



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS VISUAIS DE
DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE *ALPINIA*
PURPURATA CV. JUNGLE KING**

ANA PRISCILLA MIRANDA NAIFF

Belém-PA
2007



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS VISUAIS DE
DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE *ALPINIA*
PURPURATA CV. JUNGLE KING**

ANA PRISCILLA MIRANDA NAIFF

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de **Mestre**.

Orientador: **Eng. Agr. Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas**

Belém-PA
2007



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS VISUAIS DE
DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE *ALPINIA*
PURPURATA CV. JUNGLE KING**

ANA PRISCILLA MIRANDA NAIFF

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de **Mestre**.

Aprovada em 29 de junho de 2007.

BANCA EXAMINADORA:

Eng. Agr. Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas
(Orientador)
Embrapa Amazônia Oriental

Eng. Agr. Dr. Dílson Augusto Capucho Frazão
(Embrapa Amazônia Oriental)

Eng. Agr. Dr^a. Luiza Hitomi Igarashi Nakayama
(Comissão Executiva de Plano da Lavoura Cacaueira-CEPLAC)

Eng. Agr. Prof. Dr^a. Ana Regina Araújo Martins
(Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA)

Naiff, Ana Priscilla Miranda

Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em plantas de alpinia purpurata cv. Jungle king/Aana Priscilla Miranda Naiff.- Belém, 2007.

75f.: il

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2007.

1. Floricultura 2. Composição mineral 3. Deficiência 4. Alpinia purpurata I. Título.

CDD – 635.9

A Deus

OFEREÇO

Aos meus pais **Aldenora e Raimundo (in memorian)**
A todos meus irmãos **Gabriela, Rodrigo, Fernando, Lorena, Robson Luis, Maria
Eldeniza, Maria Eduíza, Helena e Américo Weiner**
Aos meus sobrinhos **Ângelo, João, Diogo, Maria Fernanda, Maria Carolina e Ana Júlia**
A todos os meus amigos e familiares

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me guiou durante toda a vida, me iluminando em todo o caminho até essa vitória.

Aos meus pais, especialmente ao meu paizinho que não está mais aqui, mais sei que onde estiver está me dando força e feliz com o cumprimento de mais uma etapa da minha vida.

A toda minha família, em especial a minha irmã Gabriela Hermes, que mesmo de longe sempre esteve comigo, pela colaboração, apoio e compreensão, que foi de grande importância durante essa jornada.

Ao Prof. Pesquisador Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas, pela orientação, ensinamentos e aprendizados de grande valia, sem os quais não estaria aqui, além da compreensão e paciência ao longo desses anos.

Ao Pesquisador Dr. Dílson Augusto Capucho Frazão pela colaboração, apoio e amizade.

Aos amigos e funcionários da Embrapa Amazônia oriental Maximiliano Figueiredo da Silva e Inocêncio Bernardo Neto, pela colaboração e apoio durante a realização deste trabalho.

À Eng. Agrônoma Rissandréia Vasconcellos por todo apoio, auxílio, paciência e compreensão que foi de grande importância para a realização deste trabalho e a companheira de mestrado e amiga Érica Ferreira Rodrigues, pela amizade, apoio na etapa final dessa jornada.

Às amigas e Eng. Agrônomas Milena Fonseca e Danielle Fontenelle, por toda a amizade, companheirismo e apoio em todos os momentos desta jornada.

Às amigas Ruth Rocha, Otilia Chaves, Lica Chaves, Izane Prestes, Carol Damasceno pela paciência e amizade durante esse período tão importante em minha vida.

Aos amigos Rafael Viana, Leonardo Mendonça, Diego Gusmão, Fabianne Alves, Odilon Loyanne Silva, Felipe Sá, Iulla Naiff, Elza Ivone, Alexandre Pessoa, Dheborá Azevedo, Sabrina Lima por todos os momentos e amizade .

Ao Rafael Rodrigues por ter me encaminhado, me dado força e incentivado para o caminho da pesquisa, por todo carinho, respeito e admiração que é mútua.

À minha tia Rosa de Albuquerque e seus filhos Dalmo Rogério, Silvana Carla de Albuquerque e toda essa família especial que sempre me apoiou, pelo o carinho e amor, e ao meu tio Walter Brito de Albuquerque (in memoriam) por te-los posto em minha vida.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), pela oportunidade de realização deste curso.

A CAPES, pela concessão de bolsa de estudo que foi de grande importância durante o período e realização deste trabalho.

“Confiai em DEUS”.

João 14:1

SUMÁRIO

| | P. |
|---|------|
| LISTA DE TABELAS..... | vii |
| LISTA DE FIGURAS..... | viii |
| CAPITULO 1: CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS VISUAIS DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE <i>Alpinia Purpurata</i> cv. JUNGLE KING..... | 13 |
| 1.1 RESUMO..... | 13 |
| 1.2 ABSTRACT..... | 14 |
| 1.3 INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 1.4 REVISÃO DE LITERATURA..... | 16 |
| 1.4.1 Característica da planta..... | 16 |
| 1.4.2 Importância econômica das plantas ornamentais tropicais..... | 17 |
| 1.4.3 Condições edafoclimáticas..... | 18 |
| 1.4.4 Crescimento e nutrição mineral..... | 19 |
| 1.4.4.1 Nitrogênio..... | 20 |
| 1.4.4.2 Fósforo..... | 22 |
| 1.4.4.3 Potássio..... | 23 |
| 1.4.4.4 Cálcio..... | 25 |
| 1.4.4.5 Magnésio..... | 28 |
| 1.4.4.6 Enxofre..... | 30 |
| 1.4.5 Interação entre os macronutrientes..... | 31 |
| 1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 33 |
| CAPÍTULO 2: EFEITO DA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES NA SINTOMATOLOGIA DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King..... | 36 |
| 2.1 RESUMO..... | 36 |
| 2.2 ABSTRACT..... | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3 INTRODUÇÃO..... | 38 |
| 2.4 MATERIAL E MÉTODOS..... | 38 |
| 2.4.1 Local e condução do experimento..... | 38 |
| 2.4.2 Variáveis avaliadas..... | 40 |
| 2.4.3 Análise estatística..... | 41 |
| 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 41 |
| 2.5.1 Sintomas visuais de deficiências de macronutrientes..... | 41 |
| 2.5.1.1 Nitrogênio..... | 41 |
| 2.5.1.2 Fósforo..... | 42 |
| 2.5.1.3 Potássio..... | 44 |
| 2.5.1.4 Cálcio..... | 45 |
| 2.5.1.5 Magnésio..... | 46 |
| 2.5.1.6 Enxofre..... | 47 |
| 2.5.2 Crescimento..... | 47 |
| 2.5.2.1. Efeito da omissão de macronutrientes sobre a altura de plantas, número de folhas, numero de perfilhos, comprimento da haste maior e teor de clorofila..... | 47 |
| 2.5.2.2 Efeito da omissão de macronutrientes sobre as massas secas de folhas, hastes, raízes, parte aérea e total, da relação parte aérea e o sistema radicular e de crescimento relativo..... | 49 |
| 2.6 CONCLUSÕES..... | 55 |
| 2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 56 |
| CAPÍTULO 3: EFEITO DA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES NOS TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE <i>Alpínia purpurata</i> cv.Jungle King..... | 58 |
| 3.1 RESUMO..... | 58 |
| 3.2 ABSTRACT..... | 59 |
| 3.3 INTRODUÇÃO..... | 60 |
| 3.4 MATERIAL E MÉTODOS..... | 60 |

| | |
|--|----|
| 3.4.1 Variáveis avaliadas e análise da massa seca | 61 |
| 3.4.2 Análise estatística | 62 |
| 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 62 |
| 3.5.1 Teor e conteúdo de macronutrientes nas folhas de plantas de alpínia | 62 |
| 3.5.1.1 Nitrogênio..... | 62 |
| 3.5.1.2 Fósforo..... | 66 |
| 3.5.1.3 Potássio..... | 67 |
| 3.5.1.4 Cálcio..... | 69 |
| 3.5.1.5 Magnésio..... | 70 |
| 3.5.1.6 Enxofre..... | 72 |
| 3.6 CONCLUSÕES | 75 |
| 3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 76 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabela 1 | Composição química da solução nutritiva (ml/L) de Hogland & Arnon (1950), utilizada no experimento com <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King.. | 40 |
| Tabela 2 | Altura das plantas (ALT), número de folhas (NF), número de perfilhos (NP) e teor de clorofila (TC) em função dos tratamentos..... | 48 |
| Tabela 3 | Médias de massas secas (g/planta) de folhas (MSF), haste (MSH), raízes (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST); relação parte aérea e o sistema radicular (PA/SR) e de crescimento relativo (CR), em função dos tratamentos..... | 50 |
| Tabela 4 | Teores de macronutrientes nas folhas de plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King em função dos tratamentos..... | 62 |
| Tabela 5 | Comparação entre os teores foliares de nutrientes, nos tratamentos completo e deficientes, em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King, bastão do imperador e helicônia..... | 63 |
| Tabela 6 | Amplitude de variação dos teores de macronutrientes em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King, em função dos tratamentos..... | 65 |
| Tabela 7 | Conteúdo de macronutrientes mg/planta) em folhas de plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King, em função dos tratamentos..... | 65 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | Visão geral do experimento em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King..... | 39 |
| Figura 2 | Plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de nitrogênio (-N) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de nitrogênio (-N) e sem deficiência, tratamento completo (C)..... | 42 |
| Figura 3 | Plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de fósforo (-P) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de fósforo (-P) e sem deficiência, tratamento completo (C)..... | 43 |
| Figura 4 | Plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de potássio (-K) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de potássio (-K) e sem deficiência, tratamento completo (C)..... | 44 |
| Figura 5 | Plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de cálcio (-Ca) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de cálcio (-Ca) e sem deficiência, tratamento completo (C)..... | 45 |
| Figura 6 | Plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de magnésio (-Mg) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de magnésio (-Mg)..... | 46 |
| Figura 7 | Plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de enxofre (-S) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King com deficiência de enxofre (-S) e sem deficiência, tratamento completo (C)..... | 47 |
| Figura 8 | Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca das folhas de plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King..... | 51 |
| Figura 9 | Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca das hastes de plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King..... | 51 |
| Figura 10 | Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca da parte aérea de plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King..... | 52 |
| Figura 11 | Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca das raízes de plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King..... | 53 |
| Figura 12 | Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca total de plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King..... | 54 |

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 13 | Efeito da omissão de macronutrientes sobre a relação parte aérea / raiz em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King..... | 54 |
| Figura 14 | Efeito de omissões de macronutrientes sobre o crescimento relativo em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King..... | 55 |
| Figura 15 | Teores de nitrogênio (g kg^{-1}) em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparados à faixa de teor de nitrogênio (5° e 6° folhas), considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004)..... | 64 |
| Figura 16 | Teores de fósforo (g kg^{-1}) em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparados à faixa de teor de fósforo (5° e 6° folhas), considerada adequada Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004)..... | 67 |
| Figura 17 | Teores de potássio (g kg^{-1}) em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparados à faixa de teor de potássio (5° e 6° folhas), considerada adequada Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004)..... | 68 |
| Figura 18 | Teores de cálcio (g kg^{-1}) em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparados à faixa de teor de cálcio (5° e 6° folhas), considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004)..... | 70 |
| Figura 19 | Teores de magnésio (g kg^{-1}) em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparados à faixa de teor de magnésio (5° e 6° folhas), considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004)..... | 71 |
| Figura 20 | Teores de enxofre (g kg^{-1}) em plantas de <i>Alpinia purpurata</i> cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparado à faixa de teor de enxofre (5° e 6° folhas), considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004)..... | 73 |
| Figura 21 | Comparação da faixa de teor foliar de macronutriente do presente trabalho (tratamento completo) e a faixa de teor foliar adequada para alpinia, determinada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004)..... | 74 |

CAPÍTULO 1: CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS VISUAIS DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE *ALPINIA PURPURATA* CV. JUNGLE KING.

1.2 RESUMO

A *Alpínia purpurata* (Vieill.) Schum é uma planta tropical herbácea da família Zingiberaceae, sendo bastante difundida no Brasil e cultivada em jardins para formação de maciços florais. Seu uso como flor de corte tem crescido substancialmente, nos últimos anos, em função da grande durabilidade e exuberância de suas inflorescências, além da possibilidade de contínuo florescimento no transcorrer do ano. A floricultura é uma realidade hoje, um agronegócio que se tornou visível por ser uma atividade competitiva, altamente rentável, que exige a utilização de tecnologias, conhecimento técnico e promove a fixação do homem no campo. O Estado do Pará apresenta condições favoráveis para contribuir no atendimento desse mercado, entretanto, a produtividade de flores de corte é baixa, em virtude do pouco conhecimento dos diferentes componentes do sistema de produção, especialmente, com relação aos estudos de melhoramento genético, nutrição, adubação e calagem entre outros. Nesse contexto, plantas de alpínia foram cultivadas em casa de vegetação da Embrapa Amazônia Oriental, em substrato de quartzo moído, irrigadas com solução nutritiva de Hogland & Arnon (1950), e submetidas aos tratamentos: Completo (macro + micronutrientes) e omissão de N, P, K, Ca, Mg e S. As unidades experimentais foram constituídas por um vaso contendo uma planta. Avaliou-se a altura, número de folhas, número de perfilhos, teor de clorofila, massa seca de folhas, hastes e raízes e teor dos nutrientes nas folhas. Após 15 dias do início dos tratamentos, começaram a surgir os primeiros sintomas de deficiências. No tratamento com omissão de magnésio observou-se, de imediato, a deficiência desse nutriente na planta. A altura de plantas dos tratamentos com omissão de nutrientes, com exceção do tratamento com omissão de enxofre, foi reduzida significativamente em relação ao tratamento completo. O nutriente enxofre apresentou-se significativamente superior quanto ao número de folhas em relação ao tratamento completo. Os teores dos nutrientes, sem deficiências (completo) e deficientes, obtidos nas folhas de alpínia foram: N= 25,16 e 16,1 g kg⁻¹; P= 5,10 e 1,4 g kg⁻¹; K= 36,14 e 16,8 g kg⁻¹; Ca= 5,92 e 0,7 g kg⁻¹; Mg= 5,64 e 1,3 g kg⁻¹ e S= 4,16 e 2,0 g kg⁻¹..

Palavras- chave: Floricultura; composição mineral; deficiência; alpínia

CHAPTER 1: GROWTH, MINERAL COMPOSITION AND VISUAL SYMPTOMS AND MACRONUTRIENT DEFICIENCIES IN *ALPINIA PUPURATA* CV. JUNGLE KING PLANTS

1.3 ABSTRACT

The *Alpina Purpurata* (Vieill.) Schum is a herbaceous tropical plant of the Zingiberaceae family, being sufficiently spread out in Brazil and cultivated in gardens for formation of floral bulks. Its use as cut flower has grown substantially, in recent years, in function of the great durability and exuberance of its inflorescences, beyond the possibility of continues bloom during the year. The floriculture is a reality today, an agronomics that if became visible for being a competitive activity, highly income- producing, which demands the use of technologies, knowledge technician and promotes the setting of the man in the field. The State of Pará presents favorable conditions highly to contribute in the attendance of this market, however, the productivity of cut flowers is low, in virtue of the little knowledge of the different components of the production system, especially, with regard to the studies of genetic improvement, nutrition, fertilization and calagem among others. Of this form, alpina plants had been cultivated in house of vegetation of the Embrapa Eastern Amazonia, in worn out quartz substratum, irrigated with nutritional solution of Hogland and Arnon (1950), and submitted to the treatments: Complete (macro + micronutrient) and omission of N, P, K, Ca, Mg and S. The experimental units had been constituted by a vase contend a plant. One evaluated it height, number of leaves, number of perfilhos, text of chlorophyll, dry leaf mass, connecting rods and roots and text of the nutrients in leaves. After 15 days of the beginning of the treatments, had started to appear the first symptoms of deficiencies, being been visualized and identified. In the treatment with magnesium omission it was observed, immediately, the deficiency of this nutrient in the plant. The height of plants of the treatments with omission of nutrients, with exception of the treatment with sulfur omission, was reduced significantly in relation to the complete treatment. Nutrient sulfur was presented significantly superior how much to the leaf number in relation to the complete treatment. The texts of the nutrients, without deficiencies (complete) and deficient, gotten in alpina leaves had been: 25,16 N= and 16,1 g kg⁻¹; 5,10 P= and 1,4 g kg⁻¹; 36,14 K= and 16,8 g kg⁻¹; 0,7 Ca= 5,92 and g kg⁻¹; 5,64 Mg= and 1,3 g kg⁻¹ and 2,0 S= 4,16 and g kg⁻¹.

Key words: floriculture, mineral composition, deficiency, alpina

1.4 INTRODUÇÃO

O mercado mundial de flores vem apresentando crescimento anual em torno de 10% desde a década de 90, constituindo um dos segmentos econômicos de grande importância para a Organização Mundial do Comércio (OMC). Apesar da pequena participação brasileira no mercado internacional, a floricultura nacional apresenta um amplo e crescente mercado consumidor (LAMAS, 2004).

A exportação brasileira de plantas ornamentais dobrou nos últimos dez anos, o que evidencia a potencialidade de crescimento dessa cadeia produtiva. Apenas no primeiro trimestre de 2005, a exportação de flores e plantas ornamentais atingiu 6,6 milhões de dólares, importância recorde para o período e que superou em 23,1% o valor exportado entre os meses de janeiro e março do ano anterior (JÚNIOR et al., 2005).

Diante do aumento da demanda de flores e plantas ornamentais, tanto no mercado nacional como no internacional principalmente de bulbos de flores de corte, plantas envasadas e folhagens, a floricultura vem se expandindo no Brasil. A atividade não se concentra mais apenas nos Estados do Sul e Sudeste, mas também pelo Centro-Oeste, Nordeste e Norte do País, principalmente ao redor dos centros urbanos- os maiores consumidores de seus produtos (TOMBOLATO, 2004)

As flores tropicais apresentam características favoráveis à comercialização como beleza, exotismo, variedade de cores e formas, resistência ao transporte, durabilidade pós-colheita, além de grande aceitação no mercado externo LOGES et al., (2001, citado por LAMAS, 2004).

A *Alpínia purpurata* (Vieill.) Schum, alpínia vermelha, gengibre vermelho ou panamá, conforme denominações populares, é uma planta tropical herbácea da família Zingiberaceae. É originária das florestas e campos da Indo - Malásia, sendo bastante difundida no Brasil e cultivada em jardins para formação de maciços florais. Seu uso como flor de corte tem crescido substancialmente nos últimos anos em função da durabilidade e exuberância de suas inflorescências, além da possibilidade de contínuo florescimento no transcorrer do ano (LAMAS, 2002).

A maioria dos países desenvolvidos apresenta limitações para o cultivo de flores tropicais devido às condições climáticas desfavoráveis ou exigüidade do território. Este fato vem incentivando cada vez mais a produção destas flores no Brasil, principalmente nas Regiões Nordeste e Norte, devido ao clima, disponibilidade de terra, água, energia e mão de obra. Esse conjunto de fatores incide, diretamente, na qualidade do produto e possibilita custos de produção mais baixos e preços competitivos nos mercados externos (LOGES et al., 2005).

O Estado do Pará apresenta condições altamente favoráveis para contribuir no atendimento desse mercado. Especificamente no tocante à produção de flores e folhagens tropicais, observou-se que o total de área cultivada no Estado do Pará, em 2005, foi de 83, 3 hectares (JUNQUEIRA & PEETZ, 2006)

Entretanto, a produtividade de flores de corte no Estado do Pará é baixa, em virtude do pouco conhecimento dos diferentes componentes do sistema de produção, especialmente, com relação aos estudos de melhoramento genético, nutrição, adubação e calagem entre outros (BRITO et al., 2005a). Essa baixa produtividade das flores de corte tem limitado a expansão de espécie, como helicônia, bastão do imperador, alpínia e gengibre, devido a escassez de informações sobre sistemas de produção, sobretudo com relação ao manejo no campo e o fato da floricultura está estabelecida, na sua maioria em solos de baixa fertilidade, aliado ao pouco conhecimento sobre as necessidades das referidas espécies (VIÉGAS et al., 2005).

Através da técnica do elemento faltante tem-se avaliado o estado nutricional das plantas, sendo possível determinar os nutrientes limitantes para o desenvolvimento da cultura em qualquer tipo de solo. Dessa forma tratando-se de uma cultura que tende a se expandir na região Norte, assim como, nas demais regiões brasileiras e sabendo-se que conhecimentos sobre nutrição mineral de plantas são de fundamental importância, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o crescimento, caracterizar os sintomas de deficiências de N, P, K, Ca, Mg e S e determinar a composição mineral desses nutrientes em folhas de plantas de alpínia.

1.5 REVISÃO DE LITERATURA

1.5.1 Característica da planta

A alpínia pertence à divisão Magnoliophyta; classe Liliopsida; ordem Zingiberales; família Zingiberaceae, Gênero *Alpínia* e espécie *Alpínia purpurata* (Vieill) Schum.

