



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS VISUAIS DE
DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE *Zingiber spectabilis* Griff**

SABRINA SANTOS DE LIMA

Belém – PA

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS VISUAIS DE
DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE *Zingiber spectabilis* Griff

SABRINA SANTOS DE LIMA

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. DSc. Ismael de Jesus Matos Viégas**

Belém – PA

2009



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS VISUAIS DE
DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE *Zingiber spectabilis* Griff**

SABRINA SANTOS DE LIMA

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

Lima, Sabrina Santos de

Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em plantas de *Zingiber spectabilis* Griff/ Sabrina Santos de Lima.- Belém, 2009.

78f.:il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2009.

1. Floricultura 2. Composição mineral 3. Deficiência 4. *Zingiber spectabilis* I. Título.

CDD – 635.9

Aprovada, 19 de Janeiro de 2009.

BANCA EXAMINADORA:

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

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

Eng. Agr. Prof^o. DSc. Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição
(Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA)

Eng. Agr. Prof^o. DSc. Mário Lopes Júnior
(Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA)

A Deus

OFEREÇO

Aos meus pais **Antonio Carlos e Wanilde Lima**

Aos meus irmãos **Kamyla e José Antonio Lima**

Aos meus filhos de estimação **Mel, Simba (in memorian) e Wilou**

Aos meus avós paternos **José Maria (in memorian) e Nair Lima (in memorian)**

Aos meus avós maternos **Antonio Raimundo e Uiamira Santos (in memorian)**

A todos da família **Santos e Lima** e amigos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me iluminou durante toda a caminhada até essa grande vitória.

Aos meus pais pela grande força, apoio e conselhos nos momentos mais difíceis da minha vida, amo vocês.

Aos meus irmãos pelo apoio, paciência e companheirismo durante toda minha vida, amo vocês.

A minha avó Uiamira Santos, que não está mais comigo, mas sei que onde estiver está me dando força, luz e feliz com o cumprimento de mais uma etapa da minha vida. Ao meu avô Antonio Santos pelos conselhos, apoio e força por todos os momentos da minha vida.

A todos das famílias Santos e Lima pelo apoio, força e paciência durante essa jornada.

Ao orientador DSc. Ismael de Jesus Matos Viégas, pelos ensinamentos, conselhos, amizade, orientação e incentivo para o caminho da pesquisa durante toda minha graduação e pós-graduação, por todo carinho, respeito e admiração.

Ao pesquisador DSc. Dílson Augusto Capucho Frazão pelo apoio, amizade, colaboração e incentivo para o caminho da pesquisa, por todo carinho, respeito e admiração.

Aos amigos e funcionários da Embrapa Amazônia Oriental Inocêncio Bernardo Neto, Antonias Trindade Carvalho, Raimundo Mário Rodrigues de Sousa, Paulo Apóstolo Evangelista, a turma da Biblioteca e Edson Sampaio, pelo grande apoio e colaboração durante a realização deste trabalho.

As Engenheiras Agrônomas e colegas de trabalho da Embrapa Amazônia Oriental, Roberta Sertão Lira, Sueny Kelly Santos de França e Odineila Martins Monteiro pelo grande apoio, auxílio, paciência e compreensão muito importante para a realização desse trabalho.

A amiga e companheira de estrada Diocléa Almeida Seabra Silva pela amizade, apoio, conselhos, companheirismo e paciência durante a caminhada até a etapa final. E a Maria Cristina Couto pelo apoio, incentivo, conselhos, paciência e companheirismo por todo carinho.

Aos amigos Márcio Antonio Magalhães, Edielson Albuquerque, Délcio Teles, Milena Fonseca, Ana Priscilla Naiff e William Faraco pelo apoio, incentivo, paciência, por todos os momentos e amizade. Aos colegas do mestrado pelo companheirismo durante a caminhada até a etapa final.

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

A Embrapa Amazônia Oriental pela oportunidade de realizar esta pesquisa e aperfeiçoar meus conhecimentos.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudo durante o período e realização deste trabalho.

“E ainda se vier, noites traiçoeiras, se a cruz pesada for, Cristo estará contigo. O mundo pode até fazer você chorar, mas Deus te quer sorrindo”.

(Refrão da música Noites Traiçoeiras - Padre Marcelo)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
CAPÍTULO 1: CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS VISUAIS DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS <i>Zingiber spectabilis</i> Griff.....	13
1.1 RESUMO.....	13
1.2 ABSTRACT.....	14
1.3 INTRODUÇÃO.....	15
1.4 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
1.4.1 Caracterização botânica da planta.....	17
1.4.2 Condições edafoclimáticas.....	18
1.4.3 Importância econômica das plantas ornamentais tropicais.....	19
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.....	24
1.4.4.5 Magnésio.....	26

1.4.4.6 Enxofre.....	27
1.4.5 Interação entre os macronutrientes.....	28
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
CAPITULO 2 : EFEITO DA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES NA SINTOMATOLOGIA DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE <i>Zingiber spectabilis</i> Griff.....	33
2.1 RESUMO.....	33
2.2 ABSTRACT.....	34
2.3 INTRODUÇÃO.....	35
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.4.1 Local de condução do experimento e semeio.....	36
2.4.2 Sistema de condução e recipientes utilizados.....	36
2.4.3 Aclimação e solução nutritiva.....	37
2.4.4 Tratamentos e delineamento experimental.....	37
2.4.5 Variáveis avaliadas.....	38
2.4.6 Análise estatística.....	39
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
2.5.1. Sintomas visuais de deficiências de macronutrientes.....	39

2.5.1.1 Nitrogênio.....	40
2.5.1.2 Fósforo.....	41
2.5.1.3 Potássio.....	42
2.5.1.4 Cálcio.....	44
2.5.1.5 Magnésio.....	45
2.5.1.6 Enxofre.....	46
2.5.2 Efeito das omissões de macronutrientes sobre a altura da planta, número de folhas, massas secas de folhas, hastes, raízes, parte aérea, total, relação parte aérea e sistema radicular e crescimento relativo.....	47
2.6 CONCLUSÕES.....	56
2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	57
CAPITULO 3: EFEITO DA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES NOS TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE <i>Zingiber spectabilis</i> Griff.....	59
3.1 RESUMO.....	59
3.2 ABSTRACT.....	60
3.3 INTRODUÇÃO.....	61
3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	62
3.4.1 Local de condução do experimento e semeio.....	62
3.4.2 Sistema de condução e recipientes utilizados.....	62

3.4.3 Aclimação e solução nutritiva.....	62
3.4.4 Tratamentos e delineamento experimental.....	63
3.4.5 Variáveis avaliadas e análise química da massa seca.....	63
3.4.6 Análise estatística.....	63
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
3.5.1 Teores e conteúdo de macronutrientes nas folhas de plantas de <i>Zingiber spectabilis</i>...	64
3.5.1.1 Nitrogênio.....	64
3.5.1.2 Fósforo.....	66
3.5.1.3 Potássio.....	67
3.5.1.4 Cálcio.....	70
3.5.1.5 Magnésio.....	72
3.5.1.6 Enxofre.....	74
3.6 CONCLUSÕES.....	76
3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química da solução nutritiva (mL/ L) de Hoagland & Arnon (1950), utilizada no experimento com <i>Zingiber spectabilis</i>	38
Tabela 2	Altura da planta (cm) e número de folhas 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....	49
Tabela 4	Teores (g kg ⁻¹) e conteúdo (mg/ planta) de macronutrientes nas folhas de plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> , em função dos tratamentos.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Visão geral do experimento com plantas de <i>Zingiber spectabilis</i>	36
Figura 2	Plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> com deficiência de nitrogênio (-N) e sem deficiência, tratamento completo(C) e folhas com deficiência de nitrogênio (-N) e folha sem deficiência,.....	40
Figura 3	Plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> com deficiência de fósforo (-P) e sem deficiência, tratamento completo(C) e folhas com deficiência de fósforo (-P) e sem deficiência.....	41
Figura 4	Folhas de <i>Zingiber spectabilis</i> com deficiência de potássio (-K) e folhas sem deficiência.....	43
Figura 5	Folhas de <i>Zingiber spectabilis</i> com deficiência de cálcio (-Ca) e sem deficiência.....	44
Figura 6	Folhas de <i>Zingiber spectabilis</i> com deficiência de magnésio (-Mg).....	46
Figura 7	Plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> com deficiência de enxofre (-S) e sem deficiência, tratamento completo(C) e folhas com deficiência de enxofre (-S) e folhas sem deficiência.....	47
Figura 8	Produção de massa seca da folha (MSF) em plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> , em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.....	50
Figura 9	Produção de massa seca das hastes (MSH), em plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> , em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.....	51
Figura 10	Produção de massa seca da parte aérea (MSPA), em plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> , em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.....	52
Figura 11	Produção de massa seca das raízes (MSR), em plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> , em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.....	53
Figura 12	Produção de massa seca total (MST), em plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> , em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.....	54

Figura 13	Relação de parte aérea / sistema radicular (PA/SR), em plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> , em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.....	55
Figura 14	Crescimento relativo (CR) das plantas de <i>Zingiber spectabilis</i> , em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.....	56
Figura 15	Comparação dos teores de nitrogênio (g kg^{-1}) em folhas de <i>Zingiber spectabilis</i> , com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de nitrogênio, em função dos tratamentos.....	65
Figura 16	Comparação dos teores de fósforo (g kg^{-1}) em folhas de <i>Zingiber spectabilis</i> , com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de fósforo, em função dos tratamentos.....	67
Figura 17	Comparação dos teores de potássio (g kg^{-1}) em folhas de <i>Zingiber spectabilis</i> , com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de potássio, em função dos tratamentos.....	69
Figura 18	Comparação dos teores de cálcio (g kg^{-1}) em folhas de <i>Zingiber spectabilis</i> , com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de cálcio, em função dos tratamentos.....	71
Figura 19	Comparação dos teores de magnésio (g kg^{-1}) em folhas de <i>Zingiber spectabilis</i> , com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de magnésio, em função dos tratamentos.....	73
Figura 20	Comparação dos teores de enxofre (g kg^{-1}), em folhas de <i>Zingiber spectabilis</i> , com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de enxofre, em função dos tratamentos.....	75

CAPÍTULO 1: CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E SINTOMAS VISUAIS DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE *Zingiber spectabilis* Griff

1.1.RESUMO

O gengibre ornamental *Zingiber spectabilis* Griff, conhecido como shampoo, maracá, sorvetão, é uma planta ornamental tropical, de origem asiática, nativa da Malásia. Pertencente a família Zingiberaceae, da ordem Zingiberales, apresenta inflorescência com brácteas amarelas até a coloração róseo-avermelhado. A maioria dos países desenvolvidos apresenta limitações para o cultivo de flores tropicais devido às condições climáticas desfavoráveis, e dentro desses fatores climáticos o Estado do Pará apresenta condições altamente favoráveis para contribuir com as exigências do mercado, especificamente, quanto à produção de flores tropicais. A produtividade de flores tropicais de corte, no Estado do Pará, vem crescendo, consideravelmente, devido o conhecimento de diferentes sistemas de produção, bem como estudos que vêm sendo realizados nas áreas de melhoramento genético, manejo de cultura, nutrição, adubação e calagem. Essa produtividade vem alcançando grandes resultados na expansão da área plantada das espécies de flores tropicais de corte, como a helicônia, bastão-do-imperador e alpínia; sobretudo com relação ao manejo no campo, aliado as várias informações sobre o sistema de produção e o conhecimento quanto à necessidade das referidas espécies, porém poucos conhecimentos e estudos foram realizados com a espécie gengibre ornamental. Dessa forma, plantas de *Zingiber spectabilis* foram cultivadas, em casa de vegetação, da Embrapa Amazônia Oriental, em substrato sílica tipo zero, irrigadas com solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950), e submetidas aos tratamentos: Completo (macro + micronutrientes) e omissão de N, P, K, Ca, Mg e S com o objetivo de avaliar o crescimento, caracterizar a sintomatologia de deficiência dos macronutrientes, e determinar o teor e o conteúdo foliar. Como variáveis avaliou-se a altura da planta, número de folhas, massa seca das folhas, hastes, raízes e total, e teores de nutrientes na folha. Os sintomas de deficiências de macronutrientes foram de fácil caracterização, manifestando-se na seguinte ordem decrescente: K>N>Mg>Ca>P>S. O crescimento das plantas foi mais afetado pela omissão de potássio, seguida da omissão de magnésio, fósforo, cálcio, nitrogênio e enxofre. As omissões dos nutrientes estudados reduziram os teores e conteúdos foliares de seus respectivos nutrientes. A ordem decrescente nos teores foliares e conteúdos, em plantas de *Zingiber spectabilis*, foram: N>K>Ca>Mg>P>S. Os teores dos nutrientes, sem deficiências (completo) e deficientes, obtidos nas folhas de *Zingiber spectabilis* foram, respectivamente: N= 22,6 e 15,25 g. kg⁻¹, P= 2,45 e 1,12 g. kg⁻¹, K= 18,27 e 6,80 g. kg⁻¹, Ca= 16,20 e 3,35 g. kg⁻¹, Mg= 3,12 e 1,65 g. kg⁻¹ e S= 2,22 e 1,15 g.kg⁻¹.

