendo em vista possíveis problemas com a precipitação de micronutrientes no substrato de cultivo, recomenda-se a utilização da dose para obtenção de 90 % da produtividade máxima, a qual foi de 1,54 g dm<sup>-3</sup>. Além disso, é de fundamental importância a utilização de fertilizantes que apresentem em sua composição quantidades adequadas de micronutrientes.

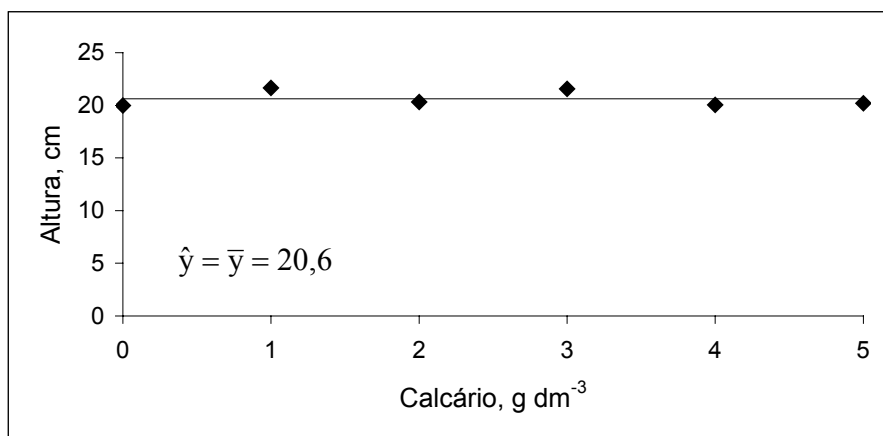


Figura 44. Altura média de plantas de *Epidendrum ibaguense* como variável das doses de calcário aplicadas ao substrato de cultivo.

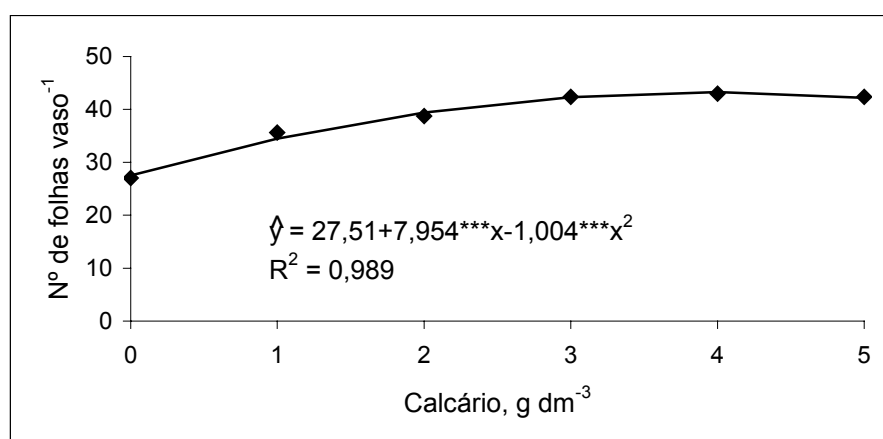


Figura 45. Número de folhas de *Epidendrum ibaguense* como variável das doses de calcário aplicadas ao substrato de cultivo.

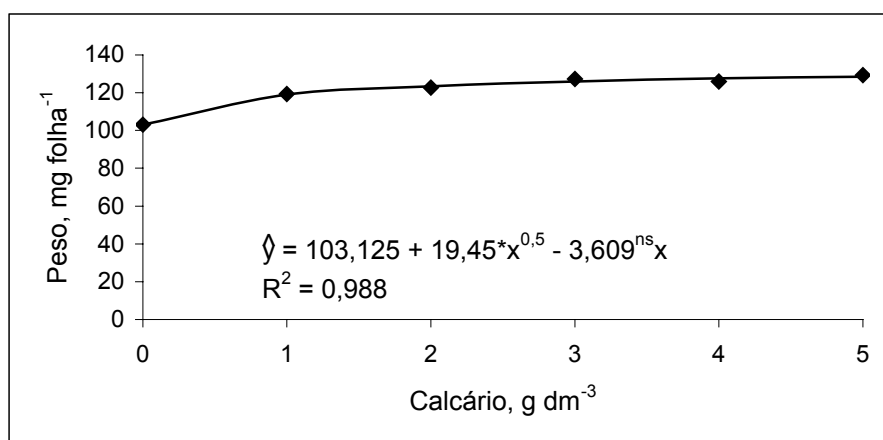


Figura 46. Peso médio por folha seca de *Epidendrum ibaguense* como variável das doses de calcário aplicadas ao substrato de cultivo.

A aplicação de calcário, como esperado, aumentou o valor de pH do lixiviado dos vasos em todos os tratamentos, sendo que, com o tempo, este decresceu linearmente para as doses 1, 2 e 3 g dm<sup>-3</sup> e para as doses 4 e 5 g dm<sup>-3</sup> esses valores foram decrescentes com modelo cúbico-raiz quadrada (Figura 47). Os valores de pH aos 14 dias após a aplicação do calcário no substrato foram: 4,84 6,52; 6,99; 7,26; 7,44 e 7,55 (Figura 48) para as doses 0, 1, 2, 3, 4 e 5 g dm<sup>-3</sup>. No momento da colheita do experimento, 168 dias mais tarde, os valores de pH foram descritos por uma equação linear com os valores entre 4,45 e 6,29 (Figura 49).

A atividade de íons hidrogênio (pH) é um fator importante no meio de cultivo, tendo em vista que o mesmo afeta o crescimento radicular e de microrganismos, sendo estes geralmente favorecidos em substratos levemente ácidos, 5,5 a 6,5. Em pH superior a 7, a solubilidade de P, Fe, Zn, Mn e B são fortemente reduzidas (Marschner, 1995; Taiz & Zeiger, 2004).

O pH variou mesmo na testemunha (dose zero de calcário), aumentando até o 60 ° dia com um valor máximo estimado de 5,30; logo após este período, apresentou uma diminuição constante e, no momento da colheita, seu valor foi de 4,29 (Figura 47).

Pelo fato de não existir uma referência para os teores de nutrientes em folhas de plantas do gênero *Epidendrum*, foram considerados para efeito de comparação, os teores adequados para plantas do gênero *Cattleya* (Jones Jr. et al., 1991; Arditti, 1992).

A aplicação de quantidades maiores de calcário pode causar problemas com a solubilidade de micronutrientes; por isso, recomenda-se, neste caso, a utilização de fertilizantes que contenham teores adequados de micronutrientes. Como se percebe neste experimento, mesmo na ausência de calcário os valores de Zn apresentaram-se inadequados, dada a faixa considerada adequada de 25–200 mg kg<sup>-1</sup>, segundo Arditti (1992), dada a pobreza do substrato e do fertilizante utilizados (Quadros 14 e 15).