De acordo com Lamas (2002), as principais características botânicas da alpínia são:

a) Plantas tropicais perenes, de crescimento vigoroso, formando touceiras espessas, de até 1,5m de expansão. Tem odor característico que se assemelha ao de gengibre, possuindo altura variável entre 1,5 e 7,0 m de altura, apresentando folhas lanceoladas, com bordas orladas, produzidas em talos densos. Possui inflorescências terminais, com flores brancas e pequenas, protegidas por brácteas, que dependendo da variedade, podem ter colorações rosa, vermelho e cores intermediárias as duas, podendo apresentar-se eretas ou pendulares e com diferente

formas. Suas flores tubulares são produzidas em agrupamentos do pedúnculo das inflorescências;

b) Florescem durante o ano todo com picos de produção, a exemplo o Estado do Nordeste onde esses picos ocorrem nos meses de novembro a abril e se reproduzem por sementes, rizomas, hastes caulinares e por divisão de touceiras.

As principais cultivares de alpínias, plantadas comercialmente para produção de flores de corte são: Red Ginger, Eillen McDonald, Jungle King e Jungle Queen, sendo que atualmente, há também cerca de 14 novos clones, denominados Kimi, os quais tem apresentado excelente produção (LUZ et al., 2005).

1.5.2 Importância econômica das plantas ornamentais tropicais

Atualmente a floricultura é considerada uma atividade econômica de grande relevância no agronegócio internacional e nacional devido, principalmente à criação de um elevado número de empregos diretos e indiretos e ao valor de sua produção e comercialização (JÚNIOR et al., 2005).

De acordo com Júnior et al. (2005), atualmente a produção mundial de flores e plantas ornamentais ocupa uma área de cerca de 190 mil hectares, movimentando valores em torno de US\$ 16 bilhões por ano, somente do setor de produção e no varejo atinge cerca de US\$ 44 bilhões, sendo que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estima que o mercado mundial de flores atinja US\$ 94 bilhões ao ano. Segundo Kiyuna, Angelo & Coelho (2006), as exportações brasileiras de floricultura apresentaram crescimento de 99,13%, no período de 1996 a 2004, sendo que o valor acumulado das exportações de produtos da floricultura brasileira, de janeiro a setembro de 2006, atingiu US\$ 24,2 milhões, com um crescimento de 16,1% em relação ao mesmo período de 2005 (US\$ 20,9 milhões), segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento Indústria (SECEX-MDIC). Já as importações somaram US\$ 6,8 milhões, apresentando variação positiva de 56,5% em relação aos mesmos meses de 2005.

A floricultura tropical é uma atividade que está em expansão no Brasil e no mundo por destacar-se como um agronegócio gerador de renda, fixador de mão-de-obra no campo e adequado como cultura alternativa para pequenos produtores (LINS & COELHO, 2004).

A floricultura no Estado do Pará de acordo com Junqueira & Peetz (2006), desponta, atualmente, como um promissor segmento do agronegócio regional, sendo que a área total cultivada com flores e plantas ornamentais na região da grande Belém atinge atualmente

233,13 ha, sendo que apenas no setor produtivo rural são gerados, um total de 485 empregos diretos e deste total 215 (44,33%) são constituídos pelo emprego da mão-de-obra familiar. O mercado de flores e plantas ornamentais em Belém e região, ainda segundo Junqueira & Peetz, movimentam anualmente R\$ 35 milhões, incluindo as vendas globais no varejo e no setor de prestação de serviços, nesse total, a participação da floricultura paraense chega a representar 11,2%, através da geração de um fluxo de comércio de pouco mais de R\$ 3,9 milhões anuais, sendo os maiores produtores os municípios de Benevides, com 30,7 ha (36,9% da área total); Castanhal, com 20 ha (24%); Santa Izabel do Pará, com 10,8 ha (13%); Santa Bárbara do Pará, com 10,23 ha (12,3%); Marituba, com 6,15 ha (7,4%) e outros com 5,4 ha (6,5%).

Comparativamente ao ano de 2004, o crescimento da produção de hastes de flores tropicais na região foi de 49,67%, passando de 310.000 hastes/ano para os atuais 463.992 hastes/ano em 2006 (JUNQUEIRA & PEETZ, 2006).

1.5.3 Condições edafoclimáticas

Dentre os fatores positivos à expansão do cultivo de flores tropicais no Estado do Pará, destacam-se as condições ambientais amazônicas altamente favoráveis, principalmente, no que concerne à temperatura e a umidade, não necessitando de investimentos, como construção de estufas, como acontece no sul e sudeste do Brasil (CORREA & NAKAYMA, 2005).

As plantas produtoras de flores tropicais como alpínia, bastão-do-imperador e shampoo, são pertencentes à ordem Zingiberales e, de modo geral, são originárias regiões de clima quente, que apresentam índices de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade do ar elevados (CORREA & NAKAYAMA, 2005).

Segundo Brickell et al. (1996), alpínia desenvolve-se bem em condições de meia-sombra, sendo que sob um sombreamento de 20 a 45%, as plantas apresentam bom desenvolvimento vegetativo e florescimento adequado. A necessidade luminosa oscila de 50.000 a 75.000 lux, podendo também ser cultivadas em pleno sol e a temperatura ótima para produção de alpínia esta entre 22° C e 35°C, com temperatura máxima noturna de 27°C e mínima de 18°C, e a umidade de ar de 60% a 80% (LAMAS 2002).

De acordo com Luz et al. (2005), a cultura da alpínia desenvolve-se bem em solos profundos, ricos em matéria orgânica e bem drenados, devendo ser mantidos sempre úmidos, , contudo sem causar excesso, pois a alpínia é bastante sensível à falta de umidade do solo,

podendo afetar a qualidade da produção e causar morte da touceira. A saturação de bases deve estar na faixa de 70% , assim como, o pH ideal para cultivo deve ser de 5,6 a 6,2.

1.5.4 Crescimento e nutrição mineral

Em geral, a falta de macro e micronutrientes afetam o desenvolvimento de plantas cultivadas, em razão das várias funções que estes nutrientes desempenham durante o ciclo da vida da planta.

De acordo com Mengel & Kirkby (1987) e Malavolta, Vitti & Oliveira (1997) planta normal é aquela que apresenta, no seu tecido, todos os macro e micronutrientes em quantidades e proporções não limitantes para o crescimento em todas as fases do seu ciclo de vida. Se um dos elementos químicos essenciais à planta está em quantidades insuficientes ou em combinações químicas indisponível, a deficiência deste elemento provocará desequilíbrio nos processos metabólicos da planta. Eventualmente esses distúrbios metabólicos manifestam-se através de sintomas visíveis, como baixo desenvolvimento, amarelecimento ou purpureamento de folhas e outras anormalidades, que dependem também da severidade da deficiência, da espécie ou variedades da planta em particular e de fatores ambientais (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

A falta dos nutrientes essenciais propiciará o desenvolvimento lento da planta, ocasionando dessa forma o aparecimento de sintomas como: caules finos e muitas vezes rachados, folhas eretas com crescimento desuniforme e menores devido ao menor número de células; senescência precoce, redução no perfilhamento (MALAVOLTA, VITTI & OLIVEIRA, 1997).

Para o desenvolvimento, as plantas necessitam de luz, água e nutrientes, que podem ser consumidos em maior ou menor quantidade, sendo que os nutrientes que exercem função vital na planta são considerados essenciais. Determinadas situações podem indicar a possibilidade do aparecimento de sintomas de deficiência nutricional, como baixo teor de nutrientes revelados pela análise do solo e do tecido foliar na planta. Para se conhecer as exigências minerais de uma planta, é necessário analisar amostra da referida cultura, oriundos de experimentos em casa de vegetação utilizando solo ou solução nutritiva, e no campo.

1.5.4.1 Nitrogênio

O nitrogênio é absorvido pelas plantas, preferencialmente, nas formas iônicas de nitrato (NO_3) e amônio (NH_4^+). O nitrogênio absorvido na forma amoniacal e nítrica sofre um processo conhecido como redução assimilatória do nitrato, para ser incorporado aos compostos orgânicos do carbono, tais como os diversos aminoácidos formadores das proteínas, enzimas e coenzimas, além de ser constituinte das moléculas de clorofila (MALVOLTA, 1980; MALAVOLTA, 1985).

O nitrogênio é absorvido facilmente e distribuído nas plantas via floema. Segundo Malavolta (1985) e Malavolta, Vitti & Oliveira (1997), as plantas deficientes se desenvolvem menos que as supridas com esse elemento. Quando o suprimento é insuficiente, a partir de um dado momento o nitrogênio das folhas velhas é mobilizado (redistribuído) para os órgãos e folhas mais novos, conseqüentemente, plantas deficientes em nitrogênio mostram os sintomas principalmente nas folhas velhas, com um amarelecimento ou clorose decorrente de um decréscimo no conteúdo de clorofila.

Em planta de bastão do imperador (*Etiligera elatior* R. M. Smit) Brito et al. (2005b), estudando o efeito da omissão de macronutrientes na produção de matéria seca, constataram que o nitrogênio foi um dos nutrientes estudados que mais limitou a produção de massa seca quando comparado ao tratamento completo.

Ainda em plantas de bastão do imperador Brito et al. (2005a), constataram que as plantas submetidas à omissão de nitrogênio apresentaram folhas menores, com clorose no ápice das folhas mais velhas, que se estendeu pelos bordos, seguido de necrose no tecido foliar. A faixa ótima de teor foliar definidos para bastão, tendo como base a coleta e análise foliar da parte mediana da 5ª e 6ª folhas, segundo Mills & Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), é de 20,00 a 40,00 g kg⁻¹ de N.

Viégas & Frazão (2007), em plantas de bastão do imperador, constataram teores foliares de nitrogênio de 20,9 a 21,7 g kg⁻¹ de N em plantas sem deficiência e de 13,1 a 14,6 g kg⁻¹ de N em plantas com deficiência.

Rodrigues et al. (2006), estudando efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca de helicônia, constatou que o nitrogênio foi o nutriente que mais afetou a produção de matéria seca quando comparado ao tratamento completo, sendo os valores de matéria seca total de 14,19g/planta sem a aplicação de nitrogênio e 48,52g/planta para o tratamento completo.

Verona et al. (2005), trabalhando com plantas de helicônia, constataram como sintomas de deficiências de nitrogênio, clorose em todas as folhas, intensificada nas folhas mais novas, o que foi observado também por Viégas et al. (2005), que constataram como sintomas de deficiências de nitrogênio clorose generalizada nas folhas mais velhas e com a intensidade do sintoma ocorreu necrose. Levando-se em consideração a 5^o e 6^o folha a faixa ótima de nitrogênio para helicônia é de 16,7 a 17,9 g kg⁻¹ de N (MILLS & JONES JUNIOR, 1996 citado por LAMAS, 2004).

Estudando o efeito da calagem no teor de macronutrientes em plantas de helicônia em Latossolos Amarelos do Estado do Pará, Souza (2006), constatou que para o nitrogênio, o teor nas folhas, variou de 23,23 a 28,62 g kg⁻¹ de N.

Viégas & Frazão (2007), estudando os teores de macronutrientes em folhas de helicônia vr. Golden torch, constataram que plantas sem deficiência apresentaram valores de 20,6 a 24,1 g kg⁻¹ de N e com deficiências apresentaram valores de 11,9 a 14,1 g kg⁻¹ de N

Plantas de antúrio com sintomas de deficiência de nitrogênio apresentam-se pouco desenvolvidas, folhas pequenas e em reduzido número. As folhas mais velhas perdem gradualmente a coloração verde, que é substituída por uma coloração verde clara, terminando por apresentarem uma coloração amarela, e numa fase mais avançada de carência, as folhas de coloração amarela apresentam áreas necróticas (NOGUEIRA et al., 1980). Segundo Tombolato et al. (1996), a faixa adequada de teor de nitrogênio para antúrio é de 16 a 30 g kg⁻¹ de N.

Os sintomas de deficiências de N em plantas de crisântemo caracterizam-se por um amarelecimento das folhas mais velhas e uma paralisação no crescimento das mais novas, poucas folhas e ramificações, e flores em número e tamanho reduzidos (CARVALHO et al., 2005). Segundo Tombolato et al. (1996), a faixa de teor de nitrogênio considerado adequado para o crisântemo é de 16 a 30 g.kg⁻¹ de N, considerando como base folhas maduras totalmente expandidas.

De acordo com Mills & Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), os teores considerados adequados para plantas de alpínia, levando em consideração a 5^o e 6^o folhas, é de 21,9 a 27,0 g.kg⁻¹ de N.

1.5.4.2 Fósforo

O fósforo é absorvido principalmente como íon H_2PO_4^- e em pequenas quantidades do íon ortofosfato secundário (HPO_4^{2-}). O pH do solo influencia na relação de absorção desses dois íons (EPSTEIN, 1975).

O fósforo é constituinte das proteínas citoplasmáticas e nucleares e atua num papel importante do metabolismo dos carboidratos e das transferências de energia (MENGEL & KIRKBY, 1987).

O fósforo tem importante função nas plantas como constituintes de compostos armazenadores de alta energia, como o ATP (Trifosfato de adenosina). É através da utilização dessa energia, que a semente germina, a planta efetua a fotossíntese, absorve de forma ativa os nutrientes do solo e sintetiza vários compostos orgânicos. Os primeiros compostos orgânicos formados com o fósforo, dentro da planta, são as fosfohexoses o difosfato de uridina, que são precursores do ATP (MALAVOLTA, 1980; MALAVOLTA, 1985).

Segundo Malavolta (1985), o fósforo é o elemento que mais comumente limita a produção das culturas, particularmente das anuais; sua absorção é fortemente influenciada pela concentração de Mg^{+2} no meio e o efeito é sinérgico. As micorrizas aumentam a superfície absorvente das raízes das plantas promovendo maior absorção do $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$.

Do mesmo modo que acontece com o N, o fósforo se redistribui facilmente na planta, em particular quando sobrevém a sua falta; há uma diminuição no crescimento, as folhas mais velhas das plantas carentes em fósforo mostram, a princípio, uma coloração verde escuro azulada, causada pela maior concentração relativa da clorofila, podendo ocorrer tonalidades roxas nas folhas e no caule (MALAVOLTA, 1980).

Segundo Rodrigues et al. (2006), estudando o efeito da omissão de nutrientes na produção de massa seca de planta de helicônia, observou que o fósforo foi limitante na produção de massa seca total quando comparado ao tratamento completo, diferindo estatisticamente entre si, sendo os valores de massa seca do tratamento completo e omissão de fósforo de 48,52g/planta e 32,77 g/planta respectivamente.

Em plantas de helicônia, Viégas et al. (2005), constataram que a deficiência de fósforo causou coloração verde escura nas folhas e uma forte redução na altura da planta. De acordo com Mills & Jones Junior (1996 citado por Lamas, 2004), a faixa ótima de teor de fósforo em helicônia com base nas 5ª e 6ª folha é de 2,7 a 3,9 g kg^{-1} de P.

Verona et al. (2005), também em plantas de helicônia constataram como sintomas de deficiência de fósforo o baixo perfilhamento e diminuição do sistema radicular.

Souza (2006), estudando efeito de doses de calcário em plantas de helicônia em dois tipos de solos, obteve teor foliar máximo de 8,03 g kg⁻¹ de P para o Latossolo Amarelo Textura Média e de 6,30 g kg⁻¹ de P para o Latossolo Amarelo Barro Argilo Arenoso.

Viégas & Frazão (2007), estudando teores foliares em plantas de helicônia cv. Golden torch, encontraram teores foliares de 1,7 a 1,8 g kg⁻¹ de P para plantas sem deficiência e de 0,40 a 0,58 g kg⁻¹ de P para plantas com deficiência.

De acordo com Brito et al. (2005a), os sintomas de deficiências de fósforo em plantas de Bastão do imperador, são coloração verde escuro das folhas e com a continuação da deficiência a queima do ápice das mesmas. A faixa ótima de P em plantas de bastão do imperador baseado na 5^o e 6^o folhas está na faixa de 0,25 a 1,00 g kg⁻¹ de P (MILLS & JONES JUNIOR, 1996 citado por LAMAS, 2004). Viégas e Frazão (2007), obtiveram teores foliares de 1,6 a 1,8 g kg⁻¹ de P em plantas sem deficiência e de 0,7 a 0,9 g kg⁻¹ de P em plantas com deficiência de bastão do imperador.

Em plantas de crisântemo os sintomas de deficiências de fósforo de acordo com Carvalho et al. (2005) se caracterizaram pelas folhas velhas que se tornaram amareladas, depois necrosam e finalmente secaram, ocorrendo também redução na altura da planta e das hastes, e quando as inflorescências se abriram, eram grandes e bonitas, mas ao simples toques as língulas se desprendiam em quase sua totalidade. De acordo com Tombolato et al. (1996), a faixa adequada de teor de fósforo em planta de crisântemo é de 2,5 a 10 g kg⁻¹ de P.

De acordo com Nogueira et al. (1980), trabalhando com plantas de antúrio, o sintoma de deficiências de fósforo mostrou-se com plantas com desenvolvimento inibido, apresentando reduzido número de folhas, todas pequenas, estas apresentando coloração verde intensa, assim como o sistema radicular bastante afetado e pouquíssimas raízes vivas. A faixa de teor adequado de fósforo com base em folhas maduras totalmente expandidas para antúrio é de 2,0 a 7,0 g kg⁻¹ de P (TOMBOLATO et al., 1996).

Segundo Mills & Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), a faixa de teor considerada adequada de fósforo para plantas de alpínia, levando em consideração a 5^o e 6^o folhas, é de 3,0 a 3,7 g kg⁻¹ de P.

1.5.4.3 Potássio

O potássio é absorvido pelas plantas na forma iônica (K⁺) e conduzido à parte aérea pelo xilema e também pelo floema na mesma forma; sua redistribuição interna pelo sistema de

vaso e bastante fácil. Este macronutriente se redistribui das folhas mais velhas para as mais novas, para as regiões de crescimento, como para o fruto em desenvolvimento.

O potássio movimenta-se por difusão no solo e as raízes das plantas geralmente contactam menos que 3% do solo no qual elas crescem. Isso significa que os solos devem ser bem supridos com potássio para garantir a disponibilidade e o suprimento adequado para cada estágio de desenvolvimento, até a colheita (NUTRI-FATOS, 1996).

O potássio é requerido em numerosas enzimas do metabolismo vegetal, sendo que algumas participam das reações da fotossíntese, da respiração, da síntese de amidos, proteínas e lignina, como o piruvato quinase, amido sintetase, desidrogenases e aldolases (SUELTER, 1970, citado por MARRENCO & LOPES, 2005). Plantas com falta desse nutriente apresentam menor síntese de proteínas e acúmulo de compostos nitrogenados solúveis como aminoácidos, amido e nitrato (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

Em condições de carência, o potássio pode desloca-se dos órgãos mais velhos dirigindo-se para os mais novos. Os sintomas de deficiência de potássio se manifestam primeiramente nas folhas mais velhas como clorose e depois necrose das pontas e das margens (MALAVOLTA, 1985).

Segundo Rodrigues et al. (2006), estudando efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca em plantas de helicônia, o potássio foi o quarto macronutriente que mais limitou a produção de massa seca total quando comparado ao tratamento completo, sendo os valores de 32,18g/planta para o tratamento com omissão de potássio e de 48,52g/planta para o tratamento completo.

Viégas et al. (2005), descreveram os sintomas de deficiência de potássio em plantas de helicônia, como inicialmente uma pequena faixa clorótica ao longo das margens das folhas mais velhas. A faixa ótima de teor de potássio para helicônia tendo como base a 5^ª e 6^ª folha é de 1,27 a 2,13 g kg⁻¹ de K (MILLS & JONES JUNIOR, 1996 citado por LAMAS, 2004).

Verona et al. (2005), também estudando sintomas de deficiências em plantas de helicônia, constataram como sintoma de deficiência de potássio folhas com coloração muito verde em relação ao tratamento completo.

Em plantas de helicônia cv. Golden torch, Viégas & Frazão (2007), constataram que os teores foliares em plantas sem deficiência de potássio foram de 2,2 a 2,9 g kg⁻¹ de K e em plantas com deficiência de 1,11 a 1,17 g kg⁻¹ de K.

Souza (2006), avaliando efeito de doses de calcário em dois tipos de solo em plantas de helicônia, constatou que houve aumento no teor foliar de potássio, sendo que nas doses 0,9 e 5,9 t/há de Ca obteve teores de 10,66 e 10,85 g kg de K respectivamente para plantas

cultivadas no Latossolo Amarelo textura média, e para o Latossolo Amarelo barro argilo arenoso os teores foliares de potássio variaram de 7,28 a 11,15 g kg de K.

Brito et al. (2005b), estudando o efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca em plantas de bastão do imperador, constatou que o potássio juntamente com o nitrogênio foi o nutriente que mais limitou a produção de massa seca da mesma. Segundo Mills & Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), baseados na 5^o e 6^o folhas, o nível ótimo de potássio para plantas de bastão do imperador é de 2,00 a 4,00 g kg⁻¹ de K.