Palavras-chave: Floricultura; composição mineral; deficiência nutricional; *Zingiber spectabilis*

CHAPTER 1: GROWTH, MINERAL COMPOSITION AND VISUAL SYMPTOMS AND MACRONUTRIENT DEFICIENCIES IN *Zingiber spectabilis* Griff PLANTS

1.2 ABSTRACT

The ornamental ginger *Zingiber spectabilis*, known as shampoo, Maracá, sorvetão, is a tropical ornamental plant of Asian origin, native of Malaysia. Belonging to family Zingiberaceae, the order Zingiberales, has inflorescence bracts with yellow to reddish-pink color. Most developed countries is limited to the cultivation of tropical flowers due to adverse weather conditions or paucity of the territory, and within these climatic factors the State of Pará presents highly favorable terms to help with the demands of the market, specifically, about the production of tropical flowers. The productivity of tropical flowers for cutting, in Pará, has grown considerably, because the knowledge of different production systems, and as well as studies being conducted in the areas of breeding, nutrition, fertilization and liming. This productivity is targeting major results in the expansion of species of tropical flowers for cutting, such as heliconia, stick-to-emperor and Alpine, especially with regard to the management field, combined the various information about the production system and knowledge about the need of those species, but little knowledge and studies were conducted for the species gengibre ornamental. Of this form, *Zingiber spectabilis* plants had been cultivated in house of vegetation of the Embrapa Eastern Amazonia, in worn out quartz substrate type zero, irrigated with nutrient solution of Hoagland & Arnon (1950), and subjected to treatments: Complete (macro + micro) and omission N, P, K, Ca, Mg and S to evaluate growth, describe the symptoms of deficiency of micronutrients, and determine the content and content leaf. How to evaluate the variables plant height, number of leaves, dry weight of leaves, stems, roots and all, and nutrient content in the leaves. The symptoms of deficiencies of nutrients were easy characterization, manifesting itself in the following order: K> N> Mg> Ca> P> S. Plant growth was most affected by the omission of potassium, followed by the omission of magnesium, phosphorus, calcium, nitrogen and sulfur. The omissions of the nutrients studied reduced the maximum leaf and content of their nutrients. The decreasing levels in leaf and content in plants of *Zingiber spectabilis*, were: N> K> Ca> Mg> P> S. The nutrient content without disabilities (full) and the disabled, from the leaves of *Zingiber spectabilis* were, respectively: N = 22.6 and 15.25 g. kg⁻¹, P = 2.45 and 1.12 g. kg⁻¹, K = 18.27 and 6.80 g. kg⁻¹, Ca = 16.20 and 3.35 g. kg⁻¹, Mg = 3.12 and 1.65 g. kg⁻¹ and S = 2.22 and 1.15 g.kg⁻¹.

Keywords: Flowers, mineral composition, nutritional deficiency; *Zingiber spectabilis*

1.3. INTRODUÇÃO

A exportação brasileira de plantas ornamentais dobrou nos últimos dez anos, o que evidencia a potencialidade de crescimento dessa cadeia produtiva. Apesar da pequena participação brasileira no mercado internacional, a floricultura nacional apresenta um amplo e crescente mercado consumidor (LAMAS, 2004). O aumento da demanda de flores tropicais e plantas ornamentais, tanto no mercado nacional como no internacional vem apresentando crescimento anual em torno de 10% desde a década de 90 (TOMBOLATO, 2004).

Segundo Junqueira & Peetz (2006), a floricultura brasileira movimenta, anualmente, no mercado doméstico, valor global em torno de US\$ 1,1 bilhão, e o consumo doméstico gira em torno de US\$ 6 per capita, acreditando-se que o potencial de vendas seja o dobro do atual. O Estado do Pará é o quinto maior exportador brasileiro no que se refere à floricultura, sendo que em 2005, o seu desempenho foi de 11,8% maior que o verificado com as exportações de 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 aceitação no mercado externo (LOGES et al., 2005).

O gengibre ornamental, *Zingiber spectabilis* Griff, conhecido como shampoo, maracá e sorvetão é uma planta ornamental tropical, de origem asiática, nativa da Malásia, pertence à família Zingiberaceae, e neste gênero são constituídos de 85 espécies. Apresenta inflorescência com brácteas amarela até róseo-avermelhado, muito resistente ao manuseio, e sua durabilidade é grande, além de uma produtividade excepcional (LAMAS, 2004).

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

Dentro desses fatores climáticos o Estado do Pará apresenta condições altamente favoráveis para contribuir com as exigências do mercado; especificamente, quanto à produção de flores e folhagens tropicais.

A produtividade de flores tropicais de corte, no Estado do Pará vem crescendo consideravelmente, em consequência de alguns conhecimentos sobre os diferentes componentes do sistema de produção, especificamente, com relação aos estudos de melhoramento genético, manejo de cultura, nutrição, adubação e calagem. Alguns conhecimentos sobre as exigências nutricionais de determinadas flores tropicais como a *Helicônia Golden Toch* (Rodrigues et al., 2006, Batista, 2006), bastão do imperador (Brito et al., 2005; Viégas & Frazão, 2007) e *Alpinia purpurata cv. Jungle King* (Naiff, 2007) foram obtidas através de pesquisas realizadas em casa de vegetação.

A durabilidade pós-colheita é um dos principais aspectos a serem observados na produção de flores para corte. Além disso, constitui um pré-requisito para a qualidade do produto e para o sucesso da comercialização. Entre os fatores que influenciam esses aspectos está o manejo pré-colheita que envolve propriedades nutricionais da cultura. A adubação inadequada pode acarretar deficiências nutricionais e afetar o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade do produto (TERÃO 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 das espécies em qualquer tipo de solo (VIÉGAS et al., 2005).

Dessa forma, sabendo-se que o conhecimento sobre nutrição mineral de plantas é de fundamental importância, para subsidiar as recomendações de adubação, o trabalho objetivou avaliar o crescimento, caracterizar a sintomatologia de deficiência dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S e determinar o teor e o conteúdo foliar, desses nutrientes, em plantas de *Zingiber spectabilis*.

1.4. REVISÃO DE LITERATURA

1.4.1. Caracterização botânica da planta

O gengibre ornamental, *Zingiber spectabilis* Griff, conhecido como shampoo, maracá, sorvetão, é uma planta ornamental tropical, de origem asiática, nativa da Malásia. Pertencente a família Zingiberaceae, da ordem Zingiberales, apresenta inflorescência com brácteas amarelas até a coloração róseo-avermelhado. Muito resistente ao manuseio, sua durabilidade é grande, além de uma produtividade excepcional, sendo 100 flores/ano/touceira (LAMAS, 2004).

O *Zingiber spectabilis* Griff é uma planta herbácea, rizomatosa, robusta, perene com hastes mais ou menos eretas, podendo atingir até 2,50m de altura. Possui folhas alongadas, lanceoladas e aveludadas na parte inferior. Produz inflorescências terminais que tem forma cilíndrica que mais lembra um sorvetão; suas brácteas são de coloração amarelo brilhante e, à medida que fenecem se torna róseo-avermelhadas. Estas são sustentadas por uma haste ereta de 0,30 a 0,80 m que originam diretamente do sistema de rizomas, sendo completamente separadas das hastes vegetativas (LAMAS, 2004).

A ordem Zingiberales é claramente delimitada e aceita como um grupo natural de oito famílias: Zingiberaceae, Costaceae, Marantaceae, Canaceae, Lowiaceae, Musaceae, Heliconiaceae e Strelitziaceae. São aproximadamente 89 gêneros e 1.800 espécies, abundantemente encontradas nos trópicos úmidos e sazonalmente no trópico seco.

Em adição às muitas características celulares que distinguem Zingiberales de outras plantas, existem outras bem evidenciadas e facilmente reconhecidas como folhas grandes com lâminas possuindo venação transversa, e freqüentemente longas e pecioladas. As inflorescências são grandes, com brácteas e coloridas, como são observadas em plantas de gengibre ornamental (CASTRO, 1995).

Muitas das espécies da família Zingiberaceae são utilizadas como aromatizantes ou condimentos, destacando-se o gengibre ornamental. No Brasil, o mesmo é utilizado na fabricação de duas bebidas: a gengibirra e o quentão. Algumas Zingiberáceas apresentam propriedades medicinais (HUTCHINSON, 1995).

1.4.2. Condições edafoclimáticas

A maioria das espécies, da família Zingiberaceae, são plantas de sombra de florestas úmidas, embora algumas se desenvolvam em bordas de matas, em clareiras, em margens de rios ou a céu aberto (LAMAS, 2004).

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

De acordo com Terão et al (2005), o gengibre ornamental floresce bem em locais expostos ao sol, mas sua preferência por locais parcialmente sombreados, sem o comprometimento da luminosidade, faz com que a produtividade seja acrescida. A faixa de temperatura de cultivo adequada está situada entre 22 e 35⁰ C e umidade relativa do ar entre 60-80%.

O gengibre ornamental desenvolve-se bem em solos rico em matéria orgânica, com boa capacidade de retenção de umidade, bastante fértil, pois é considerada uma planta esgotante. Requer constante irrigação e drenagem eficiente, podendo ser do tipo aspersão, micro-aspersão ou mesmo infiltração. O solo deve estar sempre úmido, sem causar excesso, pois é bastante sensível com a falta de umidade; podendo afetar a qualidade do produto e causar morte da touceira (LAMAS, 2004). No nordeste do Estado do Pará, o gengibre ornamental vem sendo

cultivado na sua maioria em Latossolo Amarelo, textura média caracterizados por serem ácidos e de baixa fertilidade natural.

1.4.3. Importância econômica das plantas ornamentais tropicais

O agronegócio de flores tropicais é um dos segmentos da agricultura em ascensão no Brasil e no mundo, destacando-se como uma atividade geradora de renda, fixadora de mão-de-obra no campo e adequada para pequenos produtores em áreas impróprias para outras atividades agropecuárias (WARUMBY, 2004).

A floricultura no Estado do Pará 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(44,3%) são constituídos pela mão-de-obra familiar. O mercado de flores e plantas ornamentais em Belém movimenta anualmente R\$ 35 milhões, incluindo as vendas globais no varejo e no setor de prestação de serviços. Neste total, a participação da floricultura paraense chega a representar 11,2% no mercado nacional. No ano de 2004, o crescimento da produção de hastes de flores tropicais na região foi de 49,7%, passando de 310.000 hastes/ ano para 463.992 hastes/ ano em 2006 (JUNQUEIRA & PEETZ, 2006)

Os maiores produtores encontram-se nos municípios de Benevides (36,9% da área total); Castanhal (24%); Santa Izabel do Pará (13%); Santa Bárbara do Pará (12,3%); Marituba (7,4%) e outros com 6,5% da área total (SEBRAE, 2005).