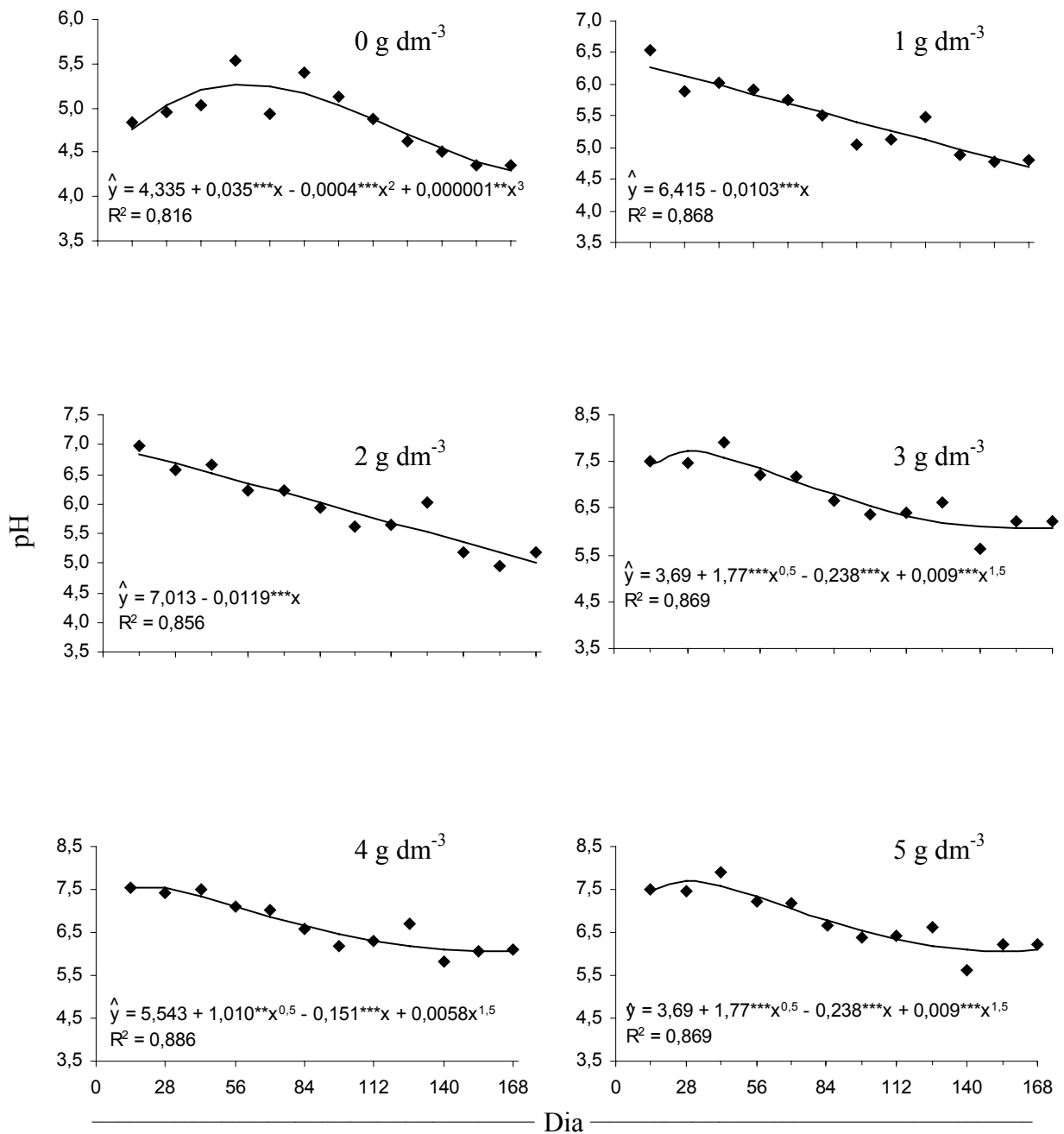


Figura 47. Equações de regressão para valores de pH no lixiviado como variável do tempo e de doses de calcário aplicadas (0–5 g dm<sup>-3</sup>) inicialmente no substrato de cultivo.

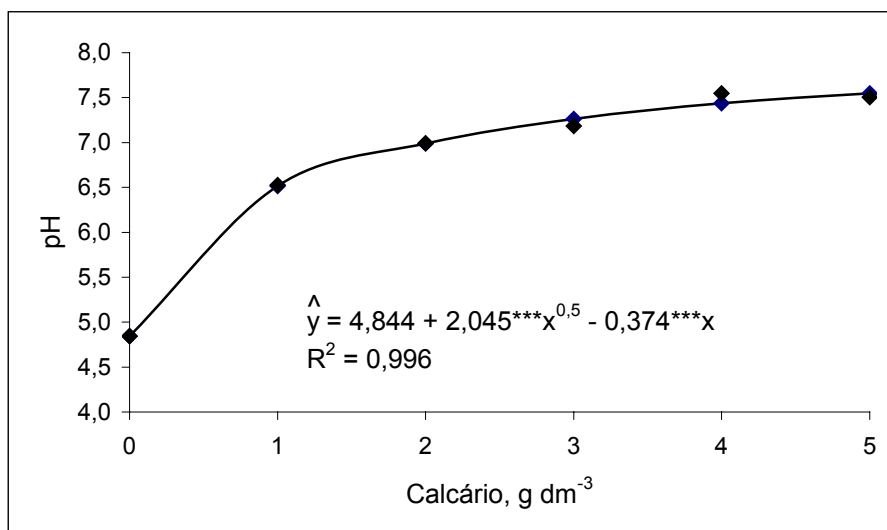


Figura 48. Valores de pH do lixiviado como variável das doses de calcário aos 14 dias após sua aplicação no substrato de cultivo.

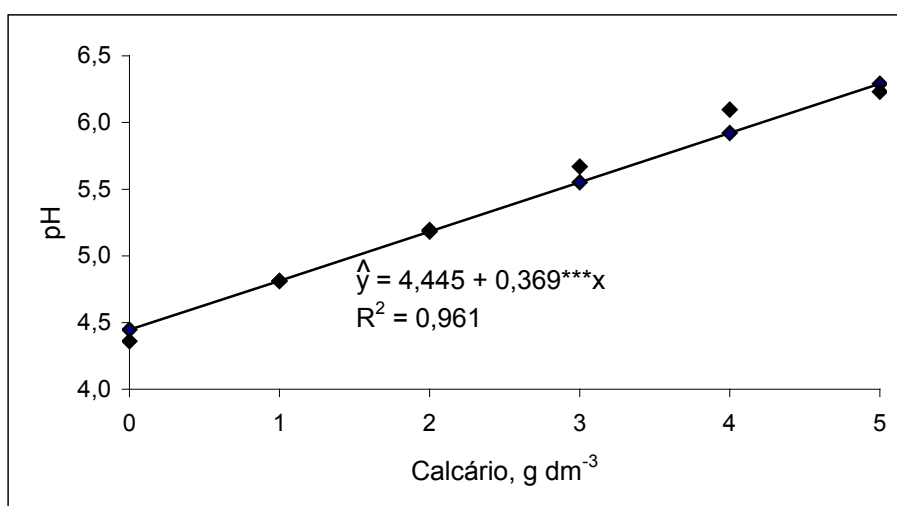


Figura 49. Valores de pH do lixiviado como variável de doses de calcário, aos 168 dias após sua aplicação (colheita) no substrato de cultivo.