Os sintomas de deficiência de potássio em plantas de bastão do imperador, manifestaram-se através do aparecimento de pontos amarelados pela borda do limbo foliar, que se uniram formando manchas cloróticas, seguidas de necrose (BRITO et al., 2005a).

Em plantas de bastão do imperador, Viégas & Frazão (2007), obtiveram teores de potássio de 13,2 a 15,0 g kg⁻¹ de K para plantas sem deficiências e de 4,8 a 6,0 g kg⁻¹ de K em plantas com deficiência.

Em plantas de antúrio os sintomas de deficiência de potássio caracterizam-se apenas por apresentarem plantas com desenvolvimento lento sem, contudo apresentar sintomas de carência deste macronutriente e no final as plantas apresentavam aspecto de murchamento (NOGUEIRA, 1980). Segundo Tombolato et al. (1996), o teor de potássio considerado adequado para plantas de antúrio é de 10 a 35 g kg⁻¹ de K.

Em plantas de crisântemo segundo Carvalho et al. (2005), os sintomas de deficiências de potássio são caracterizados por manchas amarelas distribuídas, irregularmente, na folhas mais velhas, seguida de um amarelecimento nas margens dessas folhas, e manchas necróticas. Esses sintomas apareceram posteriormente nas folhas novas, observando também um aumento no tamanho das folhas e uma redução no tamanho e número de flores. A faixa de teor de potássio considerado adequado para plantas de crisântemo, levando em consideração folhas maduras totalmente expandidas é de 40 a 60 g kg⁻¹ de K (TOMBOLATO et al., 1996)

Segundo Mills & Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), os teores considerados adequados de potássio para plantas de alpinia, tendo como base a 5^o e 6^o folhas, é de 24,6 a 33,4 g kg⁻¹ de K.

1.5.4.4 Cálcio

O cálcio é absorvido pelas raízes como Ca²⁺, sendo que altas concentrações de K⁺, Mg²⁺ e também N-NH₄⁺ diminuem sua absorção.

O cálcio absorvido e transportado no xilema e em parte pelo floema. Depois de transportado para as folhas, o cálcio se torna imóvel. E em razão da baixa mobilidade no floema, os níveis de cálcio nos diferentes órgãos da planta estão diretamente relacionados ao fluxo transpiratório via xilema (MARRENCO & LOPES, 2005).

A maior parte do cálcio do tecido vegetal se encontra sob formas não solúveis em água, como o pectato de cálcio, a principal substância da lamela média da parede celular, e sais de cálcios de baixa solubilidade como carbonatos, sulfatos, fosfatos, silicato, citrato, malato, oxalato (EPSTEIN, 1975).

O cálcio é essencial para integridade da membrana plasmática das células vegetais, especificamente para a seletividade do transporte de íons que elas realizam. Ele também protege a membrana plasmática dos efeitos deletérios dos íons hidrogênio (pH 3,9), que prejudicam as funções da membrana tão rapidamente quanto íons de sódio quando o cálcio está ausente (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

Além da função estrutural do cálcio de integrar a parede celular ele é requerido para divisão e alongação celular. Na ausência de um suprimento adequado de cálcio, o crescimento celular cessa em pouco tempo. Este nutriente também é indispensável para a germinação do grão de pólen e para o crescimento do tubo polínico. Os sintomas de deficiência de cálcio, aparecem inicialmente em órgãos e tecidos que transpiram pouco, como regiões meristemáticas, folhas novas e frutos em desenvolvimento (MARRENCO & LOPES, 2005).

Quanto ao efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca em plantas de helicônia, Rodrigues et al. (2006), observou que o cálcio foi o macronutriente que menos limitou a produção de massa seca total quando comparado ao tratamento completo, sendo os valores de massa seca total de 42,11 g/planta e 48,52 g/planta respectivamente.

Verona et al. (2005), trabalhando com plantas de helicônia, constataram que as plantas deficientes em cálcio não apresentaram sintomas de fácil visualização. Viégas et al. (2005), também trabalhando com plantas de helicônia, evidenciaram o sintoma de deficiência de cálcio somente no sistema radicular, apresentando raízes mais grossas e escuras. Tendo como base a 5ª e 6ª folhas, a faixa ótima foliar de cálcio para plantas de helicônia é de 0,75 a 0,81 g kg⁻¹ de Ca (MILLS & JONES JUNIOR, 1996 citado por LAMAS, 2004).

Em plantas de helicônia, Souza (2006), avaliando o efeito de doses de calcário em dois tipos de solo, observou que o teor foliar máximo de 6,32 g kg⁻¹ de Ca foi obtido na dose 5,12 t/ha de calcário para o Latossolo Amarelo textura média e de 13,12 g kg⁻¹ de Ca para a dose 2,20 t/ha calcário para o Latossolo Amarelo barro argilo arenoso.

Viégas & Frazão (2007), avaliando os teores foliares em plantas de helicônia cv. Gloden torch, constataram que o teor foliar de cálcio em plantas sem deficiência variou de 8,9 a 9,4 g kg⁻¹ de Ca e em plantas com deficiência variou de 3,3 a 4,6 g kg⁻¹ de Ca.

Em plantas de bastão do imperador os sintomas de deficiência de cálcio são caracterizados por apresentarem pontos cloróticos nos bordos do limbo foliar de todas as folhas da planta, sendo com maior intensidade nas folhas mais velhas, seguidos de necrose (BRITO et al., 2005). Segundo Mills & Jones Junior (1996 citado por Lamas, 2004), a faixa ótima foliar para plantas de bastão do imperador, levando em consideração a 5ª e 6ª é de 5,0 a 7,6 g kg⁻¹ de Ca.

Viégas & Frazão (2007), também em plantas de bastão do imperador, obtiveram teor foliar de cálcio em plantas sem deficiência foi de 10,4 a 12,4 g kg⁻¹ de Ca e de 3,0 a 4,5 g kg⁻¹ de Ca em plantas com deficiência.

Nogueira et al. (1980), avaliando o efeito da omissão de macronutrientes em plantas de antúrio, constatou que os sintomas de deficiências de cálcio foram traduzidos principalmente pela morte do sistema radicular apresentando coloração marrom, indicando morte das raízes, assim como formação de novas folhas foi prejudicada e as folhas já formadas apresentavam a sua coloração verde esmaecida e entremeada por listas de coloração amarelada, com maior ênfase nos bordos. O faixa de teor de cálcio para plantas de antúrio, levando em consideração folhas maduras totalmente expandidas, é de 12 a 10 g kg⁻¹ de Ca (TOMBOLATO et al., 1996).

De acordo com Carvalho et al. (2005), em plantas de crisântemo, o sintoma de deficiência de cálcio foram os primeiros a se manifestar sendo caracterizado por uma clorose aguda nas folhas mais jovens, seguida, em pouco tempo por manchas marrons nas margens das folhas, que apresentavam aspecto rijo e quebradiço e também foram observados danos às flores que ocorreram em número reduzido, com língulas mal formadas e escurecidas, com aspecto de queimadura. De acordo com Tombolato et al. (1996), a faixa adequada de teor de cálcio em plantas de crisântemo é de 10 a 20 g kg⁻¹ de Ca.

Os teores considerados adequados de cálcio para plantas de alpínia, segundo Mills & Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), tendo como base a 5ª e 6ª folhas, é de 7,5 a 13,5 g kg⁻¹ de Ca.

1.5.4.5 Magnésio

As plantas absorvem magnésio na forma de Mg^{2+} . A absorção de magnésio é reduzida por altas concentrações de K^+ , Ca^{2+} e NH_4^+ , devido à inibição competitiva entre esses cátions. A inibição pode levar a falta desse nutriente nas plantas.

O magnésio é móvel no floema, sendo que grande parte encontra-se na forma solúvel, por isso é facilmente redistribuído. Nos tecidos das plantas, cerca de 70% do magnésio total encontra-se associado com anions inorgânicos e orgânicos como malato e citrato; também pode ser encontrado associado a anions como oxalato e pectato (EPSTEIN,1975).

Além de fazer parte da clorofila na proporção de 2,7% do peso desta, o magnésio é ativador de numerosas enzimas, inclusive das “ativadoras de aminoácidos”, que catalisam o primeiro passo da síntese protéica (MALAVOLTA, 1980). No caso das enzimas transferidoras de radicais fosfatados do ATP para um receptor, forma-se um composto intermediário entre o magnésio e o trifosfato de adenosina, o que garante uma conformação espacial que permite reação (MALAVOLTA, 1980; MALAVOLTA, 1985).

Os sintomas de deficiência aparecem primeiro nas folhas maduras. Clorose marginal é comum, freqüentemente acompanhada pelo desenvolvimento de uma variedade de pigmentos. A clorose também pode começar em fragmentos ou manchas irregulares que mais tarde fundem-se e se espalham até as margens e pontas das folhas(EPSTEIN & BLOOM, 2004).

Em plantas de helicônia, Rodrigues et al. (2006), avaliando o efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca da mesma, constataram que o magnésio, assim como os demais macronutrientes limitou a produção de massa seca total quando comparado ao tratamento completo, sendo o segundo macronutriente mais limitante na produção de massa seca total, com valor de 28,59 g/planta e o tratamento completo com valor de 48,52 g/planta.

Os sintomas de deficiência de magnésio em plantas de helicônia, segundo Viégas et al. (2005), caracterizam-se por apresentar uma faixa verde ao longo da nervura principal e o restante do limbo foliar com coloração verde mais clara. Também em plantas de helicônia Verona et al. (2005), constataram como sintoma de deficiência de magnésio clorose ao longo dos bordos das folhas mais velhas e necrose dos bordos do limbo foliar. Segundo Mills & Jones Junior (1996 citado por Lamas, 2004), para plantas de helicônia levando em consideração a 5ª e 6ª folhas, o faixa ótima de teor de magnésio é de 3,3 a 3,8 g kg^{-1} de Mg.

Viégas & Frazão (2007), estudando o teor foliar de macronutrientes e zinco em plantas de helicônia cv. Golden torch, constataram que o teor foliar de magnésio em plantas sem

deficiência do mesmo apresentou teor foliar variando de 4,0 a 4,9 g kg⁻¹ de Mg, enquanto em plantas com deficiência variou de 1,2 a 1,9 g kg⁻¹ de Mg.

Souza (2006) em plantas de helicônia avaliando o efeito de doses de calcário em dois tipos de solo, observou que ocorreu aumento no teor foliar de magnésio que variou de 1,23 a 3,61 g kg⁻¹ de Mg para o Latossolo Amarelo textura média, e para o Latossolo Amarelo barro argilo arenoso na dose de 1,7 t/há de calcário obteve-se o teor foliar de 4,24 g kg⁻¹ de Mg.

Brito et al. (2005), constataram como sintoma de deficiência de magnésio em plantas de bastão do imperador, pontos amarelados nas bordas das folhas mais novas e as mais velhas mostravam seus bordos cloróticos e ápice necrosado. O nível ótimo definidos para plantas de bastão do imperador levando em consideração a 5^o e 6^o folhas é de 2,5 a 10,0 g kg⁻¹ de Mg (MILLS & JONES JUNIOR, 1996 citado por LAMAS , 2004).

Em plantas de bastão do imperador Viégas & Frazão (2007), constataram que para o magnésio as plantas sem deficiência apresentaram teor foliar desse nutriente variando de 2,6 a 3,4 g kg⁻¹ de Mg e plantas com deficiência teores de 0,7 a 0,9 g kg⁻¹ de Mg.

Em plantas de crisântemo os sintomas de deficiência de magnésio são caracterizados por um amarelecimento entre as nervuras das folhas mais novas, coloração púrpura na parte inferior das folhas, assim como aumento na altura e no tamanho das inflorescências, sendo estas de tamanho reduzido(CARVALHO et al., 2005). Para planta de crisântemo, tendo como base folhas maduras totalmente expandidas, a faixa de teor de magnésio é de 2,5 a 10 g kg⁻¹ de Mg (TOMBOLATO et al., 1996).

Nogueira et al. (1980), avaliando o efeito da omissão de macronutrientes em plantas de antúrio, descreveram como sintomas de deficiências de magnésio o sistema radicular parcialmente afetado, apresentando cerca de 30 % de raízes escuras, mortas e as folhas onduladas, sendo que as mais velhas apresentavam, ainda, uma clorose internerval acentuada, especialmente na ponta das folhas, assim como as folhas mais novas mostravam-se onduladas de coloração verde-escura. A faixa de teor adequado para plantas de crisântemo, segundo Tombolato et al. (1996), com base em folhas maduras totalmente expandidas, é de 5 a 10 g kg de Mg.

Segundo Mills & Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), tendo como base a 5^o e 6^o folhas, os teores considerados adequados de magnésio para plantas de alpínia, é de 3,5 a 7,4 g kg⁻¹ de Mg.

1.5.4.6 Enxofre

A forma de enxofre absorvida da solução do solo pelas raízes das plantas e o sulfato SO_4^{2-} . Estudos têm mostrado que a planta pode absorver o SO_2 atmosférico por meio dos estômatos das folhas e metabolizá-lo, porém de modo pouco eficiente. Folhas e frutos também podem absorver e metabolizar o S elementar usado como defensivo agrícola na forma de pó molhável aplicado nas folhas.

O metabolismo do enxofre está associado ao metabolismo do nitrogênio e carbono via suprimento de OAS, composto indispensável para assimilação do enxofre (MARRENCO & LOPES, 2005). Segundo Malavolta (1985), além de fazer parte de alguns aminoácidos e de todas as proteínas vegetais, o enxofre desempenha outras funções: como SO_4^{2-} é ativador enzimático, como SH é grupo ativo de enzimas e coenzimas, na fotossíntese participa da síntese da clorofila, da absorção do CO_2 , da atividade da carboxilase de ribulose – 2P e de reações de fosforilação; e essencial ainda no processo de fixação do N_2 pelas leguminosas noduladas (MALAVOLTA, VITTI & OLIVEIRA, 1997).

Segundo Marengo & Lopes (2005), na deficiência de enxofre, observa-se redução de síntese de proteínas, o que leva ao acúmulo do N_{org} solúvel, nitrato e amido, e à redução dos teores de clorofila e de sulfato inorgânico (S_{inorg}). Os sintomas de deficiência de enxofre caracterizam-se pela clorose, redução do crescimento e acúmulo de antocianinas, em folhas jovens e maduras, em vez de folhas velhas, devido sua baixa mobilidade (ZEIGER & TAIZ, 2004).

Em trabalho sobre o efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca em plantas de helicônia, Rodrigues et al. (2006), constataram que o enxofre limitou a produção de massa seca total quando comparado ao tratamento completo, sendo os valores de 29,25g/planta e 48,52g/planta, respectivamente.

Em plantas de helicônia os sintomas de deficiência de enxofre manifestaram-se com o amarelecimento total das folhas mais novas, acompanhada de um retardamento no crescimento (VIÉGAS et al., 2005).

Verona et al. (2005), também estudando sintomas de deficiências de macronutrientes em helicônia, descreveu como sintomatologia de omissão de enxofre apenas uma discreta clorose. O faixa ótima de teor foliar de enxofre para helicônia, considerando a 5ª e 6ª folhas é de 3,6 a 3,9 g kg^{-1} de S (MILLS & JONES JUNIOR, 1996 citado por LAMAS, 2004).

Para plantas de helicônia cv. Golden Torch, Viégas & Frazão (2007), encontraram teores de enxofre variando de 6,3 a 7,4 g kg⁻¹ de S para plantas sem deficiência e 1,2 a 1,5 g kg⁻¹ de S para plantas com deficiência.

Brito et al. (2005b), avaliando o efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca em plantas de bastão do imperador, constatou que o tratamento com omissão de enxofre foi o que menos limitou a produção de matéria seca quando comparado ao tratamento completo.

Os sintomas de omissão de enxofre em plantas de bastão do imperador, caracterizam-se por apresentar folhas mais novas estreitas e de cor verde pálido (BRITO et al., 2005a). Com base a 5^o e 6^o folhas, a faixa ótima de teor foliar de enxofre em plantas de bastão do imperador é de 0,20 a 0,40 g kg⁻¹ de S (MILLS & JONES JUNIOR, 1996 citado por LAMAS, 2004).

De acordo com Viégas & Frazão (2007), em plantas de bastão do imperador o teor foliar de enxofre para plantas sem deficiência variou de 2,1 a 2,5 g kg⁻¹ de S, enquanto em plantas com deficiência foi menor ou igual a 1,1 g kg⁻¹ de S.

Os sintomas de deficiências de enxofre em plantas de crisântemo, caracterizam-se segundo Carvalho et al. (2005), por um amarelecimento nas folhas mais novas, mantendo as bordaduras mais verdes, verificando-se posteriormente uma coloração amarelada nas folhas mais velhas, houve também uma redução no número de flores, porém as mesmas apresentaram maior diâmetro. Para as plantas de crisântemo, a faixa adequada de teor de enxofre, tendo como base folhas maduras totalmente expandidas, é de 2,5 a 7,0 g kg⁻¹ de S (TOMBOLATO et al., 1996).

Em plantas de antúrio os sintomas de deficiências de enxofre caracterizam-se somente por uma leve clorose generalizada nas folhas novas (NOGUEIRA et al., 1980). De acordo com Tombolato et al. (1996), com base em folhas maduras totalmente expandidas, o teor de enxofre adequado para plantas de antúrio é de 1,6 a 7,5 g kg⁻¹ de S.

Segundo Mills & Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), tendo como base a 5^o e 6^o folhas, os teores considerados adequados de enxofre para plantas de alpínia, é de 2,9 a 4,8 g kg⁻¹ de S.

1.5.5 Interação entre os macronutrientes

A interação significa o efeito da adição de um elemento no teor do outro que pode ser aumentado ou diminuído ou não ser modificado. Na adubação equilibrada ou num solo fértil, os nutrientes são fornecidos nas proporções mais favoráveis ao crescimento, produção e

qualidade do produto e do ambiente, o que pode ser avaliado pela análise de folha (MALAVOLTA, 2006).

Há diferentes tipos de interações entre os nutrientes, são eles: antagonismo, onde a presença de um elemento diminui a absorção de outro, evitando assim a toxidez, a exemplo o Ca^{2+} que impede a absorção exagerada do Cu^{2+} ; inibição, que consiste na diminuição de um nutriente provocada pela presença de outro íon; e o sinergismo, onde a presença de um dado elemento aumenta a absorção de outro.

De acordo com Malavolta (2006), as principais interações entre os macronutrientes são:

a) plantas deficientes em nitrogênio possuem teores menores de nitrogênio e maior de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre;

b) plantas deficientes em fósforo tendem a apresentar teores foliares menores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. O cálcio em concentrações não excessivas aumenta o teor foliar de fósforo e o excesso diminui, podendo esse efeito estar relacionado com o pH e com a formação de fosfato de cálcio insolúvel.

c) o magnésio geralmente aumenta o teor de fósforo, enquanto o potássio diminui o teor de cálcio e magnésio, sendo que o magnésio possui efeito maior que o cálcio na absorção do potássio e quanto ao efeito inibidor na absorção pode depender da planta- alto teor de cálcio no substrato reduz a absorção de potássio;

d) o fósforo parece tender a diminuir o efeito depressivo do potássio no teor foliar de magnésio;

e) geralmente as adições de nitrogênio fazem aumentar o teor de cálcio na folha, exceto se há aumento acentuado na matéria seca que causa uma diminuição aparente, e o teor foliar de cálcio diminui na presença de NH_4 , magnésio e potássio;

f) há uma relação estreita entre os teores de nitrogênio e enxofre na planta que exige 1 parte de S para 15 de N para síntese de proteínas, e geralmente a adição de enxofre aumenta a concentração de N também.

De acordo com Malavolta (1976), o antagonismo entre o K e o Ca é resultado de uma competição na solução do solo. No entanto, o Ca, em baixa concentração, pode provocar um efeito estimulante na absorção de K, porém, ao aumentar a concentração de Ca, o estímulo diminui, até ocorrer antagonismo entre esses cátions, causando redução na absorção de K pelas plantas, da mesma forma, altas concentrações de K, reduzem a absorção de Ca (SOARES; LIMA; MISCHAN, 1983).

1.6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRITO, J. do S. A.; FRAZÃO, D. A. C.; VIÉGAS, I. de J. M.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; RODRIGUES, E. do S. F.; SOUSA, G. O. de; VASCONCELOS, R. D. Efeito da omissão de macronutrientes na sintomatologia em plantas do bastão do imperador (*Etlingera elatior*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais**. Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM..

BRITO, J. do S. A.; FRAZÃO, D. A. C.; VIÉGAS, I. de J. M.; RODRIGUES, E. do S. F.; SOUSA, G. O. de; VIEIRA, R. D. Efeito da omissão de macronutrientes na matéria seca em plantas do bastão do imperador (*Etlingera elatior*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais**. Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM..

CARVALHO, J.G. de; PEREIRA, N. V.; BASTOS, A. R. R.; FERREIRA, E. V. de O.; RODRIGUES, J. D. Caracterização dos sintomas de deficiência de macronutrientes em crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivar Rage. . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais**. Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM..