1.4.4. Crescimento e nutrição mineral

Para o desenvolvimento, as plantas necessitam de luz, água e nutrientes, que podem ser consumidos em maior ou menor quantidade, sendo que os elementos 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 (MARENCO & LOPES, 2005).

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

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. Para se conhecer as exigências minerais de uma planta, é necessário analisar amostras da referida cultura, oriundos de experimentos de casa de vegetação utilizando solo ou solução nutritiva, e no campo.

Quando a deficiência - falta, carência, fome - é incipiente ocorre menor crescimento e menor produção sem que, entretanto, apareçam sintomas típicos. Se a falta for mais acentuada, aparecem os sintomas visuais, geralmente nas folhas embora possam fazê-lo em outros órgãos. Do mesmo modo, o excesso não pronunciado pode causar redução no crescimento e na produção sem sintomas visíveis (MALAVOLTA, 2006).

O uso de técnicas de cultivos hidropônicos com soluções de composição química bem definida e a possibilidade de obtenção de compostos químicos de alto grau de pureza vêm sendo fatores que contribuem muito para os avanços nas pesquisas em nutrição mineral de plantas, uma vez que lhes possibilitam o seu crescimento normal e permitem um controle mais exato no fornecimento de nutrientes às raízes.

O uso de ensaios em vasos, segundo Malavolta (1985), indica o elemento ou elementos limitantes do crescimento e a composição mineral, e permite uma determinação qualitativa da resposta esperada.

1.4.4.1. Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas e o que mais limita o crescimento. Ele faz parte de proteínas, ácidos nucléicos e muitos outros importantes constituintes celulares, incluindo membranas e diversos hormônios vegetais. Sua deficiência resulta em clorose gradual das folhas mais velha e redução do crescimento das plantas, inicialmente, em detrimento das reservas da parte aérea, a planta promove alongamento do sistema radicular, como uma tentativa de “buscar” o nutriente (MALAVOLTA, 2006).

Os estudos do nitrogênio em plantas indicam uma tendência para o máximo de economia, via complexo sistema de assimilação e remobilização desse nutriente nos tecidos das plantas, de modo a evitar desperdícios. O desenvolvimento desses mecanismos, por meio de processos de seleção, indica progressiva adaptação das plantas a condições ambientais caracteristicamente diferentes em nitrogênio.

Em plantas de bastão do imperador (*Etiligera elatior* R.M.Smit) Frazão et al (2005), observaram como sintomas visuais de deficiência de nitrogênio clorose no ápice das folhas mais velhas, que se estendeu pelos bordos, seguido de necrose. Estudando o efeito da omissão de macronutrientes na produção de matéria seca, Brito et al (2005) constataram que o nitrogênio foi um dos nutrientes estudado que mais limitaram a produção de massa seca quando comparado ao tratamento completo.

Quanto ao teor do elemento nas folhas da cultura, 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. Segundo Mills

& Jones Júnior (1996), a faixa ótima de teor foliar definido para bastão do imperador, tendo como base a coleta e análise foliar da 5⁰ e 6⁰ folha, é de 20 a 40 g kg⁻¹.

Estudando o efeito da omissão de macronutrientes na sintomatologia de deficiências nutricionais e crescimento em plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King, cultivadas em solução nutritiva com omissão de nitrogênio, foi observado por Naiff (2007) uma redução na altura das plantas, 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 comparado ao tratamento completo. E quanto à produção de massas secas das folhas, hastes e raízes o tratamento com omissão de nitrogênio, seguido pelo de omissão de fósforo foram os que apresentaram menor produção de massa seca das folhas, comparado ao tratamento completo.

Quanto aos os teores de macronutrientes nas folhas, foi constatado que os teores de N nas folhas de alpinia sem deficiência foi de 25,16 g kg⁻¹ de N, enquanto que nas folhas com deficiência foi de 17,64 g kg⁻¹ de N. Segundo Mills & Jones Júnior (1996), a faixa ótima de teor foliar definido para alpinia, tendo como base a coleta e a análise foliar da 5⁰ e 6⁰ folha é de 21,9 a 27,0 g kg⁻¹ de N.

1.4.4.2. Fósforo

O fósforo (P) participa de vários processos metabólicos em plantas, como a transferência de energia, síntese de ácidos nucléicos, glicose, respiração, síntese e estabilidade de membrana, ativação e desativação de enzimas, reações redoxes, metabolismo de carboidratos e fixação de N₂. O elemento é absorvido principalmente como íon H₂PO₄⁻ e em pequenas quantidades do íon ortofosfato secundário (HPO₄⁻²). O pH do solo influencia na relação de absorção desses dois íons (EPSTEIN, 1975).

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, em pequena quantidade.

Depois do nitrogênio o fósforo é o elemento que mais limita o crescimento dos vegetais na maioria dos solos, e constitui entre 0,2% e 0,5% da biomassa vegetal. As plantas deficientes em fósforo apresentam crescimento reduzido e geralmente coloração verde-escura, acúmulo de pigmentos de antocianina, além de suas folhas fenecerem mais rápido e caírem, e aparecem zonas necróticas nas folhas, nos pecíolos e nos frutos (SCHACHTMAN et al.,1998, RAGHOTHAMA, 1999;)

Frazão et al (2005) observaram os sintomas de deficiências de fósforo em plantas de bastão do imperador uma coloração verde escuro nas folhas e com a continuação da deficiência a queima do ápice. Quanto aos teores do elemento na planta de bastão do imperador, Viégas & 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. Segundo Mills & Jones Júnior (1996), 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. Na produção de massa seca das folhas de bastão do imperador a omissão de nitrogênio, seguido do de potássio e magnésio foram os que mais concorreram para redução, quando comparado ao tratamento completo, porém na massa seca das raízes, a omissão de fósforo, seguido do de nitrogênio, potássio foram os que mais concorreram para diminuição.

Em plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King, Naiff (2007), observou nas folhas mais velhas uma coloração verde mais intensa (púrpura), redução na altura da planta e menor número de folhas. Quanto à produção de massa seca da folha, haste e raiz o tratamento omissão de fósforo reduziu a produção de massa seca das folhas em relação ao tratamento completo. Em relação ao teor foliar de fósforo foi constatado em plantas de alpínia um menor teor de 1,40 g Kg⁻¹ de P comparado aos demais tratamento. Segundo Mills & Jones Júnior (1996) consideram a faixa adequada de teor de fósforo para plantas de alpínia, tendo como parâmetro 5^o e 6^o folhas, de 3,00 a 3,5 g kg⁻¹ de P.

1.4.4.3. Potássio

O potássio, na sua forma catiônica (K^+), é mais abundante na planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes. Tem importante função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção do teor de água nos tecidos vegetais. Participa de vários processos fisiológicos essenciais ao funcionamento da planta que envolve o acúmulo de íons para diminuir o potencial osmótico e aumentar a pressão de turgor (MARSCHNER, 1995).

Em condições de carência, o potássio pode deslocar-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 plantas e das margens, e a deficiência de potássio é a terceira mais freqüente nos diferentes ecossistemas. (MALAVOLTA, 1985). Em plantas com deficiência em potássio, os compostos nitrogenados solúveis, inclusive as aminas putrescinas e agmatina, muitas vezes, se acumulam, sendo a última, provavelmente, responsável pelas manchas necróticas que aparecem nas folhas deficientes nesse nutriente (Epstein, 1975)

Frazão et al (2005) estudando os sintomas de deficiências em plantas de bastão do imperador, observaram que os sintomas de deficiência de potássio manifestaram-se através do aparecimento de pontos amarelados na borda do limbo foliar, que se uniram formando manchas cloróticas, seguido de necrose. Estudando o efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca, Brito et al(2005) constataram que o potássio juntamente com o nitrogênio foram os nutrientes que mais limitaram a produção de massa seca das folhas

Em plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King, Naiff (2007) observou nas folhas mais velhas uma leve clorose marginal no ápice da folha, seguida de necrose. Estudando o efeito da omissão de macronutrientes em plantas de alpinia obteve teores de potássio de $16,22 \text{ g kg}^{-1}$ de K em plantas com deficiência e de $36,14 \text{ g kg}^{-1}$ em plantas sem deficiência. Viégas & Frazão (2007), em plantas de bastão do imperador, obtiveram teores de potássio de $13,2$ a $15,0 \text{ g kg}^{-1}$ de K em plantas sem deficiência e de $4,8$ a $6,0 \text{ g kg}^{-1}$ de K em plantas com deficiência. Quanto à produção de massa seca das folhas, hastes e raízes a omissão de potássio foi o mais limitante quando comparado, aos demais tratamentos.

1.4.4.4. Cálcio

O cálcio (Ca) é absorvido pelas raízes como Ca^{+2} , podendo sua absorção ser diminuída por altas concentrações de K^+ , Mg^{+2} e NH_4^+ no meio de cultivo, pois na folha, o cálcio torna-se muito imóvel e somente pode ser redistribuído em condições especiais, como: injeção de outros cátions na nervura, tratamento com ácido triiodo tetracético (EDTA-agente quelante), tratamento com ácido triiodo benzóico (regulador de crescimento), ácido málico ou cítrico (MALAVOLTA, 2006).

A falta de cálcio afeta particularmente os pontos de crescimento da raiz, causando o aparecimento de núcleos poliplóides, células binucleadas, núcleos constrictos, divisões amitóticas; o crescimento é paralisado e ocorre escurecimento, com posterior morte da raiz (MALAVOLTA et al., 1997).

A disponibilidade de cálcio é adequada de modo geral, quando os solos não são ácidos (pH entre 6,0 e 6,5) ou quando a acidez é corrigida pela aplicação de calcário em doses adequadamente recomendadas (RAIJJ, 1991).

Segundo Epstein (1975), as folhas jovens e outros tecidos novos desenvolvem sintomas de deficiências, porque o cálcio não é remobilizado na planta. As deficiências de cálcio podem causar um aspecto gelatinoso nas pontas das folhas e nos pontos de crescimento, o que se deve à necessidade de pectato de cálcio para formação da parede celular. Em condições de deficiência mais severa, os pontos de crescimento podem morrer.

Em razão da baixa mobilidade no floema, os níveis de cálcio nos diferentes órgãos da planta estão diretamente relacionados ao fluxo transpiratório via xilema. O teor de cálcio varia com a espécie e o órgão da planta e em função das condições de crescimento. Em comparação aos outros órgãos da planta, as maiores concentrações de cálcio são encontradas nas folhas (MARENCO & LOPES, 2005).

Em plantas de bastão do imperador os sintomas de deficiência de cálcio foram caracterizados por apresentarem pontos cloróticos nos bordos do limbo foliar de todas as folhas da planta, sendo com maior intensidade nas folhas mais velhas, seguidas de necrose (FRAZÃO et

al., 2005). O teor foliar de cálcio em plantas de bastão do imperador de 10,4 g kg⁻¹ de Ca em plantas sem deficiência, e 3,0 a 4,5 g kg⁻¹ de Ca no tratamento com omissão do nutriente, sendo que à produção de massa seca das folhas, pseudocaules e raízes, a omissão de cálcio foi o menos limitante comparado ao tratamento completo (BRITO et al., 2005),

Mills & Jones Júnior (1996) consideram a faixa ótima foliar para plantas de bastão do imperador, levando-se em consideração a 5^a e 6^a folha são de 5,0 a 7,6 g kg⁻¹ de Ca. E para plantas de alpinia os teores considerados adequados, tendo como base a 5^a e 6^a folha, é de 7,5 a 13,5 g kg⁻¹ de Ca.