Os teores de N em folhas e caule apresentaram respostas lineares decrescentes, apresentando baixos valores, quando comparados com os teores considerados adequados para orquídeas do grupo das *Cattleya*, na faixa de 15 a 25 g kg<sup>-1</sup> (Jones Jr. et al, 1991; Arditti, 1992) (Quadros 14 e 15).

Os menores teores de N nos tratamentos que receberam calcário podem ter sido ocasionados pela perda de N por volatilização de amônia, a partir do amônio

no fertilizante aplicado em meio alcalino. O equilíbrio entre  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NH}_3$  é fortemente afetado pelo pH, sendo que em valores de pH igual a 6, 7, 8 e 9 o incremento no teor de amônia é igual a 0,1; 1,0; 10 e 50 % (Peoples et al., 1995). Os resultados encontrados por Terman (1979) demonstram perdas ainda maiores, de 10 a 50 % do amônio aplicado na forma de uréia em pH variando de 5,0 a 7,5, respectivamente, sendo que a perda por volatilização foi ainda mais acentuada em condições de solo seco e de altas temperaturas.

Algumas espécies do gênero *Epidendrum* apresentam rápido crescimento e alta produção de flores durante a maior parte do ano (Moraes, 2004). É provável que a demanda de nutrientes por estas plantas seja diferente daquela observada para plantas do grupo *Cattleya*, o que leva a crer que o teor de determinados nutrientes no fertilizante possa ter limitado em parte o crescimento da planta. Isso se deve ao fato que a fertilização neste experimento foi feita segundo as recomendações gerais para adubação de orquídeas (Novais & Rodrigues, 2004).

O efeito de doses crescentes de calcário nos teores de P em folhas e raízes apresentou comportamento linear decrescente (Quadro 15). Entretanto, os teores encontrados estão dentro da faixa considerada adequada, 1 a 7,5 g kg<sup>-1</sup> (Jones Jr. et al., 1991; Arditti, 1992).

Os teores de K não variaram em folhas e caules, apresentando valores médios de 24 e 10 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Quadro 14). No caso das raízes, pequeno decréscimo ocorreu segundo um modelo linear (Quadro 15).

Em toda a planta, os teores de Ca (Quadros 14 e 15) aumentaram significativamente com as doses de calcário, sendo que o tratamento que não recebeu calcário apresentou teor igual a 3,81 g kg<sup>-1</sup>, abaixo daqueles considerados adequados para o gênero *Cattleya*: 6–20 g kg<sup>-1</sup> (Arditti, 1992). A utilização de calcário neste experimento apresentou como principal função o suprimento de Ca, tendo em vista a ausência deste nutriente na maioria das formulações do fertilizante Peters®.

Quadro 14. Teores de macro e micronutrientes em folhas, caules e raízes de *Epidendrum ibaguense* em resposta a doses de calcário aplicadas no substrato de cultivo

Dose	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B
g dm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>				
Folha										
0,00	16,27	2,00	25,19	3,81	2,24	0,10	116,8	121,6	22,4	45,9
1,00	15,65	1,93	22,74	12,85	4,78	0,09	95,3	99,3	21,6	36,0
2,00	14,48	1,86	25,17	16,39	5,32	0,09	80,0	81,0	20,5	31,6
3,00	14,35	1,75	24,18	17,88	5,41	0,08	81,7	63,1	18,1	25,1
4,00	13,48	1,63	21,75	19,60	5,61	0,08	79,1	57,4	17,0	20,5
5,00	13,08	1,67	24,90	19,91	5,69	0,08	82,9	58,3	17,4	20,1
Caule										
0,00	14,31	0,97	8,47	2,07	0,94	0,03	40,8	47,8	12,7	54,6
1,00	15,65	0,87	9,59	3,10	1,43	0,03	32,0	25,6	9,9	35,6
2,00	14,48	0,91	10,98	3,68	1,78	0,03	29,4	22,2	10,4	33,2
3,00	14,35	0,90	11,60	4,22	1,97	0,03	31,0	16,9	8,7	29,0
4,00	13,48	0,85	10,00	4,27	1,91	0,03	27,3	14,0	9,3	30,8
5,00	13,08	0,92	12,21	4,82	2,11	0,03	24,1	15,1	9,3	32,4
Raiz										
0,00	12,56	1,42	6,32	1,42	0,78	2,19	588,1	29,9	58,8	46,2
1,00	11,65	1,31	7,55	2,38	1,80	2,09	363,4	17,3	52,0	38,7
2,00	13,91	1,33	8,68	3,12	2,50	2,02	365,2	15,0	51,6	38,4
3,00	13,53	1,17	8,56	3,38	2,70	2,02	333,2	13,8	52,8	35,1
4,00	12,58	1,22	8,75	4,04	3,12	2,01	325,8	11,6	30,1	33,8
5,00	13,64	1,21	9,40	4,39	3,23	1,99	308,0	9,8	30,5	37,2

O comportamento do Mg foi semelhante ao do Ca (Quadro 14), sendo que o teor encontrado para o tratamento que não recebeu calcário foi menor (2,26 g kg<sup>-1</sup>) do que aqueles considerados adequados: 4–7 g kg<sup>-1</sup> para *Cattleya* (Arditti, 1992).

Devido a ausência de S no fertilizante Peters<sup>®</sup>, o teor deste nutriente nas folhas apresentou um decréscimo linear com o aumento da dose devido ao aumento na produção de matéria seca e, conseqüentemente, diluição deste nutriente nos tecidos. Para todas as doses, o teor de S foi muito abaixo daquele considerado adequado para *Cattleya* (1,5 a 7,5 g kg<sup>-1</sup>) (Arditti, 1992), sendo que o maior teor encontrado nas folhas foi de 0,1 g kg<sup>-1</sup> (Quadro 14), referente ao tratamento que não recebeu calcário e, conseqüentemente, com menor produção de matéria seca.

Quadro 15. Equações de regressão ajustadas para os teores de macro ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas, caules e raízes de *Epidendrum ibaguense* como variável de doses de calcário ( $\text{g dm}^{-3}$ ) aplicadas no substrato de cultivo