CORREA, N.; NAKAYAMA, L. H. **Produção de flores tropicais temperadas e folhagens: floricultura como empreendimento**. Curso especialização UEPA, Belém , 2005.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas : princípios e perspectivas**. Londrina: Ed. Planta, 2004.

_____, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo: USP, 1975. 341p.

JÚNIOR, F. L. C; PAIVA, B. M. de; ESTANISLAU, M. L. L. Perspectivas para exportações de flores e plantas ornamentais. **Informe agropecuário**, v. 26, n. 227, p. 62-72, 2005.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. **Perfil da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais da mesorregião metropolitana de Belém**. Informativo Floricultura, Ano 2, nº. 2, janeiro/abril de 2006.

KIYUANA, I.; ANGELO, J. A.; COELHO, P. J. **Flores: desempenho do comércio exterior no período janeiro- setembro de 2006**. Análises e indicadores do agronegócio, v. 1, nº. 10, outubro de 2006.

LAMAS, A. M. **Floricultura tropical: técnicas de cultivo**. Recife: SEBRAE-PE, 2002. 87p. (Série Empreendedor).

_____, A. da M. **Flores: Produção, Pós- colheita e Mercado**. Curso Técnico- Frutal 2004. 11º Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria. Fortaleza, 2004.

LOGES, V.; TEIXEIRA, M.C. F.; CASTRO, A.C.R.; COSTA, A.S. Colheita, pós- colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.699-702, jul. - set 2005.

LUZ, P. B. da; ALMEIDA, E. F. A.; PAIVA, P. D. de O.; RIBEIRO, T. R. Cultivo de flores tropicais. **Informe agropecuário**, v. 26, n. 227, p. 62-72, 2005.

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

_____, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980, 251p.

_____, E. Nutrição mineral. IN: FERRI, M. G. (coord.). **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. São Paulo : EPU, 1985. v. 1. p. 97-114.

_____, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba : POTAFOS, 1997. 319p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2005.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

NOGUEIRA, S. S.; HAAG, H. P.; MATHES, L. A. F. Nutrição de *Anthurium andraeanum*. E.S.A. “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba, volume, XXXVII, 1980, p. 157 – 168. **Anais...**

NUTRI-FATOS: Informação agrônômica sobre nutrientes para as culturas. **Arquivo do Agrônomo**. Piracicaba. Potafos, n. 10,mar. 1996. 23 p.

RODRIGUES, E. do S. F.; VIÉGAS, I. de J. M; FRAZÃO, D. A. C.; SOUSA, G. O. de.; VASCONCELOS, R. D. Efeito da omissão de macronutriente na produção de massa seca em plantas de *Heliconia psittacorum* L. cv. Golden Torch. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais**. Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM.

SOARES, E.; LIMA, L.A.; MISCHAN, M.M.; MELLO, F.A.F.; BOARETTO, A.E. Efeito da relação entre teores trocáveis de Ca e Mg do solo na absorção de K por plantas de centeio. **Revista de Agricultura**, v.58, p.315-330, 1983.

SOUZA, G. O. de. **Efeito da calagem no crescimento e nutrição de plantas de helicônia (*Heliconia psittacorum* L x *Heliconia spathocircinata* Arist) cv. Golden Torch, em Latossolos Amarelos do Estado do Pará**. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA

TOMBOLATO, A. F. C. **Cultivo comercial de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2004.

_____, A. F. C.; CATSRO, E. E. F. de; GRAZIANO, T. T.; MATTHES, L. A.; FURLAN, A. M. C. Ornamentais e flores. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLAN, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1996.

VIÉGAS, I. de J. M.; FRAZÃO, D. A. C. Nutrição, adubação e calagem em plantas ornamentais tropicais: bastão do imperador, helicônias e Alpínia (palestra). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA,6; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 10. 2007, Belém, PA.

VIÉGAS, I. de J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; RODRIGUES, E. do S. F.; BRITO, J. do S. A.; SOUSA, G. O. de; VASCONCELOS, R. D. Sintomas de deficiências de macronutrientes em plantas de *Helicônia psittacorum* (cv. Golden torch). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais**. Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM.

VERONA, A. L.; CASTRO, A.C.R. de; COSTA, A. S. da; WILLADINO, V. L.; BEZERRA, G. J. M.; FELIX, A. M. S.; GOMES, L.P. L.; MOTTA, R. de M. **Sintomatologia de deficiência nutricional em helicônias**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais**. Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM.

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

CAPÍTULO 2: EFEITO DA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES NA SINTOMATOLOGIA DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS E CRESCIMENTO EM PLANTAS DE *ALPINIA PURPURATA* CV. JUNGLE KING

2.1 RESUMO

A alpínia que é uma planta tropical pertencente à família Zingiberáceae, cultivada há muito tempo como planta ornamental em paisagismo e bastante utilizada na jardinagem de parques, residências face a uma intermitente florada durante todo ano. O Estado do Pará apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da floricultura, no entanto, a produtividade de flores de corte, no Pará ainda é baixa, refletida pelo pouco conhecimento dos diferentes componentes que constituem o sistema de produção, sobretudo no que concerne aos estudos de nutrição mineral de plantas. Nesse sentido conduziu-se um experimento em casa de vegetação na Embrapa Amazônia Oriental, mediante a técnica do elemento faltante, com o objetivo de verificar os sintomas visuais de deficiência nutricional de macronutrientes, e avaliar o crescimento, através da altura, número de folhas, número de perfilho, teor de clorofila e massa seca das diversas partes das plantas de alpínia. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos (completo e omissões individuais de N, P, K, Ca, Mg e S). Os sintomas visuais de deficiência foram no geral de fácil caracterização para todos os macronutrientes. Como exceção do tratamento com omissão de enxofre, todos os demais tratamentos reduziram significativamente a altura das plantas quando comparadas ao tratamento completo. O tratamento com omissão de enxofre mostrou-se significativamente superior quanto ao número de folhas em relação ao tratamento completo. Os tratamentos N,P e K reduziram significativamente o número de perfilho quando comparado ao tratamento completo. Os elementos analisados interferiram na produção de massa seca total na seguinte ordem decrescente: C> S> K> Ca> Mg> P > N.

Palavras-chave: Macronutrientes; deficiência; crescimento; alpínia

CHAPTER 2: EFFECTS OF THE OMISSIONS OF MACRONUTRIENTS IN THE SYMPTOMATOLOGY, GROWTH AND PRODUCTION OF DRY MASS OF THE *ALPINIA PURPURATA* CV. JUNGLE KING PLANTS

2.2 ABSTRACT

The alpina that is a pertaining tropical plant to the Zingiberáceae family, cultivated has much time as ornamental plant in landscape and sufficiently used in the garden of parks, residences florada face to an intermittent one during all year. The State of Pará presents edafoclimáticas conditions favorable to the development of the floriculture; however, the productivity of cut flowers, in Pará still is low, reflected for the little knowledge of the different components that constitute the production system, over all with respect to the studies of mineral nutrition of plants. In this direction an experiment in house of vegetation in the Embrapa was conducted Eastern Amazônia, by means of the technique of the missing element, with the objective to verify the visual symptoms of nutritional deficiency of macronutrients, and to evaluate the growth, through the height, I number of leaves, number of I adopt, text of chlorophyll and dry mass of the diverse parts of the alpina plants. Casually was used the experimental delineation entirely, with seven treatments (complete and individual omissions of N, P, K, Ca, Mg and S). The visual symptoms of deficiency had been in the generality of easy characterization for all the macronutrients. As exception of the treatment with sulfur omission, all the too much treatments had significantly reduced the height of the plants when compared with the complete treatment. The treatment with sulfur omission revealed significantly superior how much to the leaf number in relation to the complete treatment. Treatments N, P and K had reduced the number significantly of adopt when comparative to the complete treatment. The analyzed elements had intervened with the production of total dry mass in the following decreasing order: C> S> K>Ca>Mg>P>N.

Key words: Macronutrients; deficiency; growth; alpina

2.3 INTRODUÇÃO

O Estado do Pará apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da floricultura, possibilitando o cultivo de uma grande diversidade de espécies entre elas a Alpínia que é uma planta tropical pertencente à família Zingiberaceae, cultivada há muito tempo como planta ornamental em paisagismo e bastante utilizada em jardins de parques, residências face a florada durante todo ano (LAMAS, 2004).

No entanto, a produtividade de flores de corte, no Pará ainda é baixa, refletida pelo pouco conhecimento dos diferentes componentes que constituem o sistema de produção, sobretudo no que concerne aos estudos de nutrição mineral de plantas.

Sintomas de uma deficiência de certo elemento pode diferir tão grandemente em diferentes culturas que o conhecimento da síndrome de deficiência em uma espécie fornece pouca ajuda na deficiência em outra espécie (EPSTEIN & BLOOM, 2004). O diagnóstico de problemas nutricionais, mediante a observação de sintomas, tem grande importância prática porque permite tomar decisões rápidas no campo para a correção das deficiências, assim a identificação e caracterização dos sintomas de deficiências nutricionais são básicas para corrigir a carência de nutrientes e conseqüentemente aumentar a produção.

O trabalho teve como objetivo caracterizar a sintomatologia de deficiências, avaliar o efeito da omissão de macronutrientes no crescimento de plantas de alpínia, considerando as variáveis altura, número de folhas, número de perfilho, teor de clorofila e produção de massa seca.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Local e condução do experimento

O experimento foi conduzido por um período de 8 meses em condições de casa de vegetação na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará (Figura 1). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições e sete tratamentos: completo (macronutrientes + micronutrientes), e omissão de nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S, perfazendo um total de 35 parcelas experimentais, sendo que cada parcela foi constituída por um vaso contendo uma planta.



Figura 1: Visão geral do experimento em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King

Foram utilizadas mudas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, provenientes do município de Benevides-PA. A sementeira foi realizada em sementeira contendo mistura de areia e serragem na proporção 3:1. Foram utilizados vasos de plástico com capacidade de 5 litros, contendo 5 kg de sílica lavada (tipo zero grossa), os quais foram perfurados próximo à base e pintados na parte externa com tinta aluminizada com a finalidade de diminuir a passagem direta da luz solar evitando, assim, a proliferação de algas no interior desses recipientes. Na perfuração de cada vaso foi conectado um segmento de mangueira de plástico flexível, ligando o interior do vaso com a boca da garrafa, também plástica, com 1,0 L de capacidade e pintada também com tinta aluminizada, colocada em nível inferior ao do vaso. A sílica foi lavada com água natural e água destilada, com a finalidade de evitar a contaminação por resíduos orgânicos e microorganismos. Inicialmente, as plantas foram aclimatadas por um período de aproximadamente 76 dias, em solução nutritiva de Hogland e Arnon (1950), diluída na proporção de 1:10. A Tabela 1 apresenta a composição química da solução nutritiva, utilizada durante a condução do experimento. As plantas foram submetidas aos tratamentos completo e de omissão de macronutrientes, com solução nutritiva diluída 1:1, com pH 5,5. A solução nutritiva foi fornecida por percolação nos vasos, renovadas a intervalo de 15 dias.

Diariamente, as soluções dos tratamentos eram drenadas a tarde e irrigadas pela manhã, passando cerca de 9 horas irrigadas e 15 horas drenadas, tendo-se ainda o cuidado de verificar

diariamente o nível da solução nutritiva nos frascos coletores, completando-se o volume para 1L, com adição de água destilada. Quando os sintomas de deficiência, referentes a cada nutriente, se apresentaram bem definidos, as plantas foram coletadas e submetidas a lavagem com água destilada. Cada planta foi dividida em folhas, haste e raízes e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até atingirem o peso de massa constante. Obtido o peso da massa seca, procedeu-se a moagem do material em moinho tipo Willey, para análise química de tecido vegetal. Para cálculo do crescimento relativo (CR), utilizou-se a fórmula: $CR(\%) = (M.S.O.N. / M.S.T.C) \times 100$ onde: M.S.O.N = massa seca da planta inteira obtida em cada omissão de nutriente e M.S.T.C = massa seca total obtida no tratamento completo.

TABELA 1. Composição química da solução nutritiva (ml/L) de Hogland & Arnon (1950), utilizada no experimento com *Alpínia purpurata* cv. Jungle King

| Solução estoque | Conc | Comp | TRAMENTOS | | | | | |
|---|-------|------|-----------|----|----|-----|-----|----|
| | | | -N | -P | -K | -Ca | -Mg | -S |
| KH ₂ PO ₄ | M | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 |
| KNO ₃ | M | 5 | | 6 | | 5 | 6 | 6 |
| Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O | M | 5 | | 4 | 5 | | 4 | 4 |
| MgSO ₄ . 7H ₂ O | M | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| K ₂ SO ₄ | 0,5M | | 5 | | | | 3 | |
| CaSO ₄ . 2H ₂ O | 0,01M | | 200 | | | | | |
| Ca (H ₂ PO ₄) ₂ | 0,5M | | 10 | | 10 | | | |
| Mg(NO ₃) ₂ . 6H ₂ O | M | | | | | | | 2 |
| *SOL.A | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Fé-EDTA | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

* Composição da solução A: H₃BO₃ 2,86 g/l; MnCl₂.4H₂O 1,81g/l; ZnSO₄.7H₂O 0,22g/l; CuSO₄.5H₂O 0,88g/l; H₂Mo.4H₂O 0,02g/l.

** Fe EDTA (JACOBSON, 1951)

2.4.2 Variáveis avaliadas

As variáveis avaliadas foram: altura da planta, medida através do maior perfilho da touceira, número de folhas, número de perfilhos, teor de clorofila, através do clorofilometro portátil SPAD – 502, da Minolta, onde a medição feita é expressa em unidade SPAD sendo esses mensurados no intervalo de 30 dias desde o início até o final do experimento. O crescimento das plantas foi avaliado através da determinação da matéria seca de raiz, haste e folhas das mesmas. Em folhas com queda natural, coletada no decorrer do experimento foram feitas observações e quando necessária descrição de sintomas, ate a máxima manifestação visível da deficiência do nutriente. Essas manifestações dos sintomas foram acompanhadas ao

longo de toda a condução do experimento e foi acompanhada com registro fotográfico e descrita desde o início até a completa definição.

2.4.3 Análise estatística

Os dados referentes à altura da planta, número de folhas, número de perfilho, teor de clorofila, produção de massa seca, relação parte aérea/raiz e crescimento relativo foram analisados estatisticamente através da análise de variância segundo o delineamento inteiramente casualizado, e aplicando o teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação das médias, utilizando o programa estatístico ESTAT.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Sintomas visuais de deficiências de macronutrientes

O desequilíbrio no metabolismo da planta causado pelas deficiências de nutrientes essenciais eventualmente se manifestam em anormalidades visíveis. O crescimento como um todo e o desenvolvimento da planta pode ser afetado, pode haver sintomas macroscópicos característicos e a aparência das estruturas celulares pode mostrar mudança que podem ser estudadas com microscópio ou microscópio eletrônico (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

2.5.1.1 Nitrogênio

Nas plantas de alpinia cultivadas em solução nutritiva com omissão de nitrogênio, os sintomas de deficiências desse nutriente manifestaram-se 90 dias após o início dos tratamentos. Constatou-se uma redução na altura das plantas quando comparado ao tratamento completo (Figura 2). A omissão desse nutriente causou uma redução no tamanho das folhas mais novas, assim como a modificação no formato das mesmas e as folhas mais velhas apresentaram uma coloração verde mais clara quando comparadas ao tratamento completo. (Figura 2). Quando o suprimento de nitrogênio é insuficiente, esse nutriente se desloca das folhas e órgãos mais velhos para os mais novos, conseqüentemente, os sintomas de deficiência aparecem inicialmente nas folhas velhas. A coloração verde mais clara está associada com a menor produção de clorofila e com modificações na forma dos cloroplastos (MALAVOLTA, VITTI & OLIVEIRA, 1997).

Sintomas semelhantes foram observados em plantas de antúrio por Nogueira et al., (1980),

Em onde a deficiência de nitrogênio causou uma perda gradual da coloração verde nas folhas mais velhas, que foi substituída por uma coloração verde clara, terminando por apresentarem uma coloração amarela e com a intensidade da deficiência as folhas de coloração amarela apresentaram áreas necróticas, essa última não observada na presente pesquisa. Em plantas de bastão do imperador Brito et al. (2005a), constataram que as plantas submetidas à omissão de nitrogênio apresentaram folhas menores, com clorose no ápice das folhas mais velhas, que se estendeu pelos bordos, seguido de necrose no tecido foliar. A exemplo dessa pesquisa, Viégas et al. (2005), constataram como sintomas de deficiências de nitrogênio, clorose generalizada nas folhas mais velhas e com a intensidade do sintoma ocorreu necrose, sintomas esses semelhantes ao obtidos no presente trabalho.



Figura 2: Plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de nitrogênio (-N) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de nitrogênio (-N) e sem deficiência, tratamento completo (C).

2.5.1.2 Fósforo

Os sintomas de deficiências de fósforo manifestaram-se ao mesmo tempo que os de nitrogênio, aos 90 dias após o início dos tratamentos. Os sintomas de deficiência de fósforo foram observados nas folhas mais velhas, isso sendo possível, segundo Malavolta (1980), devido esse nutriente ser altamente móvel na planta. As folhas com deficiência de fósforo apresentaram uma coloração verde mais intensa (púrpura) (Figura 3). Essa coloração ocorre devido à maior concentração relativa da clorofila (MALAVOLTA, 1980). Ocorre também devido ao decréscimo da síntese de proteína, quando o fósforo está deficiente, disso

resultando o aumento na quantidade de açúcares nos órgãos vegetativos da planta e a alta concentração de açúcares que favorece a síntese de antocianina nas folhas (MENGEL & KYRKBY, 1987). As plantas com deficiência de fósforo apresentaram também uma redução no porte da planta, assim como menor número de folhas (Figura 3). Em plantas de antúrio sintomas semelhantes ao obtido por essa pesquisa foram descritos por Nogueira et al (1980), que relatou como sintomas de deficiências de fósforo plantas com desenvolvimento inibido, apresentando reduzido número de folhas, todas pequenas e as folhas apresentavam-se de coloração verde intensa e o sistema radicular foi bastante afetado com pouquíssimas raízes vivas.

Os resultados dessa pesquisa concordam com os obtidos por Viégas et al. (2005), trabalhando com plantas de *Heliconia psittacorum* cv. Golden Torch, que descreveu como sintoma de deficiência de fósforo coloração verde escura nas folhas e uma forte redução na altura da planta. Sintomas semelhantes também foram descritos por Brito et al. (2005b), em plantas de bastão do imperador, onde os sintomas de deficiências de fósforo foram caracterizados por coloração verde escuro das folhas e com a continuação da deficiência a queima do ápice das mesmas.

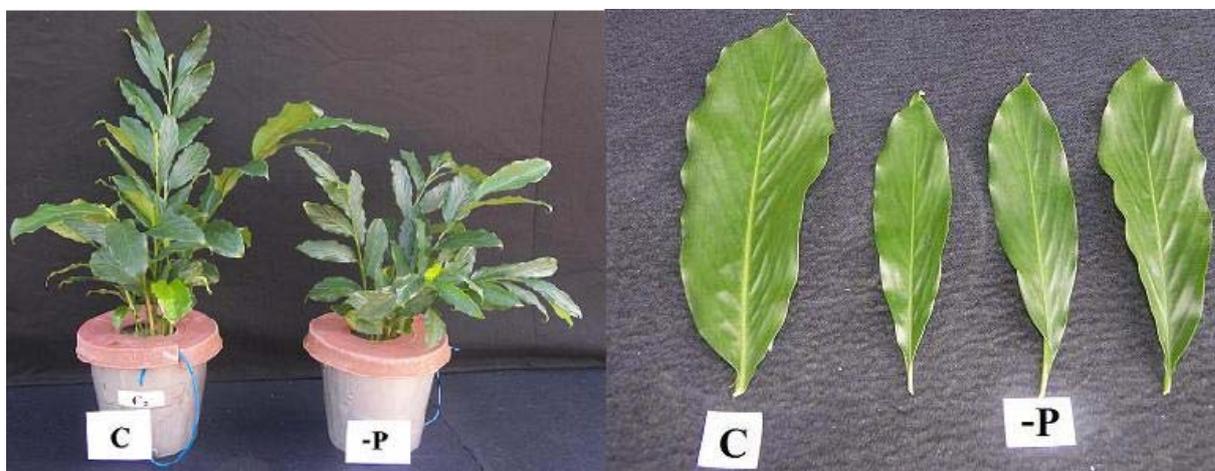


Figura 3: Plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de fósforo (-P) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de fósforo (-P) e sem deficiência, tratamento completo (C)

2.5.1.3 Potássio

As plantas submetidas à omissão de potássio, foram as primeiras a apresentarem sintomas de deficiências, 11 dias após o início dos tratamentos. As plantas apresentaram-se com altura e número de folhas reduzidas (Figura 4). Nas folhas velhas a deficiência iniciou-se com uma leve clorose marginal no ápice da folha que foi espalhando-se marginalmente até a base e com o passar do tempo ocorreu necrose no ápice das folhas (Figura 4). Essa necrose segundo Malavolta (1997), ocorre pelo menos em parte, ao acúmulo de putrescina. O potássio é de grande importância na participação em fases muito distintas do metabolismo da planta, reação de fosforilação, síntese de carboidratos, respiração e síntese de proteínas (MALAVOLTA, 1980). Sintomas semelhantes aos do presente trabalho foram obtidos em plantas de bastão do imperador, por Brito et al. (2005a), que descreveram como sintoma de deficiência de potássio o aparecimento de pontos amarelados pela borda do limbo foliar, que se uniram formando manchas cloróticas, seguidas de necrose. Viégas et al. (2005), descreveram os sintomas de deficiência de potássio em plantas de helicônia, como inicialmente uma pequena faixa clorótica ao longo das margens das folhas mais velhas, sintomas esses distintos dos obtidos na presente pesquisa.