Em plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King foi observado por Naiff (2007) uma leve redução na altura das plantas, e nas folhas uma clorose marginal do ápice das folhas mais novas, seguida de necrose e com bordos recurvados para cima. Quanto à produção de massa seca, o tratamento omissão de cálcio apresentou menor produção de massa seca da parte aérea (haste + folha), e em relação aos teores de cálcio foram de 1,6 g kg⁻¹ de Ca em plantas com deficiência, enquanto no tratamento completo foi de 5,92 g kg⁻¹ de Ca.

1.4.4.5. Magnésio

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).

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 ânions inorgânicos e orgânicos, como malato e citrato (EPSTEIN, 1975).

Os sintomas de deficiência de magnésio geralmente aparecem primeiro nas folhas mais velhas. Isso acontece devido o magnésio ser redistribuído na planta. A deficiência aparece como

uma cor amarelada, bronzada ou avermelhada, enquanto as nervuras das folhas permanecem verdes (MALAVOLTA, 2006).

Segundo Frazão 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 mostraram as bordas cloróticas e ápice necrosado. Estudando o teor foliar, Viégas & Frazão (2007), constataram que para o magnésio, as plantas sem deficiência apresentaram teor foliar variando de 2,6 a 3,4 g kg⁻¹ de Mg, e as com deficiência de 0,7 a 0,9 g kg⁻¹ de Mg. O nível ótimo para plantas de bastão do imperador, segundo Mills & Jones Júnior (1996), tendo como base à 5^a e 6^a folha é de 2,5 a 10 g kg⁻¹ de Mg. Em relação à produção de massa seca das folhas, pseudocaulis e raízes, de bastão do imperador, o tratamento omissão de magnésio obteve menor produção comparado ao tratamento completo (BRITO et al., 2005).

Em plantas de alpínia, Naiff (2007) constatou como sintomas visuais pontuações cloróticas amareladas no limbo foliar, estendendo-se entre as nervuras, tornando amarelada, seguida de necrose. Estudando o teor foliar observou que o tratamento com omissão de magnésio foi que apresentou menor valor de teor foliar com 1,36 g kg⁻¹ de Mg, comparado ao tratamento completo com 5,64 g kg⁻¹ de Mg, sendo que na produção de massa seca de folhas e raízes, a omissão de magnésio foi mais limitante, quando comparado ao completo. Os teores adequados para plantas de alpínia, tendo-se em consideração a 5^a a 6^a folha, é de 3,5 a 7,4 g kg⁻¹ de Mg, segundo Mills & Jones Júnior (1996).

1.4.4.6. Enxofre

O metabolismo do enxofre está associado ao metabolismo do nitrogênio, composto indispensável para assimilação do enxofre. A forma de absorvida da solução do solo pelas raízes plantas é o sulfato SO₄⁻² (MARENCO & LOPES, 2005).

Segundo Malavolta (1985), além de fazer parte de alguns aminoácidos e de todas as proteínas vegetais, o enxofre desempenha outras funções, como SO₄⁻² é ativador enzimático e grupo ativo de enzimas e coenzimas.

A deficiência de enxofre é observada pela redução de síntese de proteínas, o que leva ao acúmulo do N_{org} solúvel, nitrato e amido. 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 (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Em plantas de bastão do imperador, os sintomas de omissão de enxofre, caracterizaram-se por apresentar folhas mais novas estreitas e de cor verde pálido (FRAZÃO et al., 2005). Analisando o teor foliar de enxofre, Viégas & Frazão (2007) constataram que o teor foliar de enxofre, em plantas sem deficiência, variou de 2,1 a 2,5 $g\ kg^{-1}$ de S, no tratamento com deficiência foi menor ou igual a 1,1 $g\ kg^{-1}$ de S. Na produção de massa seca das folhas, pseudocaule e raízes foi o que menos afetou a produção quando comparado aos demais tratamentos com omissão e ao completo (BRITO et al., 2005).

Segundo Mills & Jones Júnior (1996) para plantas de bastão de imperador, com base na 5^a e 6^a folha, a faixa ótima de teor foliar é de 0,20 a 0,40 $g\ kg^{-1}$ de S. E para as plantas de alpínia os teores considerados adequados de enxofre, tendo como base a 5^a e 6^a folhas, é de 2,9 a 4,8 $g\ kg^{-1}$ de S.

Em plantas de alpínia, observou-se que a deficiência de enxofre caracterizou-se apenas por uma leve clorose nas folhas mais novas e estreitamento. Em relação ao teor de enxofre nas folhas, o tratamento com omissão de enxofre apresentou menor teor foliar com valor de 1,86 $g\ kg^{-1}$ de S, enquanto que o tratamento completo foi de 4,16 $g\ kg^{-1}$ de S (NAIFF, 2007), sendo que à produção de massa seca das folhas e parte aérea a omissão de enxofre foi o menos limitante, porém na massa seca das raízes foi superior ao tratamento completo.

1.4.5. Interação entre os macronutrientes

No estudo da nutrição mineral de plantas, Raij (1991) afirma que é necessário considerar os nutrientes como um todo, pois durante o processo de absorção, um elemento pode exercer influência no outro, dando as possíveis interações que podem ocorrer na composição mineral das folhas. A interação significa o efeito da adição de um nutriente no teor de outro, que pode ser

aumentado ou diminuído ou não ser modificado (MALAVOLTA, 2006). As principais interações entre os macronutrientes são:

- Plantas deficientes em nitrogênio possuem teores menores de nitrogênio e maior de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Geralmente, adições de nitrogênio fazem aumentar o teor de cálcio na folha, exceto se houver aumento na matéria seca;

- 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, a adição de enxofre aumenta a concentração de N;

- Plantas deficientes em fósforo tendem a apresentar teores foliares menores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Baixa concentração de cálcio aumenta teores de fósforo, e o excesso diminui. O fósforo tende a diminuir o efeito depressivo do potássio no teor foliar de magnésio;

- O magnésio aumenta o teor de fósforo, enquanto potássio diminui o teor de cálcio e magnésio. O magnésio possui efeito maior que o cálcio na absorção de potássio, sendo que o efeito inibidor depende da planta e do alto teor de cálcio no substrato.

- Entre o potássio e o cálcio é resultado de uma competição na solução do solo. No entanto, o cálcio em baixa concentração pode provocar um efeito estimulante na absorção de potássio, porém aumentando a concentração de cálcio, o estímulo diminui até ocorrer o antagonismo entre esses cátions (MALAVOLTA, 2006).

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

CASTRO, de F.C.E. **Inter-relações das famílias das Zingiberales.** In: REVISTA BRASILEIRA DE HORTICULTURA ORNAMENTAL. Campinas, SP - Brasil, 1995. v. 1, n. 1.p. 2-11.

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

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

FRAZÃO, D. A. C; VIÉGAS, I. de J. M. BRITO, J. do. S.A; 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 (*Etilingera elatior* R.M.Smit). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15;CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS,2. Fortaleza, CE- **Anais**. Fortaleza. 2005.CD ROOM.

HUTCHINSON, J. **Zingiberales.** Fam. Flowering Pl. ed. 3. London. 1973. p. 718-731.In: REVISTA BRASILEIRA DE HORTICULTURA ORNAMENTAL. Campinas, SP - Brasil, 1995.v. 1, n. 1.

JUNQUEIRA, A. H. & PEETZ, M. da. **S.Perfil da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais da mesorregião metropolitana de Belém**. Informativo Floricultura, 2006. Ano 2, Nº. 2.

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

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

MALAVOLTA, 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.

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

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

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London, New York: Academic Press, 1995. 889p.

MILLS, H.A & J.BENTON JONES JR. **Plant Analysis Handbook II**. Micro macro Publ.Inc. Athens. 1996. 422 p.

NAIFF, A. P. M. Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em plantas de alpínia purpurata cv. Jungle king/ Ana Priscilla Miranda Naiff – Belém, 2007. 75f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, 2007.

RAGHOTHAMA, K. G. Phosphate acquisition. **Annual Review of Plants Physiology and Plant Molecular Biology**, v.50, 1999. p.665-693.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres/ POTAFOS. 1991. 343p.

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 macronutrientes na produção de massa seca em plantas de Helicônia psittacorum L. cv Golden Toch. 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. Bonito, MS, **Anais**. 2006.CD-ROOM.

SCHACHTMAN, D.P.;REID, R.J. & AYLING, S.M. Phosphorus uptake by plants:from soil to cell.**Plant Physiology**, v.116, p.447-453. 1998.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Brasil em flores/ Pará. Vitrine da Amazônia. **Revista SEBRAE Agronegócio**, n.^o 01, outubro de 2005: 45.

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

TERAO, D; CARVALHO, A. C. P. de & BARROSO, T.C. da S. F. **Flores tropicais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 225p.

TOMBOLATO, A. F. C. **Cultivo comercial de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agronômico. 2004. 200p.

VIÉGAS, I de J. M. & FRAZÃO, D. A. C. Nutrição, adubação e calagem em plantas ornamentais tropicais: bastão do imperador, helicônias e alpínia (minicurso). 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: CONGRESSOS BRASILEIROS DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. Fortaleza, CE – **Anais**. 2005. CD-ROOM.

WARUMBY, J. F.; COELHO, R.S.B. & LINS, S. R. de. O. **Principais doenças e pragas em flores tropicais no Estado de Pernambuco** – Recife: 2004. SEBRAE, 98p.

CAPÍTULO 2: EFEITO DA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES NA SINTOMATOLOGIA DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS E CRESCIMENTO EM PLANTAS DE *Zingiber spectabilis* Griff

2.1 RESUMO

O cultivo racional do shampoo (*Zingiber spectabilis* Griff) no estado do Pará vem aumentando nos últimos anos. Em função desse fato, há necessidade de gerar conhecimentos através da realização de pesquisas em várias áreas, que compõem o sistema de produção desta zingiberaceae, dentre as quais a de nutrição mineral, visando conhecer as suas exigências nutricionais e com isso fornecer subsídios para uma adubação mais adequada. O trabalho de pesquisa foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Amazônia Oriental, mediante técnica do elemento faltante, com o objetivo de caracterizar os sintomas visuais de deficiência nutricional de macronutrientes, e avaliar o crescimento, através da altura, número de folhas e massa seca das plantas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições e sete tratamentos, completo (macro e micronutrientes) e com omissão individual de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e boro. Os sintomas visuais de deficiências de macronutrientes foram de modo geral de fácil caracterização e manifestaram-se na seguinte ordem, K>N>Mg>Ca>P>S. A omissão individual de macronutrientes limitou o crescimento das plantas em relação ao tratamento completo, sendo mais limitante o potássio, seguido do magnésio. As omissões dos macronutrientes interferiram na produção de massa seca total na seguinte ordem decrescente: OK>OMg >ON>OCa>OP>OS.

Palavras – chave: Macronutrientes; Sintomas de Deficiências; *Zingiber spectabilis*; crescimento

CHAPTER 2: EFFECTS OF THE OMISSIONS OF MACRONUTRIENTS IN THE SYMPTOMATOLOGY, GROWTH AND PRODUCTION OF DRY MASS OF THE *Zingiber spectabilis* Griff PLANTS.

2.2. ABSTRACT

As part of the requirement to implement rational cultivation of *Zingiber spectabilis*, an experiment was conducted in the greenhouse of Embrapa Amazônia Oriental, using the technique of the lacking element. The goals were to verify the visual symptoms of nutritional deficiency of macronutrients and to evaluate variables of growth and dry mass in *Zingiber spectabilis*. The completely randomized design with five replications was used, containing the following treatments: complete and omission of N, P, K, Ca, Mg, and S. The visual symptoms of deficiency were of easy characterization for all nutrients evaluated. and expressed in the following order: K>N>Mg>Ca>P>S. the individual omission of macronutrients limited the growth of plants in relation to complete treatment, being the most limiting the potassium, followed by the magnesium. . The omission of these minerals interfered in the dry mass yield in the following decreasing order: K > Mg >N >Ca > P > S.