Nutriente	Equação	R <sup>2</sup>
Folha		
N	$\hat{y} = 16,16 - 0,645***x$	0,970
P	$\hat{y} = 2,000 - 0,0767***x$	0,935
K	$\hat{y} = \bar{y} = 23,99$	-
Ca	$\hat{y} = 3,741 + 11,136***x^{0,5} - 1,690**x$	0,999
Mg	$\hat{y} = 2,256 + 3,241***x^{0,5} - 0,776***x$	0,997
S	$\hat{y} = 0,096 - 0,004*x$	0,767
Fe	$\hat{y} = 117,593 - 35,66***x^{0,5} + 8,607*x$	0,955
Zn	$\hat{y} = 22,445 - 1,180***x$	0,919
Mn	$\hat{y} = 122,838 - 27,958***x + 2,963***x^2$	0,995
B	$\hat{y} = 42,858 - 5,201***x$	0,934
Caule		
N	$\hat{y} = 17,044 - 1,336*x^{0,5} - 0,200^{ns}x$	0,976
P	$\hat{y} = \bar{y} = 0,90$	-
K	$\hat{y} = \bar{y} = 10,47$	-
Ca	$\hat{y} = 2,058 + 0,996*x^{0,5} + 0,097^{ns}x$	0,989
Mg	$\hat{y} = 0,925 + 0,632*x^{0,5} - 0,047^{ns}x$	0,970
S	$\hat{y} = 0,033 - 0,006*x^{0,5} + 0,002^{ns}x$	0,778
Fe	$\hat{y} = 37,61 - 2,749**x$	0,821
Zn	$\hat{y} = 12,699 - 3,228**x^{0,5} + 0,745^{ns}x$	0,894
Mn	$\hat{y} = 47,778 - 26,648***x^{0,5} + 5,217**x$	0,992
B	$\hat{y} = 54,653 - 26,270***x^{0,5} + 7,188*x$	0,988
Raiz		
N	$\hat{y} = \bar{y} = 12,98$	
P	$\hat{y} = 1,361 - 0,0377***x$	0,576
K	$\hat{y} = 7,09 + 0,37*x$	0,536
Ca	$\hat{y} = 1,415 + 0,746**x^{0,5} + 0,266*x$	0,990
Mg	$\hat{y} = 0,764 + 1,164***x^{0,5} - 0,01442^{ns}x$	0,991
S	$\hat{y} = \bar{y} = 2,05$	-
Fe	$\hat{y} = 583,199 - 255,134***x^{0,5} + 61,541**x$	0,975
Zn	$\hat{y} = 60,676 - 5,885**x$	0,785
Mn	$\hat{y} = 29,643 - 13,692***x^{0,5} + 2,279*x$	0,990
B	$\hat{y} = 45,761 - 6,327**x$	0,923

\*\*\*, \*\*, \*, °, significativo a 0,1; 1; 5 e 10 %.

Os teores de Fe, Zn, Mn e B (Quadros 14 e 15) sofreram decréscimo em resposta ao efeito de dose de calcário, sendo que para Fe e Mn os teores permaneceram dentro daqueles considerados adequados para *Cattleya* (50–200, 25–200, 40–200 e 25–75 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente) (Arditti, 1992). Provavelmente, não ocorreram problemas de deficiência de Fe e Mn devido aos teores elevados desses nutrientes encontrados no xaxim: 1.593 e 62 mg kg<sup>-1</sup> (Novais & Rodrigues, 2004).

Os teores de Zn apresentaram baixos valores (22,4 mg kg<sup>-1</sup>), mesmo naqueles tratamentos que não receberam o calcário, sendo que sua aplicação agravou uma provável deficiência deste nutriente, levando à ausência de variação na altura das plantas (Figura 44) em resposta às doses de calcário, embora tenha ocorrido aumento do número de folhas (Figura 45) indicando que a distância dos entre-nós reduziu à medida que se aumentou a dose de calcário.

A deficiência de Zn é caracterizada pela diminuição do crescimento internodal, com um crescimento rosetado, e as folhas podem ser pequenas e retorcidas com margens de aparência enrugada. Estes sintomas resultam, principalmente, da perda da capacidade da produção de teores suficientes da auxina - ácido indolacético (AIA) (Taiz & Zeiger, 2004).

Os teores foliares de B foram inadequados a partir da penúltima dose de calcário (< 25 mg kg<sup>-1</sup>) (faixa ótima para *Cattleya* de 25–75 mg kg<sup>-1</sup>; Arditti, 1992). Curiosamente, os teores de B em raízes e caules apresentaram valores maiores do que aqueles encontrados na folha. Para caule isso provavelmente foi devido ao B ser constituinte de membranas e, principalmente, parede celular, de fundamental importância para a sustentação da planta (Römheld & Marschner, 1991; Marschner, 1995).

Para o Fe os teores encontrados em raízes foram muito elevados, sendo que este nutriente está provavelmente depositado junto ao velame. Também para este nutriente, a aplicação de calcário proporcionou forte decréscimo nos seus teores nesses tecidos (Quadros 14 e 15).

## CONCLUSÕES PARCIAIS

1. A matéria seca de folhas e caules aumentou significativamente em resposta às doses de calcário, sendo que no caso das raízes não houve diferença significativa.
2. pH do lixiviado do substrato nos vasos apresentou, inicialmente, acentuado aumento em resposta à adição de calcário e decréscimo com o passar do tempo.
3. pH do lixiviado dos vasos da testemunha sofreu decréscimo com o passar do tempo
4. Os teores foliares de N, P, S, Fe, Zn, Mn e B diminuíram em resposta ao aumento do calcário no substrato.
5. Encurtamento de entre-nós foi observado, sintoma da deficiência de Zn.
6. fertilizante Peters<sup>®</sup> 30-10-10 é deficiente em S, causando baixos teores deste nutriente nas plantas, em todos os tratamentos.

## CONCLUSÃO GERAL

1. A simplificação dos meios de cultivo *in vitro*, com a utilização de fertilizantes NPK, demonstrou ser viável, tornando prático o preparo do meio de cultura utilizado para a propagação de orquídeas.
2. Uso de fertilizante orgânico em conjunto com o fertilizante Peters<sup>®</sup> resultou em maior crescimento de plantas nos vasos.
3. Uso de calcário resultou em maior crescimento das plantas.

## LITERATURA CITADA

- ADELBERG, J.W.; DESAMERO, N.V.; HALE, S.A. & YOUNG E. Long-term nutrient and water utilization during micropropagation of *Cattleya* on a liquid/membrane system. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 48:1-7, 1997.
- AMBERGER-OCHSENBAUER, S. Nutrition and post-production performance of *Phalaenopsis* pot plants. *Acta Hort.*, 450:105-112, 1997.
- ARDITTI, J. *Fundamentals of orchid biology*. New York, John Wiley & Sons. 1992. 691p.
- AWASTHI, O.P.; SHARMA, E. & PALNI, L.M.S. Stemflow: A source of nutrients in some naturally growing epiphytic orchids of the Sikkin Himalaya. *Annals Botany*, 75:5-11, 1995.
- BERGMAN, F.J. Leaching, A practice for growing quality plants. *Orchids. AOS: Maio*, 372-377, 2004.
- BITTENBENDER, H.C. & HIRAE, H.H. *Common problems of macadamia nut in Hawaii*. College of Tropical Agriculture & Human Resources, University of Hawaii, 1990. 44p.
- BLACK, P.M. *Orquídeas*. 1ª ed. Hamlyn Publishing Group Limited. Tradução Maria Adelaide Freitas Soares. Rio de Janeiro, Livro Técnico S/A. 1973. 128p.
- BORTONE, J.E. Adubação de orquídeas. Disponível em <http://sobh.arvore.com.br/artigos/adubacao.htm>. Acesso em 14/05/02.