Figura 4: Plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de potássio (-K) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de potássio (-K) e sem deficiência, tratamento completo (C)

2.5.1.4 Cálcio

Os sintomas de deficiência de cálcio manifestaram-se 53 dias após o início dos tratamentos. A deficiência de cálcio causou uma leve redução na altura das plantas (Figura 5). Nas folhas a deficiência se caracterizou por uma leve clorose marginal do ápice das folhas mais novas, posteriormente espalhando-se pela margem e com a intensidade da deficiência ocorreu necrose marginal e enrolada sobre si mesma, com bordos recurvados para cima (Figura 5). Segundo Mengel & Kirkby (1987), falta de cálcio é caracterizada pela redução do crescimento meristemático, sendo observado primeiro, nas extremidades em crescimento e folhas mais jovens, o que ocorreu parcialmente na presente pesquisa.

Brito et al. (2005a), trabalhando com plantas de bastão do imperador em solução nutritiva, constataram que os sintomas de deficiência de cálcio são caracterizados por apresentarem pontos cloróticos nos bordos do limbo foliar de todas as folhas da planta, sendo com maior intensidade nas folhas mais velhas, seguidos de necrose.

De acordo com Carvalho et al. (2005), em plantas de crisântemo, o sintoma de deficiência de cálcio foram os primeiros a se manifestar sendo caracterizado por uma clorose aguda nas folhas mais jovens, seguida, em pouco tempo por manchas marrons nas margens das folhas, que apresentavam aspecto rijo e quebradiço e também foram observados danos às flores que ocorreram em número reduzido, com lígulas mal formadas e escurecidas, com aspecto de queimadura.

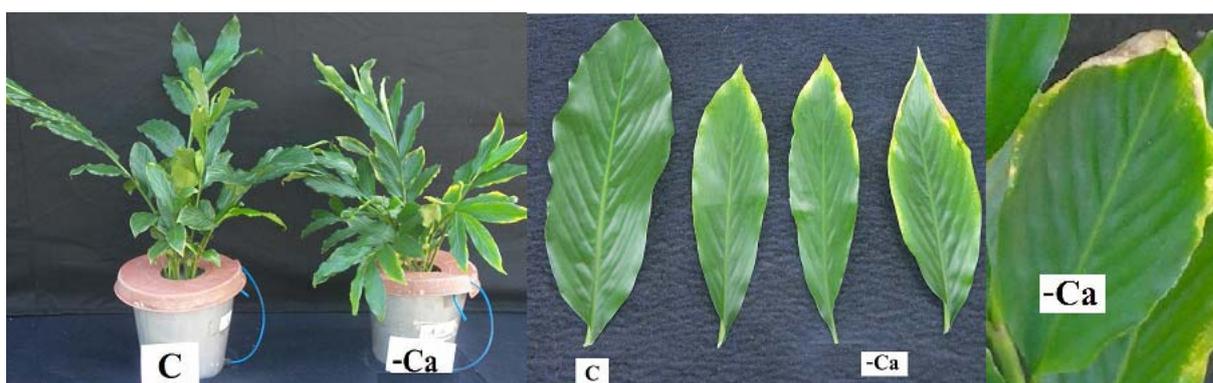


Figura 5: Plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de cálcio (-Ca) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de cálcio (-Ca) e sem deficiência, tratamento completo (C)

2.5.1.5 Magnésio

Os sintomas de deficiências de magnésio, manifestaram-se aos 29 dias após o início dos tratamentos. A deficiência de magnésio causou uma acentuada redução na altura da planta e no número e tamanho das folhas (Figura 6). A deficiência de magnésio nas folhas velhas caracterizou-se inicialmente por pontuações cloróticas amareladas no limbo foliar, que foram se estendendo entre as nervuras e posteriormente por toda a folha, tornando-a amarelada, e com a severidade da deficiência ocorreu necrose nas folhas (Figura 6).

Segundo Marrenco & Lopes (2005), o magnésio é um elemento facilmente translocável dos tecidos velhos para os novos em crescimento ativo, assim os sintomas de deficiência de magnésio aparecem em geral, inicialmente nas folhas mais velha, o que foi constatado na presente pesquisa. A clorose entre as nervuras constatada no presente trabalho ocorre porque a clorofila nos feixes vasculares permanece inalterada por períodos mais longos que a clorofila nas células entre os feixes (ZEIGER &TAIZ, 2004). Brito et al. (2005a), constataram como sintoma de deficiência de magnésio em plantas de bastão do imperador, pontos amarelados nas bordas das folhas mais novas e as mais velhas mostravam seus bordos cloróticos e ápice necrosado.

Em plantas de helicônia os sintomas de deficiência de magnésio caracterizam-se por apresentar uma faixa verde ao longo da nervura principal e o restante do limbo foliar com coloração verde mais clara (VIÉGAS et al., 2005).



Figura 6: Plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de magnésio (-Mg) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de magnésio (-Mg).

2.5.1.6 Enxofre

Os sintomas de deficiência de enxofre foram os últimos a se manifestar, 207 dias após o início dos tratamentos, e não foram muito claros. A deficiência de enxofre caracterizou-se apenas por uma leve clorose nas folhas mais novas, e o estreitamento das mesmas, quando comparado ao tratamento completo (Figura 7). Isso se deve ao fato de o enxofre ser absorvido pelas plantas, principalmente como SO_4^{2-} e transportado na direção acrópeta, ou seja, da base da planta para cima, a capacidade da planta é pequena fazendo com que os sintomas apareçam em primeiro lugar nos órgãos mais novos, como a folha jovem (MALAVOLTA, 1989; MALAVOLTA, VITTI & OLIVEIRA, 1997). O resultado desta pesquisa concorda com Verona et al. (2005), em estudo com plantas de helicônia, que descreveu como sintoma de deficiência de omissão de enxofre apenas uma discreta clorose. Sintomas semelhantes também foram obtidos por Nogueira et al. (1980) que observou que plantas de antúrio tratadas com omissão de enxofre apresentaram bom desenvolvimento, notando-se somente uma leve clorose generalizada nas folhas novas.

De acordo com Brito et al. (2005a), os sintomas de omissão de enxofre em plantas de bastão do imperador, caracterizam-se por apresentar folhas mais novas estreitas e de cor verde pálido.



Figura 7: Plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de enxofre (-S) e sem deficiência, tratamento completo (C) e folhas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King com deficiência de enxofre (-S) e sem deficiência, tratamento completo (C)

2.5.2 Crescimento

2.5.2.1 Efeito da omissão de macronutrientes sobre a altura de plantas, número de folhas, número de perfilho, comprimento da haste maior e teor de clorofila.

Os resultados da omissão de macronutrientes sobre as variáveis altura das plantas (ALT), número de folhas (NF), número de perfilhos (NP) e teor de clorofila (TC), são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Altura das plantas (ALT), número de folhas (NF), número de perfilhos (NP) e teor de clorofila (TC) em função dos tratamentos.

| Tratamento | Variáveis respostas | | | |
|---------------|---------------------|--------|-------|-----------|
| | ALT (cm) | NF | NP | TC (SPAD) |
| Completo | 60,0a | 98,5b | 9,2ab | 66,0a |
| Omissão de N | 36,9d | 43,8e | 6,4c | 54,10bc |
| Omissão de P | 44,0bcd | 50,0de | 5,4c | 65,42a |
| Omissão de K | 43,64bcd | 48,0e | 5,8c | 56,49abc |
| Omissão de Ca | 48,5bc | 67,0c | 9,0b | 61,50ab |
| Omissão de Mg | 38,5cd | 61,0cd | 8,6b | 48,38c |
| Omissão de S | 52,5ab | 129,4a | 11,2a | 64,92a |
| C.V. | 11,89 | 9,7 | 13,03 | 9,13 |
| DMS | 11,03 | 12,93 | 2,07 | 10,89 |

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se pelos resultados, que a altura de plantas dos tratamentos com omissão de nutrientes, com exceção da omissão de enxofre, foi reduzida significativamente em relação ao tratamento completo. A omissão de nitrogênio foi a mais limitante para a altura das plantas com 36,9 cm, em relação ao tratamento completo com 60,0 cm (Tabela 2).

Os tratamentos limitaram a altura das plantas em ordem decrescentes: omissão de N de 38,5%, Mg de 35,83%, K de 27,26%, P de 26,66%, Ca de 19,16%, e S de 12,5%.

Com exceção do tratamento com omissão de enxofre os demais limitaram o número de folhas de alpínia quando comparado ao tratamento completo. O tratamento com omissão de enxofre apresentou o número de folhas superior ao tratamento completo, com valores de 129,4 para o tratamento com omissão de enxofre e 98,5 para o completo. O tratamento com omissão de nitrogênio e potássio foram os mais limitantes em relação ao número de folhas, com 43,8 e 48,0 respectivamente, quando comparado ao tratamento completo com 98,5.

As reduções do número de folhas foram da ordem de 55,53%, 52,26%, 49,24%, 38,7% e 31,97% respectivamente para as omissões de N, K, P, Mg e Ca, em relação ao tratamento completo, sendo que as omissões individuais de N, P, K não diferiram estatisticamente entre si.

Quanto ao número de perfilho, constatam-se nos resultados apresentados na tabela 2, que apenas os tratamentos com omissões individuais de N, P e K reduziram o número de perfilho

quando comparado ao tratamento completo. Os demais tratamentos com omissão de Ca, Mg e S não diferiram estatisticamente quando comparados ao tratamento completo.

Em relação ao teor de clorofila, os tratamentos com omissão de N e de Mg foram os que apresentaram menores teores de clorofila quando comparados ao tratamento completo. Os demais tratamentos com omissão individual de P, K, Ca e S não diferiram estatisticamente quando comparados ao tratamento completo. O tratamento com omissão de Mg com valor de 48,38 SPAD, foi o que apresentou menor valor em relação ao tratamento completo, com 60,04 SPAD, isso se explica pelo fato do sintoma de deficiência de magnésio ter sido o primeiro a manifestar e ser intenso, tornando praticamente toda a planta clorótica, e diminuindo o teor de clorofila. Quanto ao tratamento omissão de P e S, em valores absolutos, foi o que menos limitou o teor de clorofila quando comparado ao tratamento completo.

Em quase todas as variáveis biométricas, com exceção do número de folhas no qual inclusive foi superior, observou-se que o tratamento omissão de enxofre foi o menos limitante, não diferindo estatisticamente do tratamento completo. É possível que isso tenha ocorrido em função das plantas de alpínia terem absorvido quantidades suficientes desse nutriente, proveniente da solução nutritiva completa diluída na proporção de 1 parte de solução para 10 de água deionizada, que foi utilizada no período de aclimatação (76 dias), no início do experimento.

2.5.2.2 Efeitos de omissão de macronutrientes sobre as massas secas de folhas, hastes, raízes, parte aérea e total, da relação parte aérea e o sistema radicular e de crescimento relativo.

Os resultados do efeito da omissão de macronutrientes sobre as variáveis: massa secas de folhas (MSF), haste (MSH), raízes (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST); relação parte aérea e o sistema radicular (PA/SR) e de crescimento relativo (CR), são apresentados na Tabela 3. Pode-se observar efeitos significativos entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de tukey, para todas as variáveis avaliadas.

TABELA 3: Médias de massas secas (g/planta) de folhas (MSF), haste (MSH), raízes (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST); relação parte aérea e o sistema radicular (PA/SR) e de crescimento relativo (CR), em função dos tratamentos.

| Tratamento | Variáveis respostas | | | | | | |
|---------------|---------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| | MSF | MSH | MSPA | MSR | MST | PA/SR | CR(%) |
| | ----- | ----- | g/planta | ----- | ----- | | |
| Completo | 45,23a | 22,45a | 66,36a | 23,76a | 91,45a | 1,92c | 100,00a |
| Omissão de N | 20,36d | 10,10d | 30,16d | 12,71cd | 43,17d | 2,38bc | 48,66d |
| Omissão de P | 21,64d | 12,06cd | 33,69cd | 12,79cd | 46,48cd | 2,64ab | 53,82d |
| Omissão de K | 24,16c | 11,36cd | 35,26cd | 12,99c | 53,93bc | 2,71ab | 53,76d |
| Omissão de Ca | 27,38b | 13,22bc | 40,56c | 13,30c | 53,90bc | 2,72ab | 64,70c |
| Omissão de Mg | 24,77c | 11,82cd | 36,49cd | 11,57d | 47,08cd | 3,13a | 54,38d |
| Omissão de S | 28,22b | 15,00b | 50,80b | 16,57b | 59,96b | 2,57abc | 82,47b |
| C.V. | 3,49 | 7,99 | 11,49 | 4,65 | 8,13 | 13,37 | 5,48 |
| DMS | 1,91 | 2,19 | 9,65 | 1,38 | 9,21 | 0,69 | 7,65 |

*Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto à produção de massas secas das folhas, hastes e raízes todos os tratamentos com omissão de nutrientes diferiram significativamente do tratamento completo. O tratamento com omissão de nitrogênio, com 20,36g/planta, seguido pela omissão de fósforo com 21,64 g/planta, foram os que registraram a menor produção de massa seca das folhas, em relação ao tratamento completo com 45,23 g/planta (Tabela 3 e Figura 8). Esse resultado concorda com Rodrigues et al. (2006), que estudando o efeito de macronutrientes em plantas de helicônia, constatou que o tratamento com omissão de nitrogênio, com 1,53g/planta, foi o mais limitante para produção de massa seca das folhas quando comparado ao tratamento completo com valor de 5,98 g/planta. Batista (2006), avaliando diferentes soluções nutritivas em plantas de helicônia cv. Golden Torch constatou que a produção de massa seca das folhas variou de 40,63 a 62,90 g/planta, entre os tratamentos com as diferentes soluções nutritivas. O tratamento que menos limitou a produção de matéria seca das folhas, foi a omissão de S seguido pela omissão de Ca, com valores 28,22g/planta e 27,38g/planta respectivamente (Tabela 3 e Figura 8).

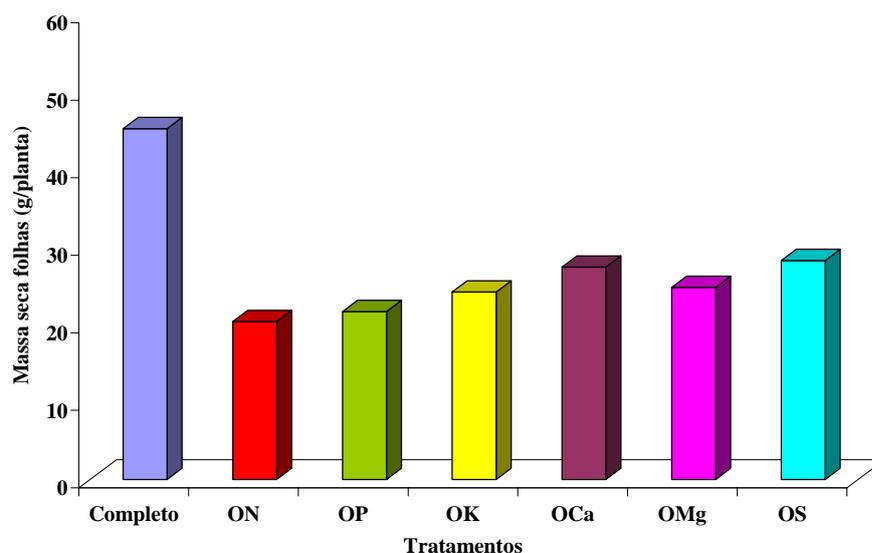


Figura 8: Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca das folhas de plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King.

A omissão de nitrogênio foi a mais limitante para a produção de massa seca das hastes com o valor de 10,10g/planta, seguido pelo K e P, com 11,36 g/planta e 12,06 g/planta, sendo que estes não diferiram com o N estatisticamente (Tabela 3 e Figura 9).

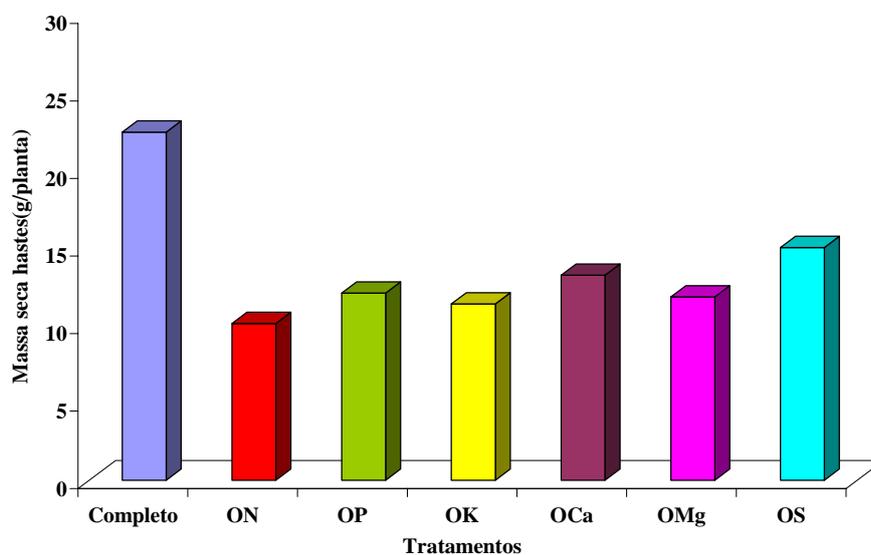


Figura 9: Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca das hastes de plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King.

Em relação à produção de massa seca da parte aérea, que encontra-se na Tabela 3 e Figura 10, constata-se que o tratamento que apresentou menor valor foi a omissão de nitrogênio, com 30,16 g/planta, seguida pela omissão de cálcio, com 40,56 g/planta, sendo que esta segunda não diferiu dos demais tratamentos com exceção da omissão de enxofre, que apresentou valor de 50,80 g/planta, que foi o tratamento que menos limitou a produção de massa seca da parte aérea quando comparado ao tratamento completo, que obteve valor de 66,36 g/planta.

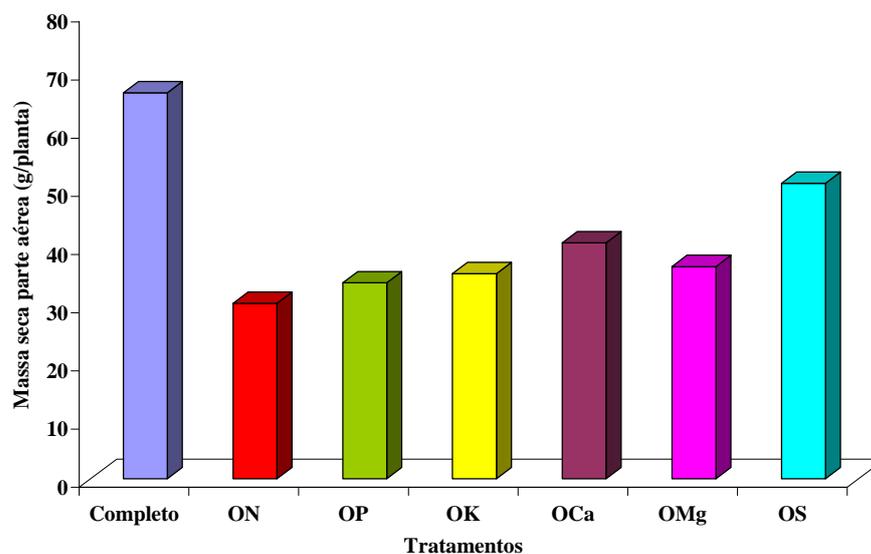


Figura 10: Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca da parte aérea de plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King.

Quanto à produção de massa seca das raízes o tratamento que apresentou menor valor foi o tratamento com omissão de Mg, seguido pelo N com valores de 11,57g/planta e 12,71g/planta respectivamente (Tabela 3 e Figura 11). O resultado dessa pesquisa assemelha-se ao de Rodrigues et al (2006), que estudando o efeito da omissão de macronutrientes na produção da massa seca de plantas de helicônia, constatou que a omissão de nitrogênio, com 1,07 g/planta, seguida pela de fósforo, com 1,37 g/planta, foram as mais limitantes e que o tratamento com omissão de enxofre apresentou massa seca das raízes com valor de 3,29 g/planta, maior que o tratamento completo com 2,10 diferindo deste estatisticamente. Batista (2006), avaliando diferentes soluções nutritivas em plantas de helicônia cv. Golden torch, observou que a produção de massa seca das raízes dentro dos tratamentos com diferentes soluções nutritivas variou de 70,13 a 104,43 g/planta.