Key words: Macronutrients; Deficiencies; *Zingiber spectabilis*; Growth.

2.3 INTRODUÇÃO

A produtividade de flores tropicais de corte, no Estado do Pará vem crescendo, consideravelmente, em consequência de alguns conhecimentos sobre os diferentes componentes do sistema de produção, especificamente, com relação aos estudos de melhoramento genético, manejo de culturas, nutrição, adubação e calagem. Alguns conhecimentos sobre as exigências nutricionais de determinadas flores tropicais como a Helicônia Golden Toch (Rodrigues et al 2006, Batista, 2006), bastão do imperador (Brito et al, 2005, Frazão et al, 2005, Viégas & Frazão, 2007) e alpínia (Naiff, 2007) já foram obtidos através de pesquisas realizadas em casa de vegetação.

Em geral, a falta de macro e micronutrientes afeta o desenvolvimento de plantas cultivadas, em razão das várias funções que estes nutrientes desempenham durante o ciclo da vida da planta. Para se conhecer as exigências minerais de uma planta, é necessário analisar amostras da referida cultura, oriundos de experimentos de casa de vegetação utilizando solo ou solução nutritiva, e no campo.

Segundo Epstein & Bloom (2004), se a concentração no tecido da planta de um elemento nutriente essencial cai abaixo do nível necessário para o crescimento ótimo, a planta é dita deficiente naquele elemento, e uma deficiência pode se desenvolver se a concentração do elemento no solo ou em outro substrato nutriente é baixa ou se o elemento está presente em forma química que o torna indisponível para absorção. Deficiências, se suficientemente severas, serão manifestadas em sintomas mais ou menos distintos. A familiarização desses sintomas auxilia os produtores e especialistas em floricultura a identificar deficiências nutricionais em campo.

Por meio da técnica do elemento faltante tem-se avaliado o estado nutricional das plantas, sendo possível determinar os nutrientes limitantes para o desenvolvimento das espécies em qualquer tipo de solo (VIÉGAS et al., 2005).

O trabalho teve como objetivo caracterizar a sintomatologia de deficiências, avaliar o efeito da omissão de macronutrientes no crescimento de plantas de *Zingiber spectabilis*, tendo como as variáveis biométricas à altura da planta, número de folhas e produção de massa seca.

2.4. MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Local de condução do experimento e semeio

O experimento foi conduzido por um período de 9 meses, em casa de vegetação, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA (Figura 1). Foram utilizados rizomas de gengibre ornamental (*Zingiber spectabilis* Griff), com 10 cm de comprimento, provenientes do município de Benevides-PA. A semeadura foi realizada em sementeira contendo mistura de areia e serragem na proporção de 3:1.



Figura 1. Visão geral do experimento em plantas de *Zingiber spectabilis*.

2.4.2 Sistema de condução e recipientes utilizados

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 a proliferação de algas no interior dos 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 capacidade para 1 litro, 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.

2.4.3 Aclimação e solução nutritiva

Inicialmente as plantas foram aclimatadas por um período de aproximadamente 76 dias, em solução nutritiva de HOAGLAND & ARNON (1950), diluída na proporção de 1:10. A Tabela 1 apresenta a composição química da solução nutritiva, utilizada durante a condução do experimento. Os tratamentos foram iniciados quando as plantas atingiram 30 cm de altura, e foram submetidas ao tratamento completo e de omissão individual de macronutrientes, com solução nutritiva diluída de 1:1. As soluções nutritivas foram fornecidas por percolação nos vasos. Diariamente foram drenadas, à tarde, e irrigadas pela manhã, passando 9 horas irrigadas e 15 horas drenadas, renovada em intervalos de quinze dias e mantidas em pH $5,5 \pm 0,5$.

2.4.4. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 7 tratamentos(Completo, omissões de N, P, K, Ca, Mg e S) e cinco repetições, perfazendo o total de 35 parcelas experimentais, sendo que cada unidade experimental foi constituída por uma planta por vaso. As plantas foram submetidas à omissão individual de macronutrientes, utilizando a soluções de estoques de trabalho apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Composição química da solução nutritiva (ml/ L) de Hoagland & Arnon (1950), utilizada no experimento com *Zingiber spectabilis* Griff.

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

* Composição da solução A: H₃BO₃ 2,86 g/l; MnCl₂. 4 H₂O 1,81 g/l; ZnSO₄. 7 H₂O 0,22 g/l; CuSO₄.5 H₂O 0,88 g/l; H₂Mo. 4H₂O 0,02 g/l. ** Fe-EDTA (JACOBSON, 1951).

2.4.5. Variáveis avaliadas

As variáveis avaliadas foram altura da planta, número de folhas, massa seca de raízes, haste, folhas e total. As folhas com queda natural foram coletadas no decorrer do experimento e foram feitas observações e quando necessária descrição de sintomas, até a máxima manifestação visível da deficiência do nutriente.

A evolução dos sintomas foi acompanhada com registro fotográfico e descrita desde o início até a completa definição, quando então se processou a coleta das plantas. Estas foram divididas em folhas, haste e raízes, sendo lavadas com água destilada e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até a obtenção de peso constante. Obtido o peso da matéria seca, procedeu-se a moagem do material em moinho tipo Willey, para análise química do tecido vegetal.

2.4.6. Análise estatística

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

Para cálculo do crescimento relativo (CR), utilizou-se à 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 nutrientes e M.S.T.C= massa seca total obtida no tratamento completo.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Sintomas visuais de deficiências de macronutrientes

As plantas de shampoo, submetidas aos tratamentos com omissões individuais de macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S apresentaram sintomas visuais de deficiências bem característico de cada nutriente, quando o nível exigido para o crescimento vegetal foi abaixo, entretanto, quando submetidas ao tratamento completo às plantas apresentaram crescimento vegetativo sem anomalias, com folhas de tamanho e cor normal e hastes bem desenvolvidos.

2.5.1.1 Nitrogênio

Os sintomas de deficiências de nitrogênio, nas plantas de shampoo, manifestaram-se aos 60 dias após o início dos tratamentos. Observou-se uma redução na altura das plantas, no tamanho das folhas mais novas, bem como modificação no seu formato, e nas folhas mais velhas uma coloração verde clara, quando comparado ao tratamento completo (Figura 2). Segundo Malavolta et al (1997), essa deficiência nutricional causada pelo nitrogênio se deve a insuficiência desse elemento na planta, se deslocando das folhas e órgãos mais velhos para os mais novos, conseqüentemente, os sintomas aparecem inicialmente nas folhas velhas, com uma coloração verde clara característico de uma menor produção de clorofila na folha.



Figura 2. Plantas de *Zingiber spectabilis* com deficiência de nitrogênio (-N) e sem deficiência, tratamento completo(C) e folhas de *Zingiber spectabilis* Griff com deficiência de nitrogênio (-N) e folha sem deficiência.

Sintomas semelhantes foram observados por Naiff (2007), em folhas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, com coloração verde clara nas folhas velhas e uma modificação no tamanho e formato das folhas mais novas. Diferindo em plantas de bastão do imperador, por Frazão et al. (2005) que observaram clorose no ápice das folhas mais velhas, seguido de necrose no tecido foliar.

2.5.1.2 Fósforo

Aos 90 dias de início dos tratamentos, os sintomas de deficiência de fósforo manifestaram-se com uma coloração verde escuro mais intenso, nas folhas mais velhas, redução no porte, e menor número de folhas (Figura 3). Os sintomas de deficiências de fósforo não foram tão marcantes como para outros macronutrientes, e os efeitos mais evidentes foram uma acentuada redução no crescimento da planta como um todo. Mengel & Kirkby (1987), relatam

que plantas com deficiência em fósforo têm o crescimento retardado, por ter vários processos afetados como síntese protéica, ácidos nucleicos, menor perfilhamento, atraso no florescimento e crescimento, gemas laterais dormentes, número reduzido de frutos e sementes. Mesmo assim, pode-se observar em plantas deficientes uma coloração verde-escura nas folhas mais velhas. Em algumas espécies, os sintomas de deficiências de fósforo apresentam colorações avermelhadas em consequência da acumulação de antocianina (MALAVOLTA et al., 1997).



Figura 3. Plantas de *Zingiber spectabilis* com deficiência de fósforo (-P) e sem deficiência, tratamento completo(C) e folhas de *Zingiber spectabilis* com deficiência de fósforo (-P) e sem deficiência.

Diferentes resultados foram encontrados por Frazão et al. (2005), em plantas de bastão do imperador, onde os sintomas de deficiência de fósforo foram caracterizados por coloração verde escuro das folhas mais velhas, seguido da queima do ápice das mesmas. Porém, sintomas semelhantes foram descritos por Naiff (2007), em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, onde as plantas apresentaram redução no porte, no número de folhas e uma coloração verde mais intensa (púrpura) nas folhas mais velhas.

2.5.1.3 Potássio

Os sintomas de deficiências de potássio foram os primeiros a se manifestarem, mostrando ser esse nutriente bastante limitante para as plantas de *Zingiber spectabilis*. Com 25 dias após o início dos tratamentos as plantas apresentaram nas folhas mais velhas, uma leve clorose nas margens da folha até o ápice, seguida de necrose, além da redução na altura e no número de folhas, comparado ao tratamento completo (Figura 4). Em plantas com deficiência em potássio, os compostos nitrogenados solúveis, inclusive as aminas putrescinas e agmatina, muitas vezes, se acumulam, sendo a última, provavelmente, responsável pelas manchas necróticas que aparecem nas folhas deficientes nesse nutriente (Epstein & Bloom, 2004). Malavolta (2006), afirma que o primeiro sintoma visível de deficiência de potássio nas plantas é a clorose em manchas marginal, que então evolui para necrose, principalmente nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras.



Figura 4. Folhas de *Zingiber spectabilis* com deficiência de potássio (-K) e folhas sem deficiência.

Sintomas distintos foram obtidos em plantas de bastão do imperador, por Frazão et al. (2005), que observaram o aparecimento de pontos amarelados pela borda do limbo foliar, que se uniram formando manchas cloróticas, seguidas de necrose. Semelhantes resultados foram apresentados por Naiff (2007), em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King com uma

redução na altura das plantas, no número de folhas e nas folhas velhas uma leve clorose marginal no ápice da folha, seguida de necrose.

Pelo fato da maioria dos solos do Estado do Pará apresentar baixos teores de potássio trocável, é de se esperar que os sintomas de deficiência deste nutriente se manifestem caso não seja fornecida uma adubação potássica adequada.

2.5.1.4 Cálcio

Os sintomas visuais de deficiências de cálcio manifestaram-se aos 70 dias após o início dos tratamentos. Ocorreu redução na altura das plantas, leve clorose nas margens e no ápice das folhas novas, posteriormente necrose e recurvamento para cima (Figura 5). Segundo Epstein & Bloom (2004), as folhas jovens e outros tecidos novos desenvolvem sintomas porque o elemento cálcio não é remobilizado na planta. As deficiências de cálcio nos tecidos novos causam aspecto gelatinoso nas pontas das folhas e nos pontos de crescimento, o que se deve à necessidade de pectato de cálcio para formação da parede celular.



Figura 5. Folhas de *Zingiber spectabilis* com deficiência de cálcio (-Ca) e sem deficiência.

Sintomas semelhantes foram observados em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, cultivadas em solução nutritiva, por Naiff (2007), em que houve leve redução na altura das plantas, clorose marginal do ápice das folhas novas, posteriormente espalhando-se pela margem e com a intensidade ocorreu necrose marginal e, com bordos das folhas recurvados para cima. Em plantas de bastão do imperador, Frazão et al (2005) observaram que os sintomas de deficiência de cálcio foram caracterizados por apresentarem pontos cloróticos nos bordos do limbo foliar de todas as folhas, sendo com maior intensidade nas folhas mais novas, seguidas de necrose.