- CARLUCCI, M.V.; HAAG, H.P. & BELLOTE, A.F.J. Nutrição mineral de plantas ornamentais. IX. Composição química e extração de nutrientes por cinco espécies de Orchidaceae HAAG, H.P.; MINAMI, K. & LIMA, A.M.L.P., eds. Nutrição mineral de algumas espécies ornamentais. Campinas, Fundação Cargill. 1989. 298p.
- CASTRO, C.E.F. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. R. Bras. Hortic. Ornam., 4:1-46, 1998.
- CRESCENTI, R. Orquídea: uma paixão antiga. Como cultivar Orquídeas, 1:16-17, 2002.
- DEMUNDO, F.A. Phalaenopsis. O mundo das orquídeas, 35:6-10, 2004.
- DIJK, B. & ECK, N. Axenic in vitro nitrogen and phosphorus responses of some Dutch marsh orchids. New phytol., 131:353-359, 1995.
- DRESSLER, R.L. Phylogeny and classification of the orchid family. 1.ed. Portland, Dioscorides Press, 1993. 314p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- FARIAS, L.A. & RIBEIRO, R. Orquídeas na Mata Atlântica. R. O Mundo das Orquídeas, 13:43-45. 2000.
- FURLANI, A.M.C. & CASTRO, C.E.F. Plantas ornamentais e flores. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B.V & ABREU, C.A., eds. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal, CNPq/FAPESP/POTAFÓS, 2001. 600p.
- GEORGE, E.F. Plant propagation by tissue culture. Part 1: The Technology. 2a ed. Basingstoke, Exegetics Limited, 1993. 574p
- HAAG, H.P.; MINAMI, K. & LIMA, A.M.L.P., eds. Nutrição mineral de algumas espécies ornamentais. Campinas, Fundação Cargill. 1989. 298p.
- HEW, C.S. & NG, C.K.Y. Changes in mineral and carbohydrate content in pseudobulbs of the C3 epiphytic orchid hybrid *Oncidium goldiana* at different growth stages. Lindleyana, 11:125-134, 1996.
- HEW, C.S.; LIM, L.Y. & LOW, C.M. Nitrogen uptake by tropical orchids. Environ. Exp. Bot., 33:273-281, 1993.

- HINNEN, M.G.J.; PIERIK, R.L.M. & BRONSEMA, F.B.F. The influence of macronutrients and some other factors on growth of *Phalaenopsis* hybrid seedlings in vitro. *Sci. Hortic.*, 41:105-116, 1989.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exp.Sta.* 1950. (Circular, 347)
- HUE, N.V.; FOX, R.L. & McCALL, W.W. Chlorosis in macadamia as affected by phosphate fertilization and soil properties. *J. Plan. Nutr.*, 11:161-173, 1988.
- JONES Jr., J.B.; WOLF, B. & MILLS, H.A. *Plant analysis handbook*. Athens, Micro-Macro Publishing, Inc. 1991. 213p.
- JUNQUEIRA, A.H. & PEETZ, M.S. Exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais: crescimento sustentado garante expansão de 20 % no primeiro semestre de 2003. *Florabrazilis*. Nº 41, 2003. Disponível em [http://www.ibraflor.com.br/ibraflor/index.php?id=23&no\\_cache=1](http://www.ibraflor.com.br/ibraflor/index.php?id=23&no_cache=1) Acessado em 01/04/05
- KISHI, F. & TAGAKI, K. Analysis of medium components used for orchid tissue culture. *Lindleyana*, 12:158-161, 1997.
- KIYUNA, I.; COELHO, P.J.; ÂNGELO, J.A. & ASSUMPÇÃO, R. Os parceiros comerciais internacionais da floricultura brasileira, 1989 – 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14., e CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 1., Anais. 2003a. 462p.
- KIYUNA, I.; FRANCISCO, V.L.F.S.; COELHO, P.J.; CASER, D.V.; ASSUMPÇÃO, R. & ÂNGELO, J.A. A floricultura brasileira no início do século XXI. CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14., e CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 1., Anais. 2003b. 462p.
- KNUDSON, L. A new nutrient solution for the germination of orchid seed. *Amer. Orchid Soc. Bull.*, 14:214-217, 1946.
- KOSEOGLU, A.T. Effect of iron chlorosis on mineral composition of peach leaves. *J. plan. Nutr.*, 18:765-776, 1995.
- LINDSAY, W.L. Inorganic equilibrium affecting micronutrients in soils. In: MORDVET, J.J.; COX, F.R., SHUMAN, L.M. & WELCIRI, R.M., eds. *Micronutrients in agricultura*. Madison. Soil Science Society of America, 1991. p.89-112.

- MAJEROWICZ, N. & KERBAUY, G.B. Growth and nitrogen metabolism of *Catasetum fimbriatum* (Orchidaceae) grown with different nitrogen sources. *Environ. Exp. Bot.*, 44:195-206, 2000.
- MAJEROWICZ, N.; KERBAUY, G.B.; NIEVOLA, C.C. & SUZUKI, R.M. Effects of nitrogen forms on dry matter partitioning and nitrogen metabolism in two contrasting genotypes of *Catasetum fimbriatum* (Orchidaceae). *Environ. Exp. Bot.*, 47:249-258, 2002.
- MARROCOS, P.C.L. Nutrição mineral da *Macadamia intergrifolia* maiden e Betche. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 91p. (Tese de Doutorado)
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press. 1995. 888p.
- MATSUNAGA, M. A Indústria da flor no mundo e o comércio internacional do Brasil. *Rev. Bras. Hortic. Ornam.*, 3:1-4, 1997.
- MATSUNAGA, M. Potencial da floricultura brasileira. *Agroanalysis*, 15:56, 1995.
- MENEZES, L.C. *Cattleya labiata* Lindley. Orquídeas brasileiras. 1.ed. Rio de Janeiro, Expressão e Cultura, 1987. 112p.
- MORAES, P.J. Crescimento, caracterização da abertura floral e manejo pós-colheita de flores de *Epidendrum ibaguense* Kunt. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2004. 110p. (Tese de Doutorado)
- MORENO, J.A.E.; ACUÑAL, A.G.; ROMÁN, A.E.B.; CONTRERAS, D.J. & LÓPEZ, C.T. Fertilización química y biológica de *Phalaenopsis* (orchidaceae) en condiciones de invernadero. *Terra*, 18:125-131, 2000.
- MURASHIGE, T. & SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 15:473-497, 1962.
- NABLE, R.O.; BAÑUELOS, G.S. & PAULL, J.G. Boron toxicity. *Plant Soil*, 198:181-198, 1997.
- NOVAIS, R.F & RODRIGUES, D.T. Nutrição e fertilização de orquídeas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 2004, Viçosa. Simpósios Palestras e Mesas Redondas. Sociedade Botânica do Brasil, 2004.
- NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo em solos e planta em condições tropicais. Universidade Federal Viçosa, Viçosa, 1999.