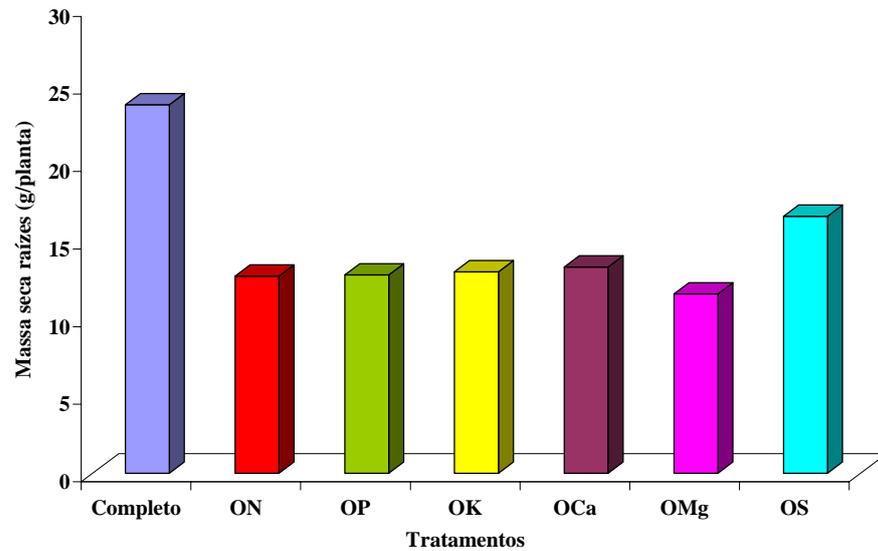


Figura 11: Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca das raízes de plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King.

A massa seca total seguiu a mesma tendência de redução ocorrida com as massas secas das folhas, massa seca do estipe e massa seca das raízes. O tratamento com omissão de N, com 43,17 g/planta, seguido pela omissão de P, com 46,48 g/planta, foram os que mais limitaram a produção de massas secas da parte aérea e massa seca total, quando comparado ao tratamento completo, que obteve valor de 91,45 g/planta (Tabela 3 e Figura 12). A omissão de S, com 59,96, foi a menos limitante em relação ao tratamento completo. Resultados semelhantes foram obtidos por Brito et al. (2005b), trabalhando com plantas de bastão do imperador também observou que em relação ao efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca total que o tratamento com omissão de nitrogênio foi o mais limitante quando comparado ao tratamento completo e o enxofre o menos limitante. Rodrigues et al. (2006), avaliando o efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca em plantas de helicônia, constatou que o tratamento com omissão de nitrogênio foi o mais limitante para produção de massa seca total, com valor de 14,19 g/planta, quando comparado ao tratamento completo com valor de 48,52 g/planta.

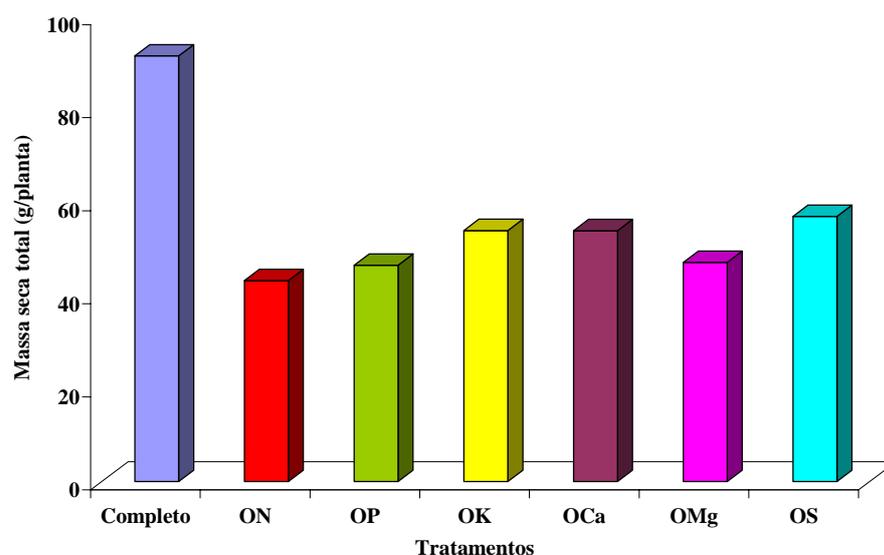


Figura 12: Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca total de plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King.

A maior relação PA/SR foi obtida no tratamento com omissão de magnésio, comparada ao tratamento completo, indicando dessa forma menor produção de massa seca das raízes, porém não diferindo estatisticamente dos tratamentos com omissão de P, K, Ca e S (Tabela 3 e Figura 13).

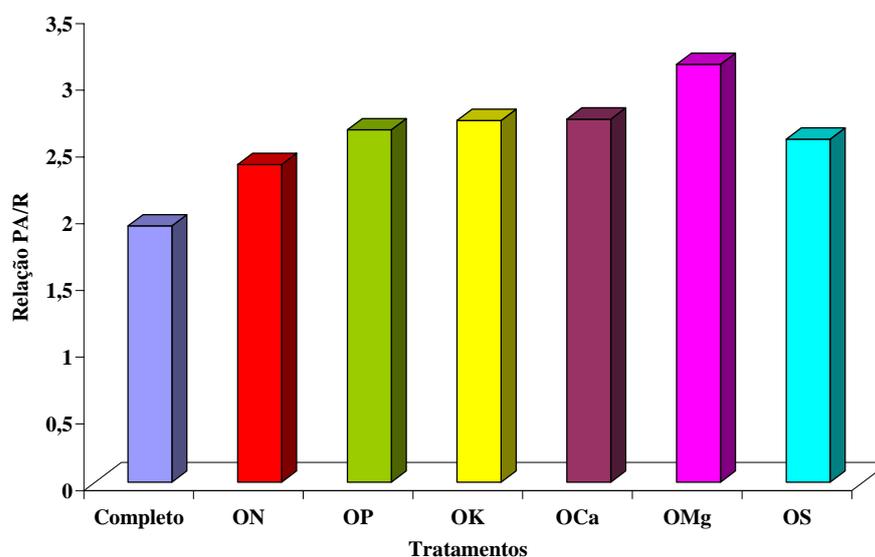


Figura 13: Efeito da omissão de macronutrientes sobre a relação parte aérea / raiz em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King.

O crescimento relativo de plantas de alpinia submetido aos tratamentos com omissão de N, P, K, Ca, Mg e S foi reduzido significativamente quando comparado ao tratamento completo (Tabela 3 e Figura 14). O crescimento relativo (CR) obedeceu a seguinte ordem decrescente: completo>enxofre>cálcio>magnésio>fósforo>potássio>nitrogênio, deduzindo-se, dessa forma, que o desenvolvimento da planta, durante o período experimental, foi menos afetado pelo tratamento com omissão de enxofre, com redução de 17,53 % da matéria seca, e mais afetado pelo N, com redução de 51,34% da massa seca.

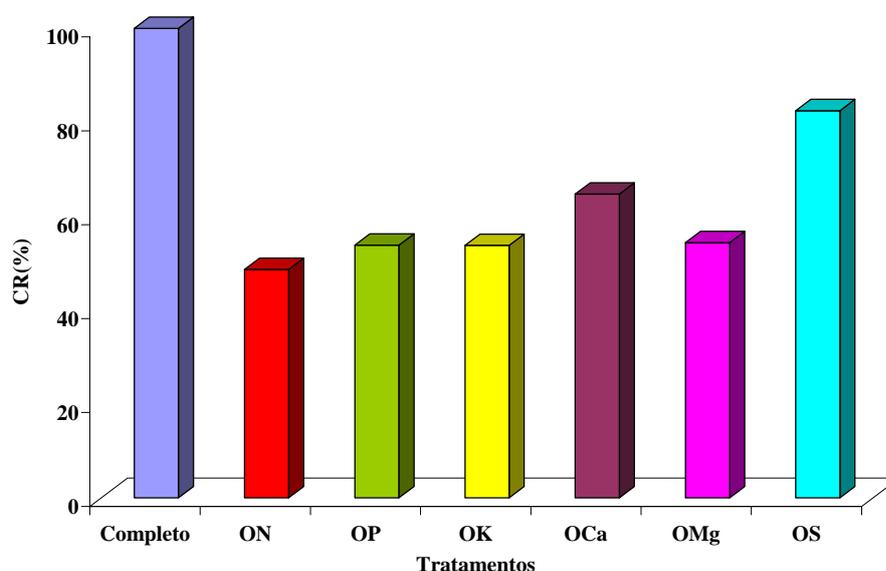


Figura 14: Efeito de omissões de macronutrientes sobre o crescimento relativo em plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King.

2.6 CONCLUSÕES

- 1- As omissões de N, P, K, Ca, Mg e S, na solução nutritiva, resultam em alterações morfológicas traduzidas como sintomas de deficiência nutricional de cada nutriente em alpinia.
- 2- As omissões de macronutrientes promove diminuição na produção de massa seca de folhas, hastes, raízes e total, quando comparadas ao tratamento completo.
- 3- O crescimento relativo (CR %) mostrou que todas as omissões individuais ocasionam comprometimento no crescimento das plantas de alpinia.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, K. T. **Avaliação de soluções nutritivas em plantas de *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocireinata* cv. Golden Torch.** Belém, 2006. Monografia especialização, 2006.

BRITO, J. do S. A.; FRAZÃO, D. A. C.; VIÉGAS, I. de J. M.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; RODRIGUES, E. do S. F.; SOUSA, G. O. de; VASCONCELOS, R. D. **Efeito da omissão de macronutrientes na sintomatologia em plantas do bastão do imperador (*Etlingera elatior*).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais.** Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM.

BRITO, J. do S. A.; FRAZÃO, D. A. C.; VIÉGAS, I. de J. M.; RODRIGUES, E. do S. F.; SOUSA, G. O. de; VIEIRA, R. D. **Efeito da omissão de macronutrientes na matéria seca em plantas do bastão do imperador (*Etlingera elatior*).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais.** Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM.

CARVALHO, J.G. de ; PEREIRA, N. V.; BASTOS, A. R. R.; FERREIRA, E. V. de O.; RODRIGUES, J. D. **Caracterização dos sintomas de deficiência de macronutrientes em crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivar Rage.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais.** Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas : princípios e perspectivas.** Londrina: Ed. Planta, 2004.

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

LAMAS, A. da M. **Flores: Produção, Pós- colheita e Mercado.** Curso Técnico- Frutal 2004. 11º Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria. Fortaleza, 2004.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 1980, 251p.

MALAVOLTA, VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas.** Princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba : POTAFOS, 1997. 319p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral.** Viçosa: UFV, 2005.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition.** 4 ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

NOGUEIRA, S. S.; HAAG, H. P.; MATHES, L. A. F. Nutrição de *Anthurium andraeanum*. E.S.A. “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba, volume, XXXVII, 1980, p. 157 – 168. **Anais...**

RODRIGUES, E. do S. F.; VIÉGAS, I. de J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; SOUSA, G. O. de.; VASCONCELOS, R. D. Efeito da omissão de macronutriente na produção de massa seca em plantas de *Helicônia psittacorum* L. cv. Golden Torch. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS,27; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS,11; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO,9; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO,6. 2006, Bonito, MS, **Anais**. Bonito: , 2006. 1 CD ROOM.

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

VERONA, A. L.; CASTRO, A.C.R. de; COSTA, A. S. da; WILLADINO, V. L.; BEZERRA, G. J. M.; FELIX, A. M. S.; GOMES, L.P. L.; MOTTA, R. de M. **Sintomatologia de deficiência nutricional em helicônias**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais**. Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM.

VIÉGAS, I. de J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; RODRIGUES, E. do S. F.; BRITO, J. do S. A.; SOUSA, G. O. de; VASCONCELOS, R. D. Sintomas de deficiências de macronutrientes em plantas de *Helicônia psittacorum* (cv. Golden torch). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais**. Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM..

CAPÍTULO 3: EFEITO DA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES NOS TEOR E CONTEÚDO FOLIAR DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE *ALPINIA PURPURATA* CV. JUNGLE KING

3.1 RESUMO

Os estudos relacionados à nutrição e adubação de plantas ornamentais tropicais, entre elas a alpínia, são pouco pesquisadas, isso refletindo na escassez de informações para se promover uma produção de plantas de melhor qualidade e utilização de uma adubação adequada pela cultura. O uso correto da análise de tecido requer um entendimento das relações entre o crescimento vegetal (ou produtividade) e as concentrações de minerais nas amostras de tecido vegetal e quando a concentração de nutrientes em uma amostra de tecido é baixa, o crescimento é reduzido. Dessa forma, com o objetivo de contribuir para o conhecimento dessa cultura, conduziu-se um experimento em solução nutritiva, em casa de vegetação, no campus de pesquisa da Embrapa Amazônia Oriental. Avaliou-se o efeito da omissão e presença de macronutrientes sobre a composição química de plantas de alpínia. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 7 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos constaram da omissão simples dos seguintes nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S e completo. As unidades experimentais foram constituídas por um vaso contendo uma planta. Avaliaram-se os teores e conteúdo de macronutrientes nas folhas das plantas. Os teores dos nutrientes, sem deficiências (completo) e deficientes, obtidos nas folhas de alpínia foram: N= 25,16 e 16,1 g kg⁻¹; P= 5,10 e 1,4 g kg⁻¹; K= 36,14 e 16,8 g kg⁻¹; Ca= 5,92 e 0,7 g kg⁻¹; Mg= 5,64 e 1,3 g kg⁻¹ e S= 4,16 e 2,0 g kg⁻¹. Todos os tratamentos limitaram o conteúdo foliar de macronutrientes quando comparados ao tratamento completo.

Palavras-chave: Nutrição mineral; concentração de macronutriente; alpínia; conteúdo

CHAPTER 3: EFFECT OF THE OMISSION OF MACRONUTRIENTS IN THE TEXT AND CONTENT FOLIAR OF MACRONUTRIENTS IN *ALPINIA PURPURATA* CV. JUNGLE KING

3.2 ABSTRACT

The studies related to the nutrition and fertilization of tropical ornamental plants, between them the alpina, little are searched, this reflecting in the scarcity of information to promote a production of plants of better quality and use of a fertilization adjusted for the culture. The correct use of the fabric analysis requires an agreement of the relations between the vegetal growth (and productivity) and the mineral concentrations in the fabric samples vegetal and when the concentration of nutrients in a fabric sample are low, the growth is reduced. Of this form, with the objective to contribute for the knowledge of this culture, an experiment in nutritional solution, house of vegetation, the campus of research of the Embrapa was conducted Eastern Amazônia. One evaluated the effect of the omission and presence of macronutrients on the chemical composition of alpina plants. Casually was used the delineation entirely, with 7 treatments and 5 repetitions. The treatments had consisted of the simple omission of following nutrients N, P, K, Ca, Mg, S and complete. The experimental units had been constituted by a vase contend a plant. The texts and content of macronutrients in leaves of the plants had been evaluated. The texts of the nutrients, without deficiencies (complete) and deficient, gotten in alpina leaves had been: 25,16 N= and 16,1 g kg⁻¹; 5,10 P= and 1,4 g kg⁻¹; 36,14 K= and 16,8 g kg⁻¹; 0,7 Ca= 5,92 and g kg⁻¹; 5,64 Mg= and 1,3 g kg⁻¹ and 2,0 S= 4,16 and g kg⁻¹. All the treatments had limited the foliar content of macronutrients when compared with the complete treatment.

Key words: Mineral nutrition; macronutrient concentration; alpina; content

3.3 INTRODUÇÃO

A floricultura utiliza pequenas áreas de cultivo e proporciona alto rendimento por área cultivada, podendo constituir em uma alternativa de renda para os pequenos produtores, além de caracterizar-se como uma grande empregadora de mão-de-obra (JÚNIOR et al, 2005).

Os estudos relacionados à nutrição e adubação de plantas ornamentais tropicais, entre elas a alpínia, ainda tem sido pouco estudada, isso reflete na escassez de informações para que se promova uma produção de plantas de melhor qualidade e utilização adequada da adubação pela cultura.

Como as culturas anuais, as plantas ornamentais são exigentes em relação ao requerimento de nutrientes, sendo este um dos fatores que afetam a produção e a qualidade das flores (CARVALHO et al, 2005).

Os nutrientes essenciais aumentam o potencial de produção, como a qualidade ambiental das empresas agrícolas, quando usados em quantidades adequadas e equilibradas.

A análise química de tecido vegetal para determinação dos teores de nutrientes em plantas com e sem sintoma de deficiência, fornecem indicação preliminar para avaliação do estado nutricional da cultura com maior precisão, mostrando além do efeito individual dos nutrientes, as interações entre eles, o que torna possível o conhecimento dos nutrientes limitantes para o desenvolvimento normal da planta, possibilitando estabelecer uma adubação mais eficiente.

O uso adequado da análise de tecido requer um entendimento das relações entre o crescimento vegetal (ou produtividade) e as concentrações de minerais nas amostras de tecido vegetal e quando a concentração de nutrientes em uma amostra de tecido é baixa, o crescimento é reduzido (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Para avaliar a relação entre o crescimento e a concentração de nutriente no tecido, pesquisadores cultivam plantas em solo ou solução nutritiva, nos quais todos os nutrientes estão presentes em concentrações adequadas, exceto pelo nutriente sob avaliação.

Dessa forma o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito da omissão e presença de macronutrientes, assim como o conteúdo desses nutrientes em plantas de alpínia.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-Pará, por um período de 8 meses. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com sete tratamentos: completo (macronutrientes +

micronutrientes), e omissão de nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S, e com cinco repetições, perfazendo um total de 35 parcelas experimentais, sendo que cada parcela foi constituída por um vaso contendo uma planta.

Utilizaram-se mudas de alpinia provenientes do município de Benevides-PA. Foi realizada a semeadura em sementeira contendo mistura de areia e serragem na proporção 3:1. Os vasos utilizados foram os plásticos com capacidade de 5 litros, contendo 5 kg de sílica lavada (tipo zero grossa). Esses foram perfurados próximo á base e pintados na parte externa com tinta aluminizada com a finalidade de diminuir a passagem direta da luz solar evitando, assim, a proliferação de algas no interior desses recipientes. Foi conectado um segmento de mangueira de plástico flexível, na perfuração de cada vaso, ligando o interior do vaso com a boca da garrafa, também plástica, com 1,0 L de capacidade e pintada também com tinta aluminizada, colocada em nível inferior ao do vaso. A sílica utilizada, foi lavada com água natural e água destilada, com objetivo de evitar a contaminação por resíduos orgânicos e microorganismos. As plantas foram aclimatadas inicialmente, por um período de aproximadamente 76 dias, em solução nutritiva de Hogland e Arnon (1950), diluída na proporção de 1:10. A Tabela 1, do Capítulo 2, apresenta a composição química da solução nutritiva, utilizada durante a condução do experimento. As plantas foram submetidas aos tratamentos completo e de omissão de macronutrientes, com solução nutritiva diluída 1:1, com pH 5,5, sendo que, a solução nutritiva foi fornecida por percolação nos vasos, renovadas em intervalo de 15 dias.

Diariamente, as soluções dos tratamentos eram irrigadas pela manhã e drenadas a tarde, assim passando cerca de 9 horas irrigadas e 15 horas drenadas. Teve-se ainda o cuidado de verificar diariamente o nível da solução nutritiva nos frascos coletores, completando-se o volume para 1L, com adição de água destilada. Quando os sintomas de deficiência, referentes a cada nutriente, se apresentaram bem definidos, as plantas foram coletadas e submetidas a lavagem com água destilada. Cada planta foi dividida em folhas, haste e raízes e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até atingirem o peso de massa constante.

3.4.1 Variáveis avaliadas e análise da massa seca

As variáveis analisadas foram os teores e conteúdos de macronutrientes nas folhas de alpinia. As massas secas correspondentes a parte aérea (folhas), foram moídas em moinho tipo Willey e armazenadas em saco plástico, quando então foram enviadas ao Laboratório de Análise de Plantas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), e analisadas para determinar os teores de N, P, K, Ca, Mg e S.

O conteúdo foliar foi calculado através da fórmula $Cf \times MSF$, onde Cf = concentração de macronutriente na folha e MSF = massa seca da folha.