Pelos baixos teores de cálcio na maioria dos solos do Estado do Pará, pela acidez, poderá ocorrer deficiência de cálcio em plantas de shampoo, em virtude da baixa utilização da prática da calagem e pelo fornecimento de fertilizantes, que não possuem na sua composição química quantidades de cálcio.

2.5.1.5 Magnésio

Os sintomas de deficiência de magnésio manifestaram-se, ao mesmo tempo, com as de deficiência de nitrogênio, 60 dias após o início dos tratamentos. A sintomatologia caracterizou-se por faixas cloróticas, entre as nervuras secundárias, nas folhas velhas, sendo que a nervura principal permaneceu verde. Com a intensidade da deficiência ocorreu à uniformização dos sintomas se espalhando por toda a folha, tornando-a amarelada, seguida de necrose (Figura 6). Frazão et al. (2005), descreveram como sintoma de deficiência de magnésio, em plantas de bastão do imperador, pontos amarelados nas bordas das folhas mais novas e, as mais velhas mostraram seus bordos cloróticos e ápice necrosado. Naiff (2007), em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King observou uma acentuada redução na altura da planta, no número e tamanho das folhas, assim como nas folhas velhas pontuações cloróticas amareladas no limbo foliar. Com a intensidade da deficiência foram se espalhando entre as nervuras até a ocorrência da necrose. Infere-se, portanto, que os sintomas de deficiências de magnésio em plantas de *Zingiber*

spectabilis Griff são mais semelhantes nos observados em plantas de alpínia, do que os observados em plantas de bastão do imperador.



Figura 6. Folhas de *Zingiber spectabilis* com deficiência de magnésio (-Mg).

Segundo Malavolta (2006), os sintomas de deficiência de magnésio aparecem, geralmente, primeiro nas folhas mais velhas, porque o magnésio tem alta mobilidade na planta, de fácil redistribuição. Marengo & Lopes (2005) afirmam que o magnésio é um elemento facilmente translocável, dos tecidos velhos para os novos, em crescimento ativo, assim como os sintomas de deficiências de magnésio aparecem, em geral, inicialmente nas folhas mais velhas. A clorose entre as nervuras, de acordo com Taiz & Zeiger (2004), ocorre porque a clorofila nos feixes vasculares permanece inalterada por períodos mais longos que a clorofila nas células entre os feixes.

A deficiência de magnésio em plantios de flores tropicais e ornamentais já vem sendo observada no Estado do Pará, devido à baixa concentração deste nutriente na maioria dos solos. Viégas et al (2005) afirmam que a deficiência de magnésio tem sido uma das mais comuns nas culturas estabelecidas no Estado do Pará, por apresentar solos ácidos e de baixa fertilidade.

2.5.1.6 Enxofre

Os sintomas de deficiências de enxofre foram o último a manifestar sua sintomatologia, ou seja, 190 dias após o início dos tratamentos. Caracterizaram-se, inicialmente, por uma leve clorose nas folhas jovens, redução na altura e estreitamento foliar, quando comparado ao tratamento completo (Figura 7). Segundo Malavolta (1980), a sintomatologia do elemento enxofre se deve ao fato do nutriente ser absorvido pelas plantas, na forma SO_4^{-2} , e transportado da base da planta para cima, em direção a acrópeta, com pouca mobilidade, sendo por isso observado primeiro em órgãos mais novos.



Figura 7. Plantas de *Zingiber spectabilis* Griff com deficiência de enxofre (-S) e sem deficiência, tratamento completo(C) e folhas de *Zingiber spectabilis* com deficiência de enxofre (-S) e folhas sem deficiência.

Frazão et al (2005), em plantas de bastão do imperador, observaram sintomas semelhantes, com omissão de enxofre, nas folhas mais jovens, as quais apresentaram estreitamento e cor verde pálido. Naiff (2007), em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, uma leve clorose e o estreitamento nas folhas mais novas.

2.5.2 Efeito das omissões de macronutrientes sobre a altura da planta, número de folhas, massas secas de folhas, hastes, raízes, parte aérea, total, relação parte aérea e sistema radicular e crescimento relativo.

Os resultados das omissões individuais de macronutrientes sobre as variáveis, altura da planta e número de folhas, em relação ao tratamento completo, encontram-se na Tabela 2. Verifica-se pelos resultados, que todas as omissões individuais reduziram a altura da planta, sendo a omissão de potássio o mais limitante com 66,0 cm, comparado ao tratamento completo com 187,0 cm. Em relação à variável número de folhas o tratamento omissão de nitrogênio foi o que mais limitou com 46,8, comparado ao tratamento completo com 82,2. Porém, não diferiu das omissões de potássio e o tratamento com omissão de enxofre não diferiu estatisticamente do completo.

Tabela 2. Altura da planta (cm) e número de folhas de *Zingiber spectabilis*, em função dos tratamentos.

Tratamentos	Variáveis de respostas	
	Altura da planta (cm)	Número de folhas
Completo	187,0 a	82,2 a
Omissão de Nitrogênio (ON)	136,0 c	46,8 c
Omissão de Fósforo (OP)	166,7 b	75,2 a
Omissão de Potássio (OK)	66,0 d	50,8 bc
Omissão de Cálcio (OCa)	146,8 c	48,0 bc
Omissão de Magnésio (OMg)	140,3 c	58,6 b
Omissão de Enxofre (OS)	136,4 c	82,8 a
C.V.	6,88	9,1
DMS	19,3	11,58

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

Em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, por Naiff (2007), constatou que o tratamento omissão de nitrogênio foi o mais limitante para a altura das plantas, diferindo da presente pesquisa com gengibre ornamental. Porém, o resultado do número de folhas foi

semelhante ao da pesquisa, onde o tratamento com omissão de nitrogênio foi o mais limitante e o tratamento omissão de enxofre não limitou.

Foram observados efeitos significativos diferenciados entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, para as variáveis massas secas de folhas (MSF), hastes (MSH), raízes (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST), da relação parte aérea e o sistema radicular (PA/SR) e crescimento relativo (CR), conforme resultados apresentados na Tabela 3.

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) de *Zingiber spectabilis*, em função dos tratamentos.

Tratamento	Variáveis de respostas						
	MSF	MSH	MSPA	MSR	MST	PA/SR	CR (%)
	----- g / planta -----						
Completo	36,52 a	30,94 a	67,46a	44,24a	111,70 a	1,52 bcd	100 a
Omissão de N	13,12 d	12,88 b	26,00b	18,62e	44,62 d	1,39 cde	39,94 d
Omissão de P	17,25 c	14,12 b	31,37b	29,00c	60,37 c	1,07 e	54,04 c
Omissão de K	10,12 e	5,28 c	15,40c	8,32 f	23,72 f	1,84 b	21,23 f
Omissão de Ca	15,95 c	12,90 b	27,66b	23,12d	50,78 cd	1,20 de	45,46 d
Omissão de Mg	12,33 d	11,48 b	23,80bc	10,80 f	34,60 e	2,21 a	30,97 e
Omissão de S	30,13 b	31,42 a	62,16a	33,80 b	100,96 b	1,59 bc	90,38 b
C.V	4,70	13,85	12,56	5,87	8,17	11,19	7,18
DMS	1,82	4,72	4,55	2,90	9,98	0,34	3,91

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

Quanto à produção de massa seca das folhas, hastes e raízes, no geral, os tratamentos com omissão de nutrientes diferiram, significativamente, do tratamento completo, com exceção do tratamento omissão de enxofre que não diferiu em relação à massa seca das hastes, da parte aérea e relação PA/SR. O tratamento com omissão de potássio, com 10,12 g/planta foi o que apresentou menor produção de massa seca das folhas, quando comparado ao tratamento completo com 36,52 g/planta (Tabela 3 e Figura 8). Esses resultados diferiram dos encontrados por Naiff (2007), em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King onde constatou que o tratamento com omissão de nitrogênio foi o mais limitante para produção de massa seca das folhas, e por Frazão et al (2005), em plantas de bastão do imperador, onde os tratamentos com omissão de nitrogênio, potássio e magnésio foram os que mais concorreram para redução da massa seca das folhas.

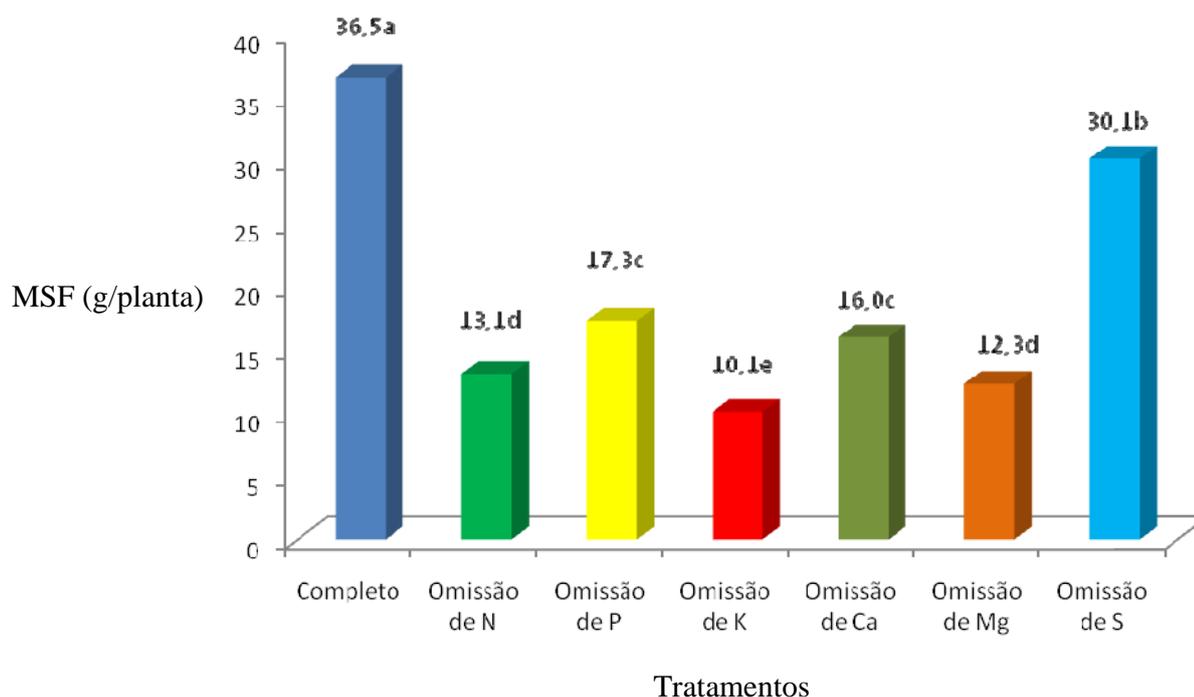


Figura 8. Produção de massa seca da folha (MSF) em plantas de *Zingiber spectabilis*, em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

A produção de massa seca das hastes, o tratamento omissão de potássio foi o que mais limitou com 5,28 g/planta, comparado ao tratamento completo com 30,94 g/planta, enquanto que o tratamento omissão de enxofre não diferiu, estatisticamente, do tratamento completo, como se observa na Tabela 3 e na Figura 9. Estes resultados discordam dos observados em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, por Naiff (2007), onde o tratamento omissão de nitrogênio foi o mais limitante para a produção de massa seca das hastes, com 10,10 g/ planta, seguido pelo de omissão de potássio e fósforo, quando comparado ao tratamento completo, enquanto que em plantas de bastão do imperador por Brito et al (2005) foram semelhantes ao da presente pesquisa com *Zingiber spectabilis*.