- PARK, S.W.; JEON, J.H.; KIM, H.S.; PARKY, M.; ASWATH, C. & JOUNG, H. Effect of sealed and vented gaseous microenvironments on the hyperhydricity of potato shoots *in vitro*. *Sci. Hort.*, 99:199-205, 2004.
- PEOPLES, M.B.; FRENEY, J.R. & MOSIER, A.R. Minimizing gaseous losses of nitrogen. In: *Nitrogen Fertilization in the Environment*. BACON, P.E., ed. New York, Marcel Dekker, 1995. p.565-602.
- RODRIGUES, D.T.; ALVAREZ V., V.H. & NOVAIS, R.F. Crescimento de um híbrido de orquídea em resposta a fertilizantes, doses e modo de aplicação. Rio de Janeiro. CD Fertibio, 2002.
- RÖMHELD, V. & MARSCHNER, H. Function of micronutrients in plants. In: MORDVET, J.J.; GIORDANO, P.M. & LINDSAY, W.L., eds. *Micronutrients in agriculture*. Madison, Soil Science Society of America, 1991. p.703-719.
- SEIDEL, A. Orquídeas e bromélias. Lista de Preços. Nº 104. Disponível em: <http://seidel.com.br>, 2004.
- SRIVASTAVA, P.C. & GUPTA, U.C. Trace elements in crop productions. Science publishers, 1996. 355p.
- STANCATO, G.C. & FARIA, R.T. In vitro growth and mineral nutrition of the lithophytic orchid *Laelia cinnabarina* Batem. (Orchidaceae) I: Effects of macro and microelements. *Lindleyana*, 11:41-43, 1996.
- STANCATO, G.C.; BELMELMONS, P.F. & VEGRO, C.L.R. Produção de mudas de orquídeas a partir de sementes *in vitro* e sua viabilidade econômica: Estudo de Caso. *R. Bras. Hort. Ornam.*, 7:25-33, 2001.
- SUTTLEWORTH, F.S.; ZIM, H.S.E & DILLON, G.W. Orquídeas. Guia dos orquidófilos. 7.ed. Rio de Janeiro, Expressão e cultura, 1997. 158p.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre, Artmed, 2004. 719p.
- TANAKA, T.; KANTO, Y.; MASUDA, M. & GOMI, K. Growth and nutrient uptake of *Cattleya* hybrid grown with different composts and fertilizers. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 57:674-684, 1989.
- TANAKA, T.; MATSUNO, T.; MASUDA, M. & GOMI, K. Growth and nutrient uptake of *Cattleya* hybrid grown with different composts and fertilizers. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 57:85-90, 1988.
- TERMAN, G.L. Volatilization losses of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizer, organic amendments, and crop residues. *Adv. Agron.*, 31:189-223, 1979.

- VENTURA, G.M. Propagação *in vitro* de orquídeas do grupo *Cattleya*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 147p. (Tese de Mestrado)
- WANG, Y.T. & GREGG, L.L. Medium and fertilizer affect the performance of *Phalaenopsis* orchids during two flowering cycles. Hort. Sci., 29:269-271, 1994.
- WANG, Y.T. Effects of six fertilizers on vegetative growth and flowering of *Phalaenopsis* orchids. Sci. Hortic., 65:191-197, 1996.
- WANG, Y.T. Impact of a high phosphorus fertilizer and timing of termination of fertilization on flowering of a hybrid of moth orchid. Hort. Sci., 35:60-62, 2000.
- WATANABE, D. Orquídeas: manual de cultivo. São Paulo, Associação Orquidófila de São Paulo, 2002. 296p.
- YEW, C.K. & HEW, C.S. Orchid pseudobulbs – ‘false’ bulbs with a genuine importance in orchid growth and survival! Sci. Hortic., 83:165-172, 2000.
- YONEDA, K.; SUZUKI, N. & HASEGAWA, I. Effects of macroelement concentrations on growth, flowering, and nutrient absorption in an *Odontoglossum* hybrid. Sci. Hortic., 80:259-265, 1999.

## APÊNDICE

Quadro 1A. Concentrações foliares ótimas (níveis críticos) de macro e micronutrientes indicativas do status nutricional de plantas de orquídeas dos gêneros *Cattleya*, *Paphiopedilum* e *Phaleonopsis*

Interpretação	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	-----%, dag kg <sup>-1</sup> -----						-----ppm, mg kg <sup>-1</sup> -----					
	<i>Cattleya</i> <sup>(1)</sup>											
Baixo	1,2-1,5	0,10-0,12	1,5-2,0	0,3-0,5	0,2-0,3	0,12-0,14	20-24	2-4	40-49	30-39	20-24	
Suficiente	1,6-2,5	0,13-0,75	2,1-3,5	0,6-2,0	0,4-0,7	0,15-0,75	25-75	5-20	50-200	40-200	25-200	
Alto	> 2,5	> 0,75	> 3,5	> 2,0	> 0,7	> 0,75	> 75	> 20	>200	> 200	> 200	
	<i>Paphiopedilum</i> <sup>(1)</sup>											
Baixo	1,8-2,3	0,15-0,19	1,5-2,0	0,5-0,7	0,1-0,2	0,15-0,19	20-24	2-4	40-49	40-49	20-24	
Suficiente	2,4-3,5	0,20-0,70	2,1-3,5	0,8-2,0	0,3-0,7	0,20-0,70	25-75	5-20	50-200	50-200	25-200	
Alto	> 3,5	> 0,70	> 3,5	> 2,0	> 0,7	> 0,70	> 75	> 20	> 200	> 200	> 200	
	<i>Phaleonopsis</i> <sup>(1)</sup>											
Baixo	1,5-2,0	0,15-0,19	3,0-4,0	1,0-1,5	0,3-0,4	0,15-0,19	20-24	2-4	50-74	60-99	15-19	
Suficiente	2,1-3,5	0,20-0,70	4,1-6,0	1,6-2,5	0,5-1,0	0,20-0,70	25-75	5-20	75-200	100-200	20-200	
Alto	> 3,5	> 0,70	> 6,0	> 2,5	> 1,0	> 0,70	> 75	> 20	> 200	> 200	> 200	
	<i>Cattleya</i> <sup>(1)</sup>											
Suficiente	1,5-2,5	0,1-0,2	2,0-3,0	0,4-1,0	0,3-0,6	-	25-50	10-30	50-100	40-80	25-75	
	<i>Phaleonopsis</i> <sup>(2)</sup>											
Suficiente	2,0-3,5	0,2-0,3	4,0-6,0	1,5-2,5	0,4-0,8	-	25-50	10-25	80-150	100-200	20-60	

Fonte: Novais & Rodrigues, 2004.

<sup>(1)</sup> Fonte: Adaptado de Jones Jr. et al. (1991). Resultados para a folha mais recente e completamente desenvolvida. <sup>(2)</sup> Fonte: Arditti (1992). Resultados para folhas com um a dois anos de idade.