3.4.2 análise estatística

Os teores e conteúdos de macronutrientes identificadas no tecido vegetal foram analisados estatisticamente e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico ESTAT.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Teor e conteúdo de macronutrientes nas folhas de plantas de alpínia

Os valores para os teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) nas folhas de alpínia, em função dos tratamentos encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4. Teores de macronutrientes nas folhas de plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King em função dos tratamentos.

| Tratamento | N | P | K | Ca | Mg | S |
|---------------|---------|--------|------------------------|--------|--------|-------|
| | ----- | ----- | ----g kg ⁻¹ | ----- | ----- | ----- |
| Completo | 25,16b | 5,10de | 36,14ab | 5,92c | 5,64c | 4,16d |
| Omissão de N | 17,64c | 5,60cd | 35,98ab | 5,26c | 5,00d | 6,12a |
| Omissão de P | 25,28b | 1,40f | 37,94a | 8,16b | 4,32e | 3,52e |
| Omissão de K | 27,98a | 7,14a | 16,22c | 16,80a | 12,22a | 5,12b |
| Omissão de Ca | 26,84ab | 6,68ab | 35,48ab | 1,06d | 8,26b | 4,60c |
| Omissão de Mg | 25,80b | 6,14bc | 36,68ab | 8,78b | 1,36f | 3,54e |
| Omissão de S | 26,34ab | 4,64e | 32,96b | 8,60b | 4,46de | 1,86f |
| C.V. | 4,12 | 5,50 | 5,70 | 6,35 | 4,93 | 4,14 |
| DMS | 2,06 | 0,57 | 3,77 | 0,99 | 0,58 | 0,34 |

*Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.5.1.1 Nitrogênio

O tratamento omissão de nitrogênio com valor de 17,64 g kg⁻¹ de N nas folhas, quando comparado ao tratamento completo com valor de 25,16 g kg⁻¹ de N, foi o que mais reduziu o teor desse nutriente (Tabela 4). Pode-se observar que a omissão de potássio, com 27,98 g. kg⁻¹ de N, apresentou teor de nitrogênio superior ao tratamento completo, diferindo entre si

estatisticamente. Arnon (1996), relata que a deficiência de potássio leva a distúrbios no metabolismo do nitrogênio, resultando em plantas com maior conteúdo de aminoácidos livres e amido. Como ocorre com K, em deficiência de enxofre, observa-se redução na síntese de proteínas, o que leva ao acúmulo de N_{org} solúvel, nitrato e amido, e à redução dos teores de clorofila e de sulfato inorgânico (S_{inorg}) (MARRENCO e LOPES, 2005).

Os teores foliares de N nas omissões de P, Ca, Mg e S não diferiram do obtido no tratamento completo.

A Tabela 5 apresenta uma comparação entre os teores foliares obtidos na presente pesquisa, os teores determinados em alpínia por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas (2004), e os teores em bastão do imperador e helicônia, determinados por VIÉGAS e FRAZÃO (2007).

TABELA 5. Comparação entre os teores foliares de nutrientes, nos tratamentos completo e deficientes, em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, bastão do imperador e helicônia.

| Nutrientes | Teor foliar | | | | | | Faixa adequada ³ |
|------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | Completo ¹ | Deficiente ¹ | Completo ² | Deficiente ² | Completo ² | Deficiente ² | |
| | Alpínia | | Bastão do imperador | | Helicônia | | Alpínia |
| | ----- g kg ⁻¹ ----- | | | | | | |
| N | 25,16 | 17,64 | 20,9 a 21,7 | 13,1 a 14,6 | 20,6 a 24,1 | 11,9 a 14,1 | 21,9 a 27,0 |
| P | 5,10 | 1,40 | 1,6 a 1,8 | 0,7 a 0,9 | 1,7 a 1,8 | 0,40 a 0,58 | 3,0 a 3,7 |
| K | 36,14 | 16,22 | 13,2 a 15,0 | 4,8 a 6,0 | 2,2 a 2,9 | 1,11 a 1,17 | 24,6 a 33,4 |
| Ca | 5,92 | 1,06 | 10,4 a 12,4 | 3,0 a 4,5 | 8,9 a 9,4 | 3,3 a 4,6 | 7,5 a 13,5 |
| Mg | 5,64 | 1,36 | 2,6 a 3,4 | 0,7 a 0,9 | 4,0 a 4,9 | 1,2 a 1,9 | 3,5 a 4,7 |
| S | 4,16 | 1,86 | 2,1 a 2,5 | ≤1,1 | 6,3 a 7,4 | 1,2 a 1,5 | 2,9 a 4,8 |

⁽¹⁾ Resultados deste trabalho; ⁽²⁾ Viégas e Frazão (2007); ⁽³⁾ Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004)

Observa-se, que Viégas e Frazão (2007), trabalhando com bastão do imperador, obtiveram teor de nitrogênio nas folhas das plantas no tratamento completo de 20,9 a 21, 7 g kg⁻¹ de N e no tratamento com omissão desse nutriente de 13,1 a 14,6 g kg⁻¹. Ainda Viégas e Frazão (2007), estudando plantas de helicônia constataram valores de 20,6 a 24,1 g.kg⁻¹ de N no tratamento completo e de 11,9 a 14,1 g kg⁻¹ de N nas folhas de alpínia, com a omissão do nutriente. Pelo exposto constata-se que o teor de nitrogênio obtido no tratamento completo, com 25,16 g kg⁻¹ de N, e nas plantas deficientes, com 17,64 g kg⁻¹ de N no presente trabalho, foi superior aos obtido por Viégas e Frazão (2007), em folhas de bastão do imperador e helicônia, supondo-se assim, que as plantas de alpínia são mais exigentes em nitrogênio que as outras duas.

Na Figura 15e Tabela 5, está apresentada uma comparação entre os teores de nitrogênio em plantas de alpinia, em função dos tratamentos e da faixa de teor de nitrogênio na folha considerada adequada por MILLS e JONES JUNIOR (1996, CITADO POR LAMAS, 2004). Verifica-se que a omissão de nitrogênio apresenta teores do nitrogênio abaixo da faixa adequada, como o esperado, enquanto o teor de nitrogênio da omissão de potássio encontra-se levemente superior. Os demais tratamentos apresentaram teores de nitrogênio dentro da faixa adequada proposta por MILLS e JONES JUNIOR (1996, CITADO POR LAMAS, 2004), inclusive o tratamento completo com teor foliar variando de 24,3 a 25,6 (Tabela 6).

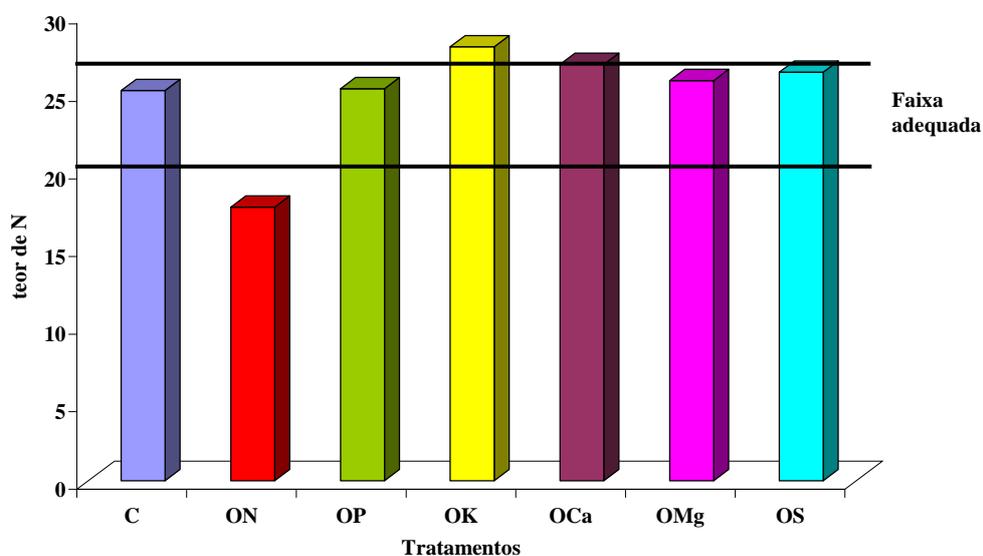


Figura 15: Teores de nitrogênio (g kg^{-1}) em folhas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparados à faixa de teor de nitrogênio (5^o e 6^o folhas), considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004).

A Tabela 6 apresenta a amplitude de variação dos teores de macronutrientes em função dos tratamentos.

TABELA 6. Amplitude de variação dos teores de macronutrientes em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, em função dos tratamentos

| Tratamento | N | P | K | Ca | Mg | S |
|---------------|-------------|-----------|--------------------|-------------|-------------|-----------|
| | ----- | ----- | g kg ⁻¹ | ----- | ----- | ----- |
| Completo | 24,3 - 25,6 | 5,0 - 5,3 | 34,7 - 38,6 | 5,6 - 6,2 | 5,3 - 5,8 | 4,0 - 4,4 |
| Omissão de N | 16,1 - 18,9 | 5,3 - 6,0 | 31,0 - 38,1 | 5,0 - 5,4 | 4,8 - 5,3 | 6,0 - 6,2 |
| Omissão de P | 24,6 - 26,0 | 1,3 - 1,5 | 37,3 - 38,3 | 8,1 - 8,3 | 4,1 - 4,5 | 3,2 - 3,8 |
| Omissão de K | 26,6 - 29,4 | 6,5 - 7,9 | 12,5 - 19,5 | 15,3 - 18,5 | 11,8 - 12,9 | 4,8 - 5,4 |
| Omissão de Ca | 26,0 - 27,2 | 6,5 - 7,0 | 34,1 - 37,0 | 7,0 - 12,0 | 7,9 - 8,9 | 4,4 - 4,7 |
| Omissão de Mg | 24,3 - 27,8 | 5,7- 6,5 | 35,0 - 39,1 | 8,0 - 9,2 | 1,1 - 1,6 | 3,4 - 3,8 |
| Omissão de S | 24,5 - 28,6 | 4,5 - 4,8 | 30,3 - 35,4 | 8,3 - 8,9 | 4,0 - 4,8 | 1,6 - 2,1 |

A Tabela 7 apresenta os valores de conteúdo de macronutrientes em folhas de alpínia em função dos tratamentos.

TABELA 7. Conteúdo de macronutrientes (mg/planta) em folhas de plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, em função dos tratamentos.

| Tratamento | N | P | K | Ca | Mg | S |
|---------------|----------|----------|-----------|----------|---------|---------|
| | ----- | ----- | mg/planta | ----- | ----- | ----- |
| Completo | 1093,21a | 221,22a | 1570,73a | 258,45bc | 244,32b | 180,86a |
| Omissão de N | 361,86d | 116,08c | 737,43c | 107,89e | 102,56d | 125,49b |
| Omissão de P | 546,40cd | 30,27d | 820,28c | 176,52d | 93,34d | 76,01c |
| Omissão de K | 668,58c | 170,62b | 387,96d | 401,81a | 292,01a | 122,26b |
| Omissão de Ca | 717,87bc | 178,78b | 949,18bc | 27,97f | 220,18b | 122,86b |
| Omissão de Mg | 618,10c | 147,27bc | 876,65bc | 209,15cd | 32,85e | 84,96c |
| Omissão de S | 971,76b | 158,49b | 1127,27b | 294,21b | 152,66c | 64,03c |
| C.V. | 13,56 | 13,04 | 13,65 | 13,08 | 10,30 | 11,42 |
| DMS | 190,63 | 38,19 | 252,88 | 55,30 | 33,57 | 25,38 |

*Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao conteúdo de nitrogênio (Tabela 7) em plantas de alpínia, todos os tratamentos foram limitantes quando comparado ao tratamento completo, isso pode ser explicado mais em decorrência da matéria seca do que do teor. Constata-se que o tratamento omissão de nitrogênio foi o que apresentou menor valor (361,86 mg de N/planta), seguido pela omissão de fósforo com 546,40 mg/planta de N, quando comparados ao tratamento completo, com valor de 1093,21 mg/planta de N, que corresponde a 2,43 g de uréia. A omissão de enxofre foi o menos limitante em relação ao conteúdo de nitrogênio nas folhas de alpínia, com valor de 971,76 mg/planta de N, seguido pelo tratamento omissão de cálcio, com 717,87 mg/planta de N, quando comparado ao tratamento completo.

3.5.1.2 Fósforo

Os resultados dos teores médios de fósforo em folhas de alpinia, em função dos tratamentos encontram-se na Tabela 4 e Figura 16. O tratamento omissão de fósforo, como era esperado, foi o que apresentou o menor teor foliar de fósforo ($1,40 \text{ g kg}^{-1}$ de P). Os tratamentos omissão de potássio, de cálcio e de magnésio apresentam teores foliares de fósforo superior ao tratamento completo, com valores de 7,14, 6,68 e 6,14 g kg^{-1} de P respectivamente (Tabela 4). O fósforo e o nitrogênio devem manter um balanço adequado dentro do tecido, considerando-se uma relação N:P muito alta ($\text{N:P} > 16$), indicativa de deficiência de fósforo KOERSELMAN & MEULEMAN (1996, citado por Marengo & Lopes, 2005). Assim a relação N:P no tratamento omissão de fósforo do presente trabalho foi de 18, reforçando dessa forma a deficiência de fósforo. Viégas e Frazão (2007), trabalhando com plantas de bastão do imperador encontraram teores de 1,6 a 1,8 g kg^{-1} de P, para o tratamento completo e 0,7 a 0,9 g kg^{-1} de P para plantas com deficiência. Em plantas de helicônia Viégas Frazão (2007) obtiveram valores de 1,7 a 1,8 g kg^{-1} de P para o tratamento completo e de 0,40 a 0,58 g kg^{-1} de P, para plantas com deficiência de fósforo. O valor de fósforo no presente trabalho em plantas de alpinia com deficiência, foi de $1,40 \text{ g kg}^{-1}$ de P, enquanto para o tratamento completo foi de $5,10 \text{ g kg}^{-1}$ de P, sendo esses valores superiores aos encontrados por Viégas e Frazão (2007), em plantas de bastão do imperador e helicônia (Tabela 5).

A Figura 16 apresenta uma comparação entre os teores de fósforo em função dos tratamentos, e a faixa de teor de fósforo considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004). Constata-se que somente a omissão de fósforo ficou abaixo da faixa adequada, como se esperava, enquanto os demais tratamentos apresentaram valores superiores, sendo que os valores dos teores de fósforo no tratamento completo variaram de 5,0 a $5,3 \text{ g kg}^{-1}$ de P (Tabela 6).

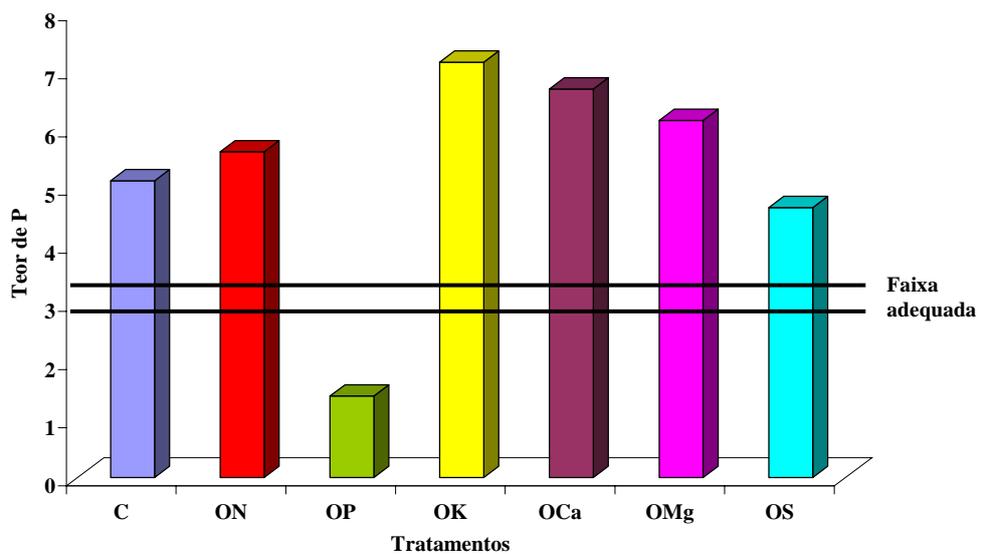


Figura 16: Teores de fósforo (g kg^{-1}) em folhas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparados à faixa de teor de fósforo (5^o e 6^o folhas), considerada adequada Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004).

Quanto ao conteúdo de fósforo em folhas de alpínia, todos os tratamentos foram limitantes em relação ao tratamento completo (Tabela 7), como consequência observa-se que a omissão de fósforo, com 30,27 mg de P/planta foi a que apresentou menor valor enquanto as omissões individuais de cálcio, potássio e enxofre, com teores de 178,78, 170,62 e 158,49 mg de P/planta, respectivamente, foram as que menos limitaram o conteúdo de fósforo, quando comparados ao tratamento completo com 221,22 mg de P/planta, que corresponde a 1,10g de superfosfato triplo.

3.5.1.3 Potássio

Os resultados do teor de potássio detectado nas folhas de plantas de alpínia, em função dos tratamentos estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que o tratamento com omissão de potássio foi que apresentou menor valor do teor desse nutriente ($16,22 \text{ g kg}^{-1}$ de K), enquanto a omissão de fósforo apresentou maior valor, ($37,94 \text{ g kg}^{-1}$ de K), não diferindo estatisticamente do tratamento completo, que apresentou valor de $36,14 \text{ g kg}^{-1}$ de K. Os teores obtidos, na presente pesquisa, para plantas de alpínia com deficiência foi de $16,22 \text{ g kg}^{-1}$ de K, enquanto para o tratamento completo foi de $36,14 \text{ g kg}^{-1}$ de K (Tabela 5). Esses valores foram bem superiores aos obtidos por Viégas e Frazão (2007) para plantas de bastão

do imperador de 13,2 a 15 g kg⁻¹ de K para plantas deficientes e 4,8 a 6,0 g kg⁻¹ de K para o tratamento completo, e em plantas de helicônia, que foram 2,2 a 2,9 g kg⁻¹ de K, no tratamento completo e 1,11 a 1,17 g kg⁻¹ de K, para plantas com deficiência (Tabela 5). Com isso, supõe-se que as alpínia são plantas mais exigentes em potássio que as duas outras em questão.

Na Figura 17 encontra-se uma comparação entre os teores de potássio em folhas de alpínia, em função dos tratamentos, e a faixa de teor foliar de potássio considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004). Como era esperado, pode-se constatar que o tratamento omissão de potássio apresentou valor inferior a faixa adequada. A omissão de enxofre encontrou-se dentro da faixa adequada, e os demais tratamentos apresentaram valores superiores à faixa adequada, considerada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), inclusive o tratamento completo que apresentou valores de teor de potássio variando de 34,7 a 38,6 g kg⁻¹ de K.

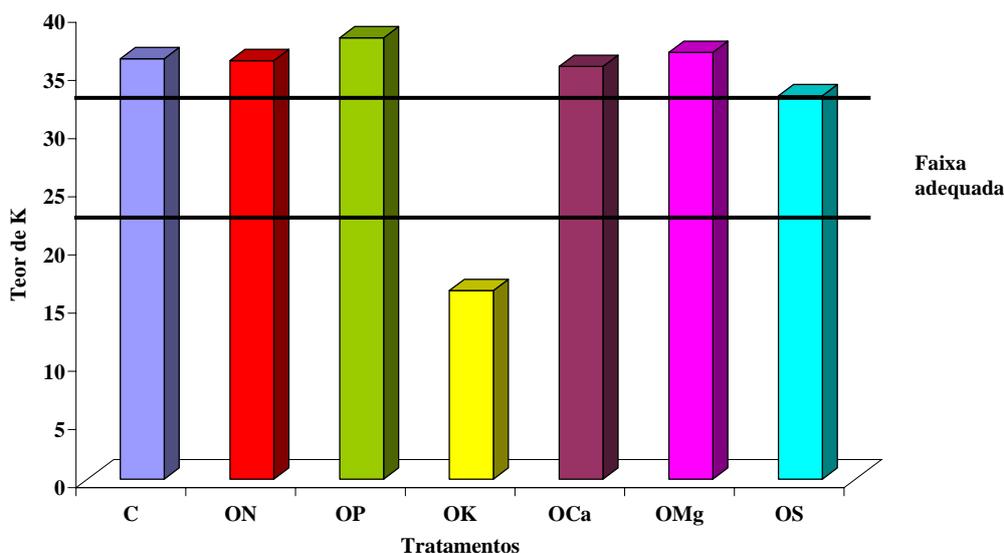


Figura 17: Teores de potássio (g kg⁻¹) em folhas plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparados à faixa de teor de potássio (5^o e 6^o folhas), considerada adequada Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004).

Quanto ao conteúdo de potássio em folhas de alpínia, todos os tratamentos foram limitantes quando comparados ao tratamento completo (Tabela 6). Constata-se que o tratamento omissão de potássio foi o que apresentou menor valor de conteúdo desse nutriente, com 387,96 mg de K/planta, e o menos limitante foi a omissão de enxofre, com 1127,27 mg

de K/planta, quando comparado ao tratamento completo, com 1570,73 mg de K/planta, que corresponde a 3,16 g de cloreto de potássio (KCl).