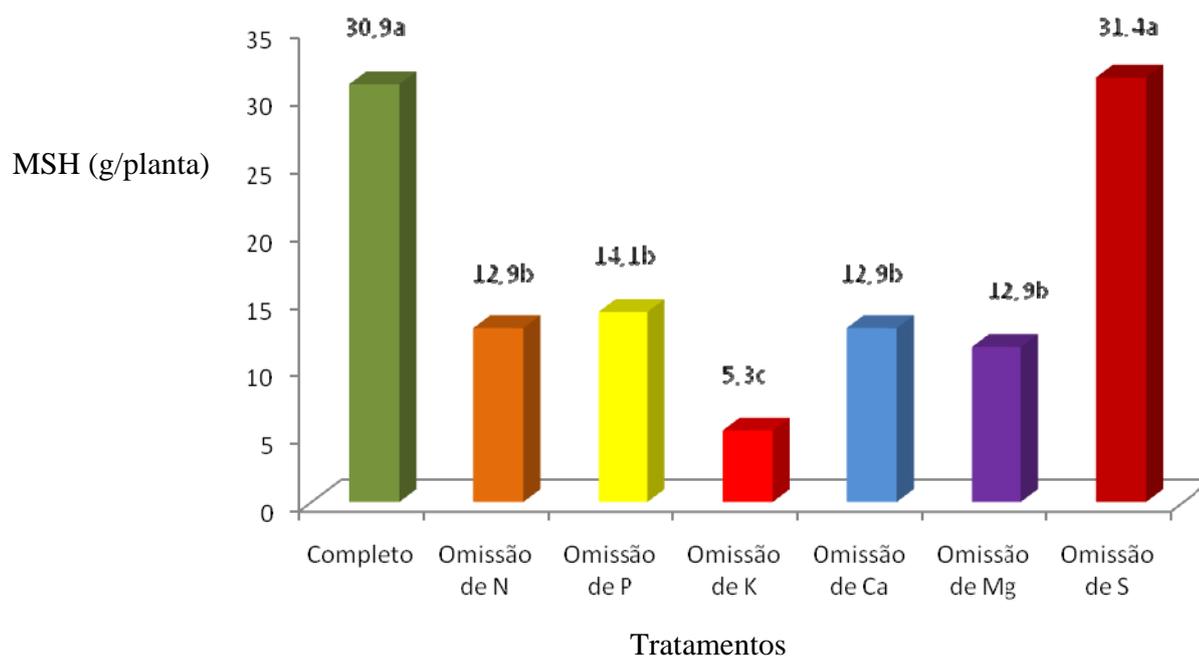


Figura 9. Produção de massa seca das hastes (MSH), em plantas de *Zingiber spectabilis*, em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

Com relação à massa seca da parte aérea de plantas de *Zingiber spectabilis* (Tabela 3 e Figura 10) foi constatado que com exceção da omissão de enxofre, as demais omissões individuais foram limitantes. A omissão de potássio e a de magnésio foram as mais limitantes quando comparado ao completo. Semelhantes resultados foram obtidos por Naiff (2007), em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, ao estudar o efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca da parte aérea, observando que o tratamento omissão de enxofre foi o que menos limitou a produção de massa seca quando comparado ao tratamento completo.

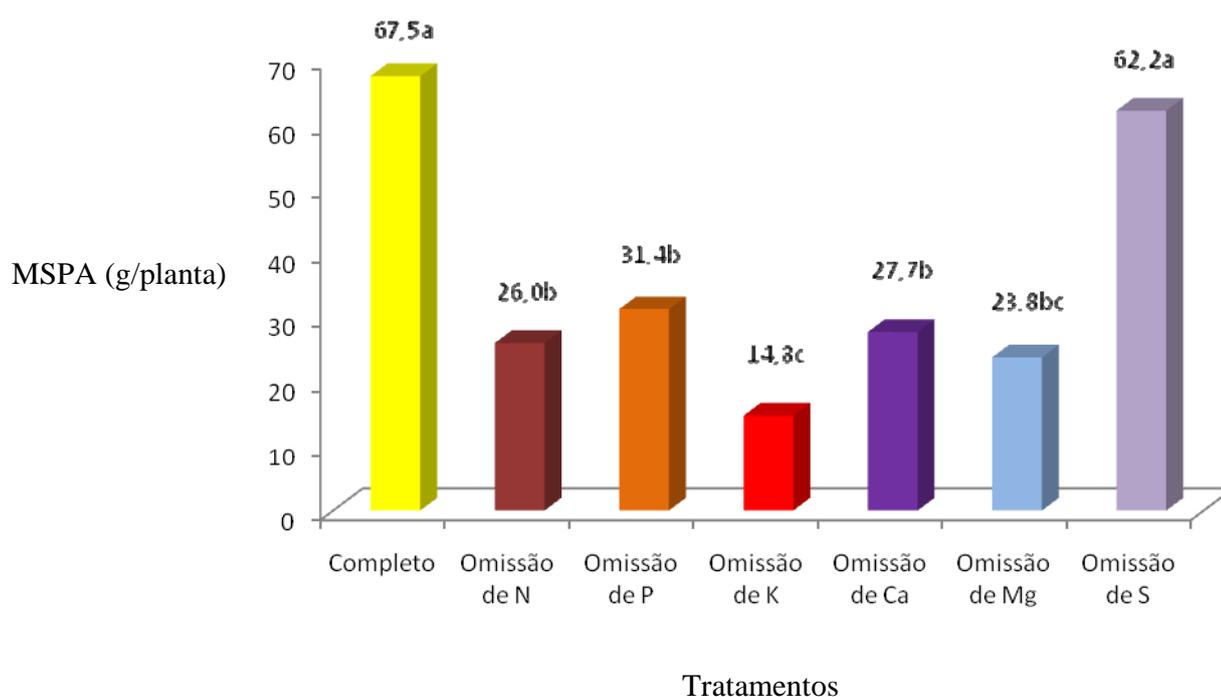


Figura 10. Produção de massa seca da parte aérea (MSPA), em plantas de *Zingiber spectabilis*, em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

Na produção de massa seca das raízes (Tabela 3 e Figura 11) constatou-se que a omissão de potássio, com 8,32 g/planta, seguido do magnésio com 10,80 g/planta, foram os tratamentos mais limitantes, quando comparado ao tratamento completo com 44, 24 g/planta. A omissão de

magnésio também foi a mais limitante para a produção de massa seca das raízes, em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King (Naiff, 2007). Em plantas de bastão do imperador por Brito et al (2005), a omissão de nitrogênio, fósforo e potássio foram os que mais competiram para a diminuição da massa seca das raízes.

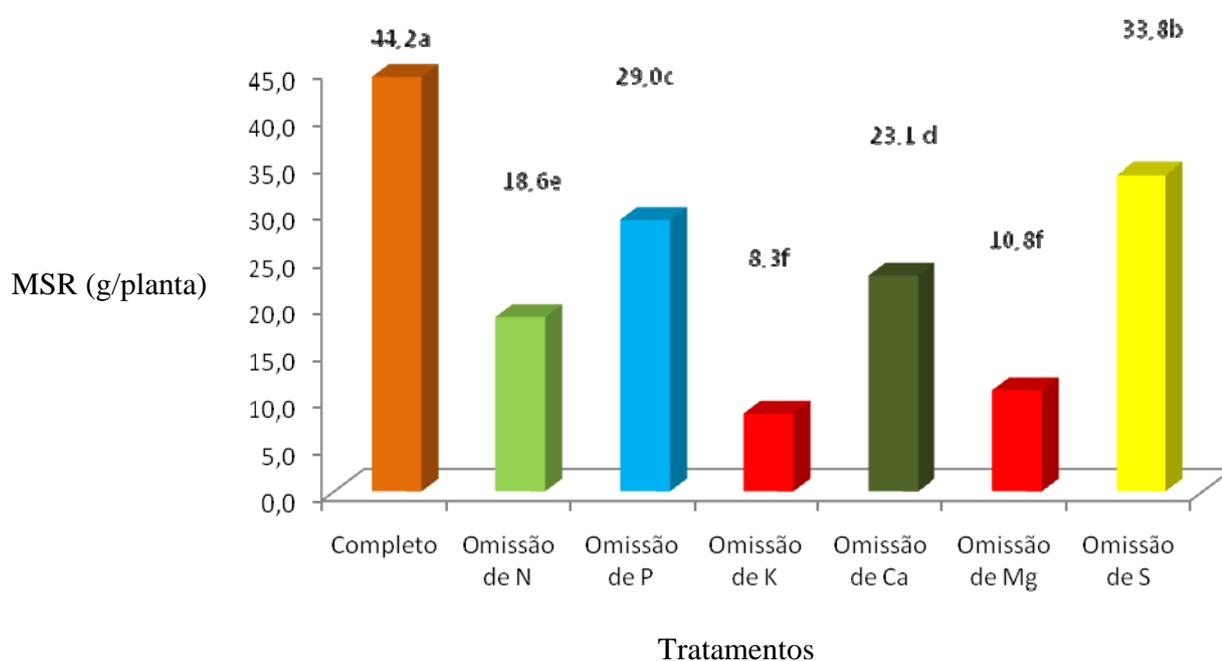


Figura 11. Produção de massa seca das raízes (MSR), em plantas de *Zingiber spectabilis*, em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

A massa seca total seguiu a mesma tendência ocorrida com a massa seca das folhas, hastes e raízes. Nos tratamentos com omissão de potássio, com 23,72 g/planta, seguido pelo de omissão de magnésio, com 34,60 g/planta, foram os mais limitantes na produção de massa seca total em plantas de *Zingiber spectabilis*, comparado ao tratamento completo, com 111,70 g/planta (Tabela 3 e Figura 12), entretanto a omissão de enxofre foi a menos limitante com 100,6

g/planta. As limitações com a omissão de potássio e magnésio são preocupantes, pelo fato do cultivo do *Zingiber spectabilis* está sendo cultivado em solos que apresentam baixo teor desses nutrientes.

Em plantas de bastão do imperador, Brito et al (2005), constataram para a variável massa seca total, que a omissão de nitrogênio e potássio foram o mais limitante e o de omissão de enxofre o menos limitante, enquanto que em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King (Naiff, 2007) os resultados foram semelhantes ao do presente trabalho.