Quadro 2A. Análise de variância para: Matéria fresca da parte aérea, (MFPA), matéria fresca de raízes (MFR), matéria fresca total (MFT), relação raiz/parte aérea (RA/PA), número de raízes por frasco (NR), comprimento médio de raízes (CMR), unidades de parte aérea por frasco (UPA), comprimento médio das unidades de UPA (CMUPA), número de UPA maiores que 2 cm (UPA > 2), das mudas submetidas aos diferentes meios de cultivo

FV	GL	Quadrado médio								
		MFPA	MFR	MFT	RA/PA	NR	CMR	UPA	CMUPA	UPA > 2
Bloco	3	0,46 <sup>ns</sup>	15,45**	17,65**	7,26***	1336,52***	3,54 <sup>o</sup>	174,89***	2,42***	4,44 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub>	1	2,82**	24,05**	43,34***	3,15 <sup>o</sup>	137,26 <sup>ns</sup>	15,42**	59,50*	0,45 <sup>o</sup>	2,20 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	1	0,01 <sup>ns</sup>	10,94*	11,53 <sup>o</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	811,20**	2,07 <sup>ns</sup>	5,63 <sup>ns</sup>	1,62***	104,53**
C <sub>3</sub>	1	0,25 <sup>ns</sup>	3,95 <sup>ns</sup>	2,21 <sup>ns</sup>	18,04***	656,10*	19,60***	115,60**	0,09 <sup>ns</sup>	4,90 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub>	1	27,90***	54,86***	80,50***	0,89 <sup>ns</sup>	229,69 <sup>ns</sup>	4,56*	176,33**	0,12 <sup>ns</sup>	123,52***
Dose d/ MN	4	10,06***	0,80 <sup>ns</sup>	15,12**	14,26***	392,08*	6,27**	176,43***	0,68***	148,58***
Dose d/ Peters <sup>®</sup> 10-30-20	4	6,22***	0,91 <sup>ns</sup>	9,44*	22,30***	882,33***	14,30***	135,63***	2,36***	178,58***
Dose d/ Peters <sup>®</sup> 30-10-10	4	1,98*	2,91 <sup>ns</sup>	9,33*	1,16 <sup>ns</sup>	145,42 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	45,20*	0,23 <sup>ns</sup>	59,43***
Resíduo	45	0,32	2,41	3,25	0,89	107,08	1,27	15,41	0,11	9,79
C.V. (%)		26,97	31,92	25,89	31,12	20,42	21,99	21,24	14,32	28,53

\*\*\*, \*\*, \* e <sup>o</sup>, significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10 %, respectivamente.

C<sub>1</sub> = K vs MN + P 10-30-20 + P 30-10-10, C<sub>2</sub> = Mn vs P 10-30-20 + P 30-10-10; C<sub>2</sub> = P 10-30-20 vs P 30-10-10; C<sub>2</sub> = K vs Média dose 2,25 g L<sup>-1</sup>. K = knudson; MN = Meio Novais; P 10-30-20 = Fertilizantes Peters<sup>®</sup> em sua formulação NPK 10-30-20; P 30-10-10 = Fertilizantes Peters<sup>®</sup> em sua formulação NPK 30-10-10.

Quadro 3A. Análise de variância para macro e micronutrientes das mudas submetidas aos diferentes meios de cultivo

FV	GL	Quadrado médio									
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Zn
Bloco	1	14,73*	0,15 <sup>ns</sup>	82,30**	2,93 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	1611,7 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	2478,6*	93,5 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub>	1	82,95***	0,05 <sup>ns</sup>	389,15***	35,09**	0,07 <sup>ns</sup>	21,24***	630,8 <sup>ns</sup>	2464,7 <sup>ns</sup>	4414,1*	389,6 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	1	70,29***	0,16 <sup>ns</sup>	543,65***	99,46***	0,16 <sup>ns</sup>	14,00***	463,9 <sup>ns</sup>	1385,8 <sup>ns</sup>	104,9 <sup>ns</sup>	5004,0***
C <sub>3</sub>	1	208,85***	14,71***	0,18 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	1,49***	3,41**	339,4 <sup>ns</sup>	1218,5 <sup>ns</sup>	94,1 <sup>ns</sup>	145,7 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub>	1	0,30 <sup>ns</sup>	5,41**	575,31***	33,97**	0,02 <sup>ns</sup>	10,71***	1816,8 <sup>ns</sup>	1772,2 <sup>ns</sup>	4517,3*	506,3 <sup>o</sup>
Dose d/ MN	4	30,57***	9,33***	46,91**	9,14**	0,28*	2,95***	558,5 <sup>ns</sup>	787,0 <sup>ns</sup>	694,1 <sup>ns</sup>	382,7 <sup>o</sup>
Dose d/ Peters <sup>®</sup> 103020	4	22,68***	11,70***	263,80***	5,98 <sup>ns</sup>	0,99***	0,19 <sup>ns</sup>	400,0 <sup>ns</sup>	1930,8 <sup>ns</sup>	307,9 <sup>ns</sup>	84,2 <sup>ns</sup>
Dose d/ Peters <sup>®</sup> 301010	4	114,47***	0,57 <sup>ns</sup>	30,69*	2,51 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	843,7 <sup>ns</sup>	1475,6 <sup>ns</sup>	1009,6 <sup>ns</sup>	26,0 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	1,83 <sup>o</sup>	0,50 <sup>o</sup>	8,96 <sup>o</sup>	2,55 <sup>o</sup>	0,07 <sup>o</sup>	0,29 <sup>o</sup>	799,7 <sup>o</sup>	1103,2 <sup>o</sup>	529,9 <sup>o</sup>	145,6 <sup>o</sup>
C.V. (%)		9,70	30,43	11,28	24,61	24,62	40,200	30,75	24,10	20,68	33,37

\*\*\*, \*\*, \* e <sup>o</sup>, significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10 %, respectivamente.

C<sub>1</sub> = K vs MN + P 10-30-20 + P 30-10-10; C<sub>2</sub> = Mn vs P 10-30-20 + P 30-10-10; C<sub>3</sub> = P 10-30-20 vs P 30-10-10; C<sub>4</sub> = K vs Média dose 2,25 g L<sup>-1</sup>. K = knudson; MN = Meio Novais; P 10-30-20 = Fertilizantes Peters<sup>®</sup> em sua formulação NPK 10-30-20; P 30-10-10 = Fertilizantes Peters<sup>®</sup> em sua formulação NPK 30-10-10.

Quadro 4A. Análise de variância para as variáveis: matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (NRA), matéria seca total (MST), relação raiz/parte aérea (RA/PA), número de unidades de parte aérea (NUPA), comprimento médio de parte aérea (CMUPA), número de raízes(NRA) e comprimento médio de raízes(CMRA) em *Cattleya walkeriana*, como variáveis de dose de fertilizante no meio de cultivo

FV	GL	Quadrado médio							
		MSPA	MSR	MST	RA/PA	NUPA	CMUPA	NRA	CMRA
Blocos	3	0,008 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	28,71*	0,23*	541,24°	0,32 <sup>ns</sup>
Tratamento	6	0,209***	0,036***	0,375***	15,65***	109,45***	3,97***	2582,07***	2,94***
Resíduo	18	0,009	0,001	0,014	0,35	7,77	0,07	176,29	0,16
C.V. (%)		20,05	24,07	19,48	21,82	24,86	13,32	22,08	12,13

\*\*\*, \*\*, \*, ° significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10,0 %.