3.5.1.4 Cálcio

O resultado dos teores foliares de cálcio em plantas de alpínia encontra-se na Tabela 4. Constata-se que o tratamento omissão de cálcio foi o que apresentou menor teor foliar entre todos os tratamentos, com valor de 1,06 g kg⁻¹ de Ca, enquanto o tratamento omissão de potássio apresentou 16,80 g kg⁻¹ de Ca, sendo superior ao tratamento completo, com 5,92 g kg⁻¹ de Ca, e diferindo entre si estatisticamente. O fato do tratamento omissão de potássio ter apresentando maior teor foliar de cálcio, deve-se, de acordo com Malavolta (1980) ao antagonismo entre o K e o Ca que é resultado de uma competição na solução do solo. O Ca, em baixa concentração, pode provocar um efeito estimulante na absorção de K, porém, ao aumentar a concentração de Ca, o estímulo diminui, até ocorrer antagonismo entre esses cátions, causando redução na absorção de K pelas plantas (SOARES et al., 1983).

Os teores de cálcio obtidos no presente trabalho em folhas de plantas de alpínia com deficiência foi de 1,6 g kg⁻¹ de Ca, enquanto no tratamento completo foi de 5,92 g kg⁻¹ de Ca. Esses teores foram bem inferiores aos determinados por Viégas e Frazão (2007), em plantas de bastão do imperador, que apresentaram valores de 10,4 a 12,4 g kg⁻¹ de Ca, para o tratamento completo e 3,0 a 4,5 g kg⁻¹ de Ca, para plantas com deficiência, e em plantas de helicônia, nas quais os valores encontrados foram de 8,9 a 9,4 g kg⁻¹ de Ca, no tratamento completo, e 3,3 a 4,6 g kg⁻¹ de Ca, em plantas com deficiência desse nutriente (Tabela 5).

A comparação entre o a faixa de teor foliar de cálcio considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), e o teor foliar de cálcio em função dos tratamentos do presente trabalho encontra-se na Figura 18. Observa-se que os tratamentos completo (com variação de teor de 5,6 a 6,2 g kg⁻¹ de Ca), omissão de nitrogênio e omissão de cálcio encontram-se com valores abaixo dos considerados pela faixa adequada, enquanto os tratamentos omissão de fósforo, magnésio e enxofre encontram-se com valores dentro da faixa adequada. O tratamento omissão de potássio apresentou valor superior ao da faixa adequada considerada por Mills e Jones Junior, (1996, citado por Lamas, 2004), variando de 15,3 a 18,5 g kg⁻¹ de Ca(Tabela 6).

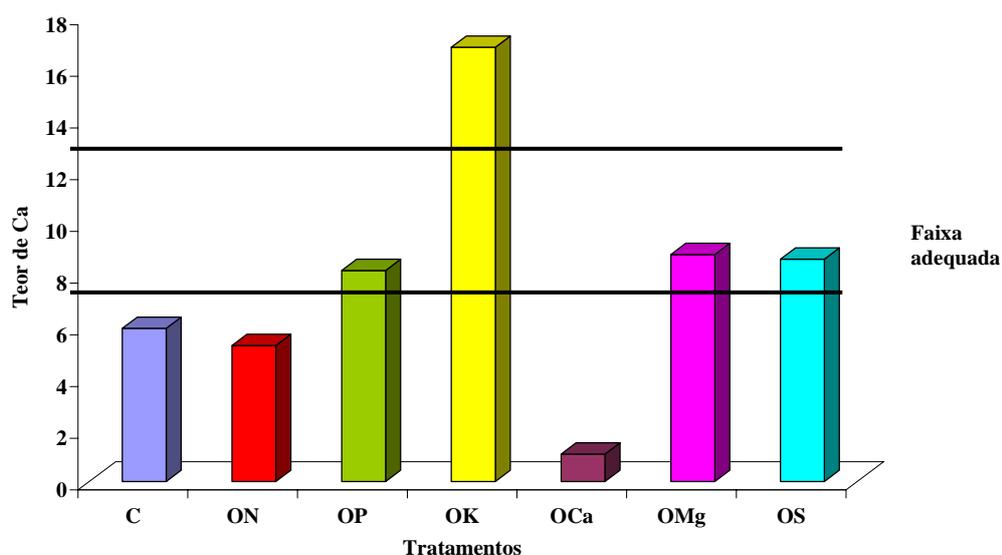


Figura 18: Teores de cálcio (g kg^{-1}) em folhas plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparados à faixa de teor de cálcio (5^o e 6^o folhas), considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004).

Em relação ao conteúdo foliar de cálcio na folha de plantas de alpínia, que pode ser observado na Tabela 7, constata-se que o tratamento omissão de cálcio foi o que apresentou menor valor (27,97 mg de Ca/planta), e a omissão de potássio, com 401,81 mg de Ca/planta, foi o que apresentou maior valor, sendo superior ao tratamento completo, que obteve 258,45 mg de Ca/planta, que corresponde a 1,20 g de Oca (calcário dolomítico, com 30% de OCa), e diferindo do mesmo, estatisticamente.

3.5.1.5 Magnésio

Na Tabela 4, são apresentados os teores foliares de magnésio em função dos tratamentos. Constata-se que o tratamento com omissão de magnésio foi que apresentou menor valor de teor foliar desse nutriente, com $1,36 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, enquanto a omissão de potássio, com $12,22 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, seguida pela de cálcio com $8,26 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, foram as que apresentaram maiores valores de teor foliar de magnésio, superando o tratamento completo com $5,64 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, diferindo entre si estatisticamente (Tabela 4). Este fato deve-se a interação entre Mg x K x Ca. Altas concentrações de potássio no substrato podem inibir competitivamente a absorção de Mg causando em muitos casos deficiência (MALAVOLTA, 1980).

O teor foliar de magnésio obtido no presente trabalho para o tratamento completo e plantas com deficiência desse nutriente foi de 5,64 e 1,36 g kg⁻¹ de Mg, respectivamente. Esses valores encontram-se acima dos constatados por Viégas e Frazão (2007), em plantas de helicônia, para o tratamento completo, que apresentaram valor de 4,0 a 4,9 g kg⁻¹ de Mg e na faixa dos valores obtidos em plantas com deficiência, com 1,2 a 1,9 g kg⁻¹ de Mg. Foram superiores também aos de plantas de bastão do imperador, os quais foram de 2,6 a 3,4 g kg⁻¹ de Mg para o tratamento completo e 0,7 a 0,9 g kg⁻¹ de Mg, em plantas com deficiências (Tabela 5).

Na Figura 19, observa-se a comparação entre os teores foliares de magnésio em função dos tratamentos do presente trabalho e a faixa de teor adequada considerada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004). Constata-se que apenas o tratamento com omissão de magnésio apresentou valor abaixo da faixa adequada, enquanto os tratamentos omissão de fósforo e omissão de enxofre apresentaram valores dentro da faixa adequada. O tratamento completo, as omissões de nitrogênio, potássio e cálcio apresentaram valores de teor de magnésio superior aos da faixa adequada considerada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004).

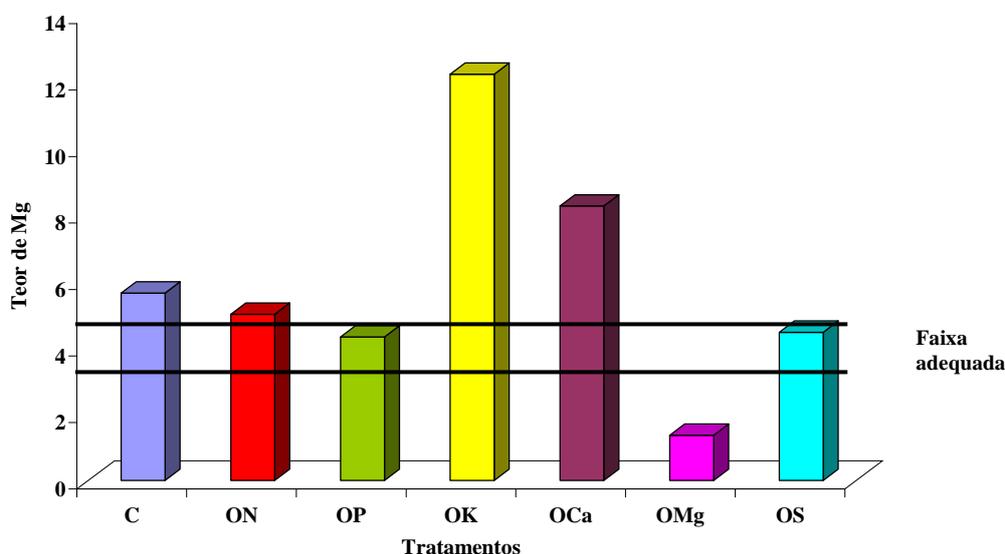


Figura 19: Teores de magnésio (g kg⁻¹) em folhas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparados à faixa de teor de magnésio (5^o e 6^o folhas), considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004).

Quanto ao conteúdo de magnésio nas folhas de plantas de alpínia, que se encontra na Tabela 6, observa-se que a omissão de magnésio apresentou menor conteúdo foliar desse nutriente, com 32,85 mg de Mg/planta, enquanto o tratamento omissão de potássio foi o que menos influenciou no conteúdo de magnésio na folha, com 292,01 mg de Mg/planta, sendo superior ao tratamento completo, que obteve valor de 244,32 mg de Mg/planta, que corresponde a 2,44 g de MgSO₄, estes diferindo entre si estatisticamente.

3.5.1.6 Enxofre

O resultado do teor foliar de enxofre em função dos tratamentos em plantas de alpínia encontra-se na Tabela 4. Observa-se que o tratamento que apresentou menor teor foliar de enxofre foi a omissão desse nutriente, com valor de 1,86 g kg⁻¹ de S. Os tratamentos omissão de nitrogênio, seguida pela omissão de potássio apresentaram teor foliar superior ao tratamento completo (4,16 g kg⁻¹ de S), com valores de 6,12 e 5,12 g kg⁻¹ de S respectivamente. Há uma relação entre o N e S, recomenda-se sempre verificar se ambos elementos estão na faixa adequada, pois uma relação N:S “adequada também pode ser encontrada com níveis deficientes desses elementos (MARSCHENER, 1995 citado por MARRENCO E LOPES, 2005). De acordo com a literatura existe uma relação de antagonismo entre N e S (CAMARGO e SILVA, 1975). Os teores foliares encontrados para o tratamento completo e plantas com deficiência de magnésio no presente trabalho foram respectivamente 4,16 e 1,86 g kg⁻¹ de S (Tabela 6). Esses valores quando comparados aos encontrados por Viégas e Frazão (2007), em plantas de helicônia, para o tratamento completo, que apresentou valor de 6,3 a 7,4 g kg⁻¹ de S encontrara-se inferior, porém em relação as planta deficientes que apresentaram valores de 1,2 a 1,5 g kg⁻¹ de S, o valor da presente pesquisa encontra-se levemente superior. Em plantas de bastão do imperador, também estudadas por Viégas e Frazão (2007), onde os valores obtidos para o teor de enxofre para o tratamento completo e plantas com deficiências foram respectivamente 2,1 a 2,5 g kg⁻¹ de S e ≤ 1,1 g kg⁻¹ de S, os quais são inferiores aos obtidos nessa pesquisa.

A Figura 20 apresenta a comparação entre os teores foliares de enxofre em função dos tratamentos do presente trabalho e a faixa de teor de magnésio considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004). Constata-se que apenas o tratamento com omissão de enxofre apresentou teor abaixo da faixa adequada, enquanto o tratamento completo e as omissões de fósforo, cálcio e magnésio, apresentaram valores dentro da faixa

adequada e as omissões de nitrogênio e potássio apresentaram valores superiores a faixa adequada considerada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004).

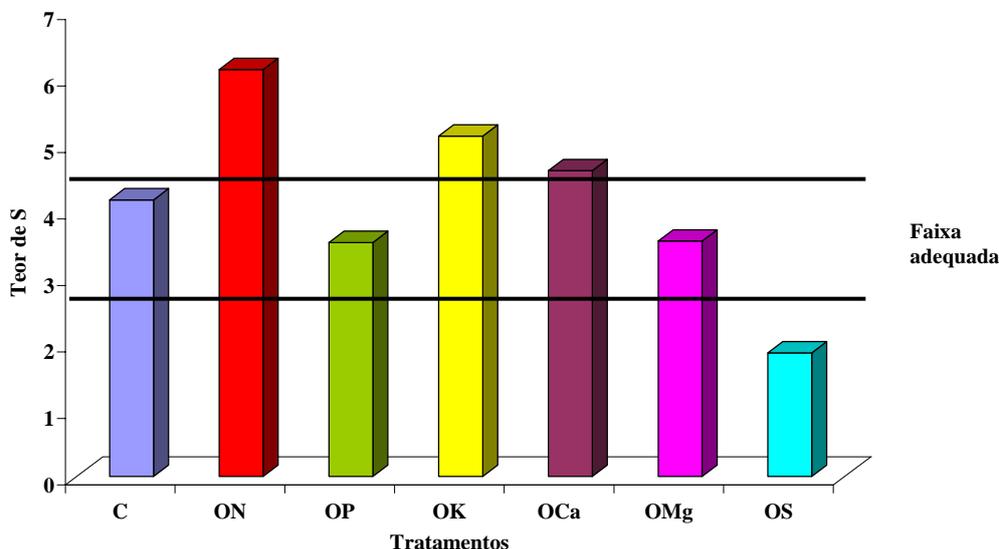


Figura 20: Teores de enxofre (g kg^{-1}) em folhas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King, em função dos tratamentos, comparado à faixa de teor de enxofre (5^o e 6^o folhas), considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004).

Em relação ao conteúdo de enxofre nas folhas de plantas de alpinia, observa-se que todos os tratamentos foram limitantes quando comparado ao tratamento completo (Tabela 6). O tratamento que apresentou menor valor, com 64,03 mg de S/planta, foi a omissão de enxofre, seguida pela omissão de fósforo e magnésio, com valores de 76,01 e 84,96 mg de S/planta respectivamente, porém não diferindo estatisticamente entre si, quando comparados ao tratamento completo, que obteve valor de 18,08 mg de S/planta, que corresponde a 1,29 g de MgSO_4 .

A Figura 21 apresenta a comparação da faixa de teor de macronutriente do presente trabalho (tratamento completo) e a faixa de teor adequada para alpinia, determinada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004). O nutriente cálcio, foi o único que obteve valor inferior ao da faixa de teor adequada determinada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), supondo-se que este fato deve ser devido à pesquisa feita por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004) ter sido feita em um solo com alto teor de Ca. Os demais nutrientes obtidos encontram-se dentro da faixa, como o N e S, e levemente superior como o P, K, Mg, sendo que desses três últimos o potássio na presente pesquisa, encontram-

se com valor superior ao nitrogênio, que é considerado como o nutriente mais requerido pela a maioria das plantas, demonstrando dessa forma que as plantas de *Alpínia purpurata* são exigentes em potássio. Com os valores de teores da presente pesquisa para estes nutrientes encontrarem-se bem próximos a faixa de teor adequada determinada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), estes podem servir de base para avaliar o estado nutricional de plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King.

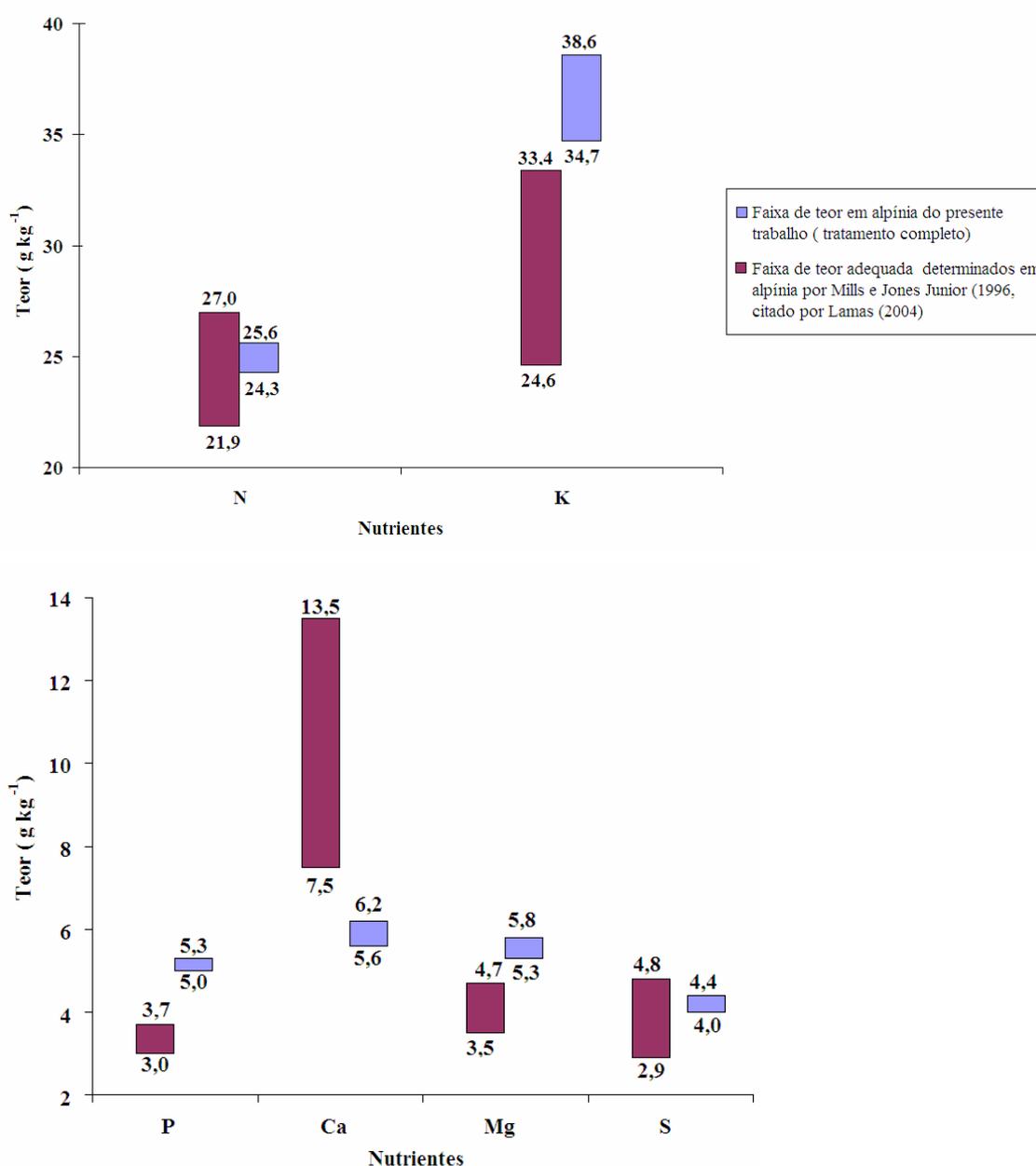


Figura 21- Comparação da faixa de teor foliar de macronutriente do presente trabalho (tratamento completo) e a faixa de teor foliar adequada para alpínia, determinada por Mills e Jones Junior (1996, citado por Lamas, 2004), com base na 5^o e 6^o folhas.

3.6 CONCLUSÕES

1- As omissões individuais de N, P, K, Ca, Mg e S promoveram redução nos teores foliares dos mesmos.

2- Os teores dos nutrientes nas folhas sem deficiências (completo) e deficientes (com omissão), para plantas de alpinia, são respectivamente: N= 25,16 e 17,64 g kg⁻¹; P= 5,10 e 1,40 g kg⁻¹; K= 36,14 e 16,22 g kg⁻¹; Ca= 5,92 e 1,06 g kg⁻¹; Mg= 5,64 e 1,36 g kg⁻¹ e S= 4,16 e 1,86 g kg⁻¹.

3- As omissões individuais de N, P, K, Ca, Mg e S promoveram redução nos conteúdos foliares dos mesmos.

3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNON, I. Quality criteria os agricultural produce and the influence of mineral fertilizers on quality. Potassium ond the quality of agricultural products. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE,8, 1996, Berne. **Proceedings...** Berne : 1996. p. 339.

CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Editora La Libreria Ltda. 1975. 258 p.

CARVALHO, J.G. de ; PEREIRA, N. V.; BASTOS, A. R. R.; FERREIRA, E. V. de O.; RODRIGUES, J. D. Caracterização dos sintomas de deficiência de macronutrientes em crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivar Rage. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais**. Fortaleza, 2005. 1 CD ROOM.

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

JÚNIOR, F. L. C; PAIVA, B. M. de; ESTANISLAU, M. L. L. Perspectivas para exportações de flores e plantas ornamentais. **Informe agropecuário**, v. 26, n. 227, p. 62-72, 2005.

LAMAS, A. da M. Flores: Produção, Pós- colheita e Mercado. Curso Técnico- Frutal 2004. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 11. Fortaleza, 2004.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980, 251p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2005, 451p.

SOARES, E.; LIMA, L.A.; MISCHAN, M.M.; MELLO, F.A.F.; BOARETTO, A.E. Efeito da relação entre teores trocáveis de Ca e Mg do solo na absorção de K por plantas de centeio. **Revista de Agricultura**, v.58, p.315-330, 1983.

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

VIÉGAS, I. de J. M.; FRAZÃO, D. A. C. Nutrição, adubação e calagem em plantas ornamentais tropicais: bastão do imperador, helicônias e Alpínia (palestra). In: IV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA e X SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. 2007...