Quadro 5A. Análise de variância para teores de macro e micronutrientes na parte aérea de *Cattleya walkeriana*, como variáveis de dose de fertilizante no meio de cultivo

FV	GL	Quadrado médio									
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B
Blocos	3	5,92 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	7,72 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	102 <sup>ns</sup>	1 <sup>ns</sup>	17 <sup>ns</sup>	15999 <sup>ns</sup>
Tratamento	6	541,60***	46,57***	367,06***	7,82***	1,01***	2,62***	515*	216***	4866***	21419 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	21,67	0,43	10,61	0,12	0,02	0,02	113	2	129,64,90	9518
C.V. (%)		23,08	8,51	12,42	9,58	10,59	6,48	33,10	5,63	11,80	42,48

\*\*\*, \*\*, \*, ° significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10,0 %.

Quadro 6A. Análise de variância para as variáveis: matéria seca de folhas (MFT), matéria seca de caule (MSC), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST), relação raiz/parte aérea (RA/PA), número de folhas (NFOL), peso médio por folha (PMF) e altura média (AM), como variáveis de doses de calcário

FV	GL	Quadrado médio							
		MSF	MSC	MSR	MST	RA/PA	NFOL	PMF	AM
Blocos	7	1,14**	0,81**	4,45***	15,03***	0,034***	95,69***	377,00°	5,82 <sup>ns</sup>
Tratamento	5	8,51***	2,99***	0,77°	29,01***	0,050***	304,44***	736,00**	15,46 <sup>ns</sup>
Resíduo	35	0,31	0,33	0,35	2,44	0,004	19,12	195,00	12,96
C.V. (%)		12,05	19,45	18,52	14,48	14,99	11,45	11,51	18,52

\*\*\*, \*\*, \*, ° significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10,0 %.

Quadro 7A. Análise de variância para os teores de macro e micronutrientes nas folhas de *Epidendrum ibaguense* como variáveis de doses de calcário

FV	GL	Quadrado médio									
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B
Blocos	7		0,03 <sup>ns</sup>	5,88 <sup>ns</sup>	9,63*	0,68*	0,00 <sup>ns</sup>	679**	196*	26*	132 <sup>ns</sup>
Tratamento	5		0,18**	16,49 <sup>ns</sup>	296,68***	13,84***	0,00 <sup>ns</sup>	1725***	5388***	42***	807***
Resíduo	35		0,04	45,96	3,07	0,27	0,00	194	82	8	81
C.V. (%)			10,83	28,15	11,63	10,79	22,23	15,59	11,33	14,83	30,16

\*\*\*, \*\*, \*, ° significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10,0 %.

Quadro 8A. Análise de variância para os teores de macro e micronutrientes nos caules de *Epidendrum ibaguense* como variáveis de doses de calcário

FV	GL	Quadrado médio									
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B
Blocos	7	1,55 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	5,24 <sup>ns</sup>	0,62*	0,23	0,00 <sup>ns</sup>	511***	80°	5 <sup>ns</sup>	238°
Tratamento	5	6,35 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	15,62*	7,80***	1,52***	0,00***	258*	1284***	16***	707***
Resíduo	35	3,58	0,03	5,83	0,41	0,14	0,00	94	40	3	116
C.V. (%)		13,30	18,25	23,05	17,33	22,13	16,41	31,47	26,88	16,80	29,99

\*\*\*, \*\*, \*, ° significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10,0 %.

Quadro 9A. Análise de variância para os teores de macro e micronutrientes nas raízes de *Epidendrum ibaguense* como variáveis de doses de calcário

FV	GL	Quadrado médio									
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B
Blocos	7	2,36 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	0,35*	0,58**	0,68**	18068*	29*	541 <sup>ns</sup>	318***
Tratamento	5	5,91 <sup>ns</sup>	0,07**	7,04*	9,56***	6,82***	0,05 <sup>ns</sup>	86577***	412***	1235*	152*
Resíduo	35	6,87	0,02	2,56	0,15	0,14	0,15	5747	11	436	55
CV (%)		20,19	10,17	19,97	12,25	15,89	18,56	19,92	20,88	45,41	19,48

\*\*\*, \*\*, \*, ° significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10,0 %.

Quadro 10A. Análise de variância para as variáveis: matéria seca de caule (MSC), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST), relação raiz parte aérea (RA/PA), número de unidades de parte aérea (UPA), Maior unidade de parte aérea (MPA), comprimento médio da parte aérea cmPA, como variáveis da aplicação de fertilizantes orgânicos e, ou, minerais

FV	GL	Quadrado médio						
		MSC	MSR	MST	RA/PA	UPA	MPA	CMPA
Blocos	4	2,19**	1,77**	4,56***	0,01 <sup>ns</sup>	8,44**	23,51*	9,26**
Tratamento	11	7,50***	17,17***	12,94***	0,28***	13,29***	56,92***	7,15**
Resíduo	44	0,50	4,85	0,81	0,01	3,28	9,29	2,58
C.V. (%)		23,71	26,32	21,22	22,38	22,85	17,21	15,21

\*\*\*, \*\*, \*, ° significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10,0 %.

Quadro 11A. Teores de macro e micronutrientes na parte aérea de *Laelia purpurata* 'werkhauseri' x *Laelia Lobata* 'Jenni' em resposta a adição de fertilizantes orgânicos e, ou, minerais

FV	GL	Quadrado médio										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
Blocos	4	5,82 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	49,93°	1,99 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,37	935,71 <sup>ns</sup>	53,51 <sup>ns</sup>	3288,00 <sup>ns</sup>	148,00 <sup>ns</sup>	8,68°
Tratamento	11	372,56***	2,35***	101,34***	26,80***	6,63***	7,57***	4736,02***	2273,16***	20421,00***	93847,00***	14,60***
Resíduo	44	11,77	0,10	18,76	2,32	0,31	0,27	554,79	65,22	1727,00	706,00	3,56
C.V. (%)		17,00	19,06	16,31	15,61	22,49	22,87	23,54	17,57	17,65	19,32	23,54

\*\*\*, \*\*, \*, ° significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10,0 %.

Quadro 12A. Conteúdo de macro e micronutrientes na parte aérea *Laelia purpurata* 'werkhauseri' x *Laelia Lobata* 'Jenni' em resposta a adição de fertilizantes orgânicos e, ou, minerais

FV	GL	Quadrado médio										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
Blocos	4	1198,80**	8,02*	3457,00***	265,98**	26,50°	14,25	0,00004	0,00810**	0,11880*	0,05477*	0,00031**
Tratamento	11	3299,88***	31,82***	8051,00***	693,39***	265,29***	62,54***	0,00035***	0,00816***	0,31147***	5,73899***	0,00006 <sup>ns</sup>
Resíduo	44	318,47	2,83	584,00	73,71	12,13	8,28	0,00003	0,00148	0,03770	0,81543	0,00007
C.V. (%)		30,40	33,08	28,77	29,73	41,03	43,17	45,27	31,86	29,30	37,97	23,54

\*\*\*, \*\*, \*, ° significativo pelo teste F a 0,1; 1,0; 5,0 e 10,0 %.