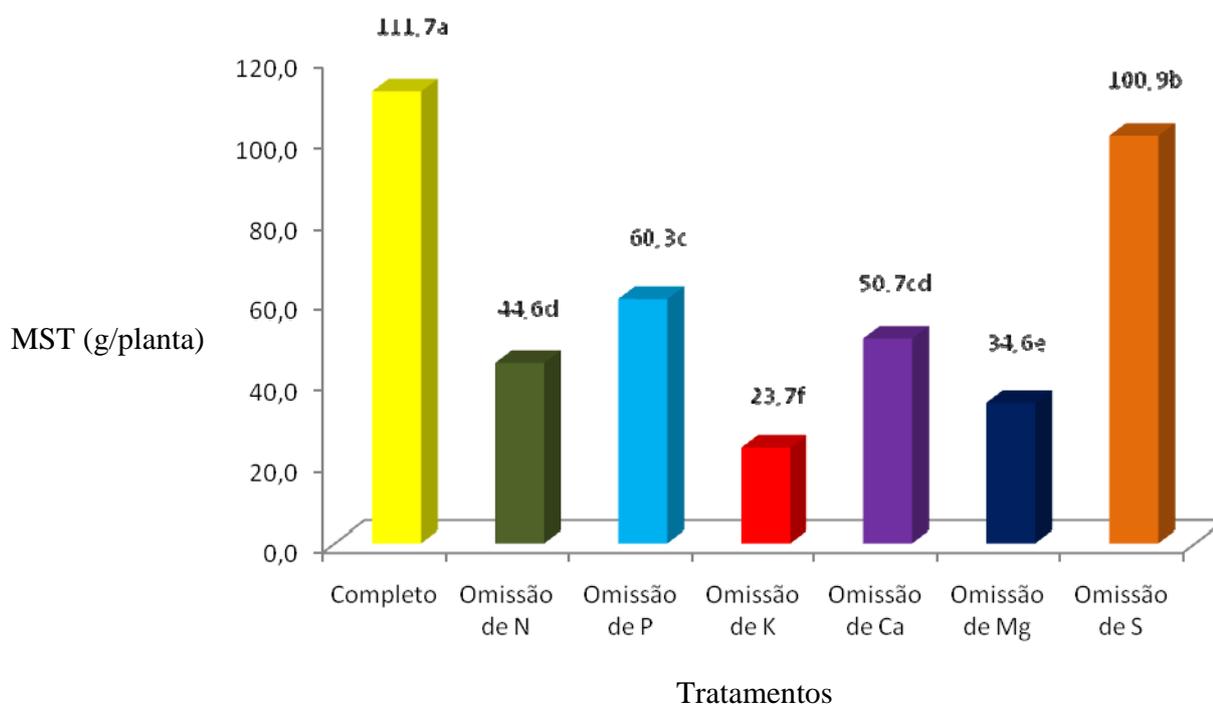


Figura 12. Produção de massa seca total (MST), em plantas de *Zingiber spectabilis*, em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

A maior relação PA/SR foi obtida no tratamento com omissão de magnésio, comparado ao tratamento completo, indicando menor produção de massa seca das raízes, porém, diferindo, estatisticamente, dos demais tratamentos (Tabela 3 e Figura 13). Estes resultados foram

semelhantes ao obtidos por Naiff (2007), em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, estudando o efeito da omissão de macronutrientes na relação PA/SR.

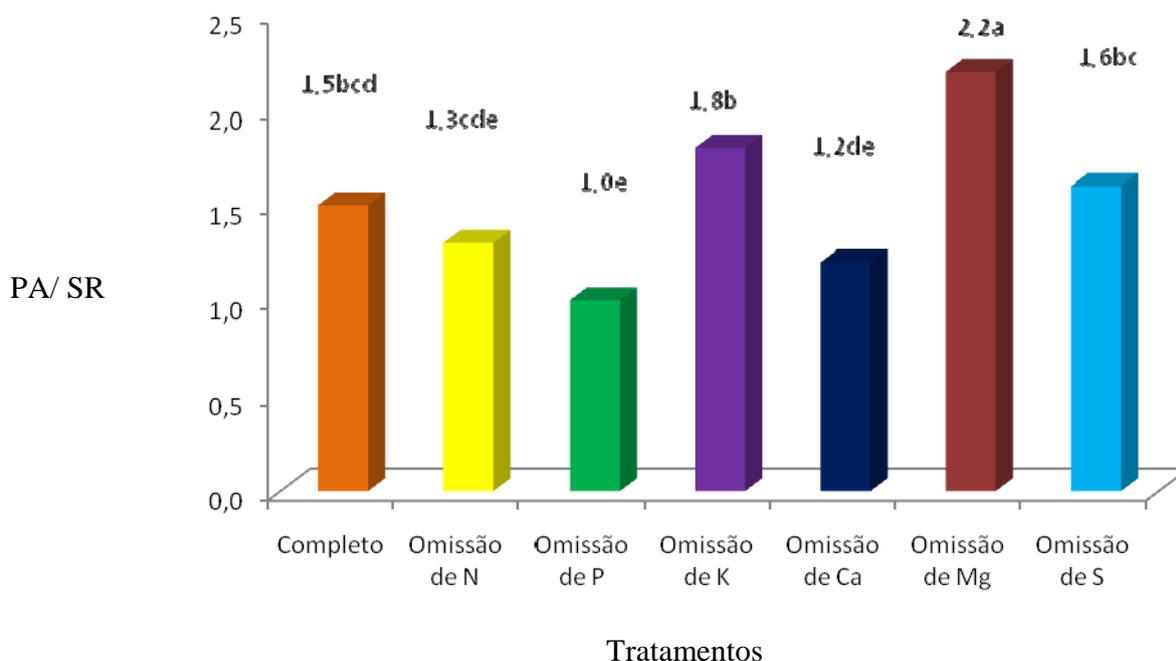


Figura 13. Relação de parte aérea / sistema radicular (PA/SR), em plantas de *Zingiber spectabilis*, em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

O crescimento relativo sobre o efeito da omissão de macronutrientes, comparado ao tratamento completo, em plantas de *Zingiber spectabilis*, foi reduzido, significativamente, quando comparado ao completo (Tabela 3 e Figura 14). O crescimento relativo (CR) obedeceu a seguinte ordem decrescente: completo > enxofre > fósforo > cálcio > nitrogênio > magnésio > potássio, constatando-se que, o desenvolvimento da planta, durante a execução do experimento, foi menos limitado pelo tratamento com omissão de enxofre, com redução de 90,38% da massa seca e mais afetada pelo tratamento omissão de potássio com 21,23% da massa seca, quando comparado ao tratamento completo. Em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, Naiff (2007) obteve a ordem decrescente do crescimento relativo, diferente desta pesquisa, completo > enxofre > cálcio

> magnésio > fósforo > potássio > nitrogênio, onde o desenvolvimento da planta foi menos afetado pela omissão de enxofre, e mais afetado pela omissão de nitrogênio.

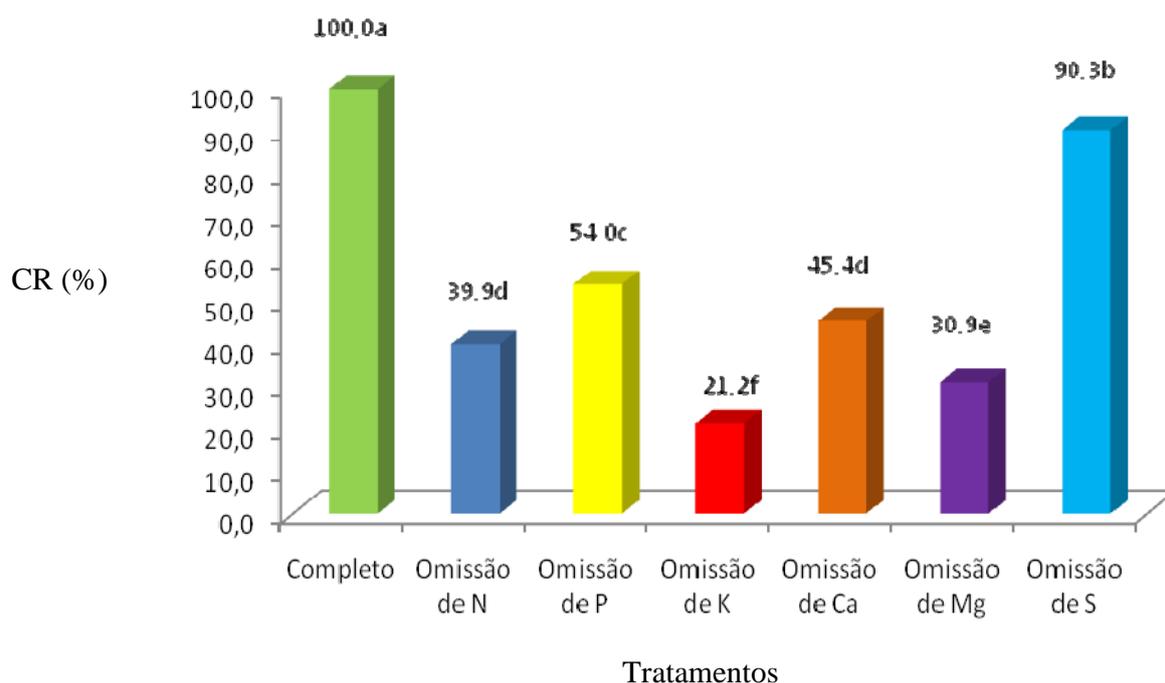


Figura 14. Crescimento relativo (CR) das plantas de *Zingiber spectabilis*, em função dos tratamentos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

2.6. CONCLUSÕES

A omissão de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, na solução nutritiva, resultaram em alterações morfológicas, traduzidas como sintomas característicos de deficiência nutricional de cada nutriente em plantas de *Zingiber spectabilis*.

Os sintomas de deficiência nutricional manifestaram-se na seguinte ordem: K > N > Mg > Ca > P > S.

O nutriente mais limitante para o crescimento de *Zingiber spectabilis* é o potássio, seguido do magnésio.

2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, K.T. **Avaliação de soluções nutritivas em plantas de *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocireinata* cv. Golden Torch.** Belém. Monografia: Especialização. 2006.70p

BRITO, J. do. S. A FRAZÃO, D. A.C. & VIÉGAS, I. de J. M; RODRIGUES, E.do.S.F; SOUSA, G. O de; VASCONCELOS, R. D. Efeito da omissão de macronutrientes na matéria seca em plantas de bastão do imperador (*Etilingera 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,1 CD ROOM.

EPSTEIN, E. & BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** Londrina: Ed. Planta, 2004. 350p.

FRAZÃO, D. A. C.; VIÉGAS, I. de J. M; BRITO, J. do. S. A; 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 (*Etilingera elatior*). In: CONGRESSOS BRASILEIROS 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, 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

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

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

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

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2005. 380p.

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

NAIFF, A. P. M. Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em plantas de alpínia purpurata cv. Jungle king/ Ana Priscilla Miranda Naiff – Belém, 2007. 75f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, 2007.

RODRIGUES, E.do. S.F.; VIÉGAS, I de J.M.; FRAZÃO, D. A. C; BRITO, J do S. A; SOUSA, G. O de; VASCONCELOS, R. D. Efeito da omissão de macronutrientes na produção de massa seca em plantas de *Helicônia psittacorum* cv. Golden Toch. 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. Bonito, MS, **Anais**. 2006. CD-ROOM.

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

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 Toch. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTUA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2. Fortaleza, CE - **Anais**. 2005. CD-ROOM.

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

CAPÍTULO 3: EFEITO DA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES NOS TEORES E CONTEÚDO FOLIAR DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS *Zingiber spectabilis* Griff

3.1 RESUMO

O gengibre ornamental, *Zingiber spectabilis*, conhecido como shampoo, maracá e sorvetão é uma planta ornamental tropical, de origem asiática, nativa da Malásia, pertence à família Zingiberaceae, e neste gênero são constituídos de 85 espécies. Assim 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. Para avaliar a relação entre o crescimento e a concentração de nutrientes no tecido, pesquisadores cultivam plantas em solos ou solução nutritiva, nos quais todos os nutrientes estão presentes em concentrações adequadas, exceto pelo nutriente em avaliação. A análise química de tecido vegetal para determinação dos teores de nutrientes em plantas com e sem sintoma de deficiência, fornecem indicação 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. Dessa forma, com o objetivo de contribuir para o conhecimento do estado nutricional da planta de *Zingiber spectabilis*, conduziu-se experimento, em solução nutritiva, em casa de vegetação, na Embrapa Amazônia Oriental. Avaliou-se o efeito da omissão e presença de macronutrientes na composição química de nutrientes de folhas de *Zingiber spectabilis*. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 7 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos foram completo (fornecimento de macro e micronutrientes) e da omissão individual de macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S. Foram avaliados o teor e conteúdo de macronutrientes nas folhas de *Zingiber spectabilis*. Os teores dos nutrientes, com deficiência e completo, obtidos nas folhas foram: N= 22,6 e 15,25 g. kg⁻¹, P= 2,45 e 1,12 g. kg⁻¹, K= 18,27 e 6,80 g. kg⁻¹, Ca= 16,20 e 3,35 g. kg⁻¹, Mg = 3,12 e 1,65 g. kg⁻¹ e S= 2,22 e 1,15 g. kg⁻¹. Todos os tratamentos com omissão de nutrientes limitaram o conteúdo foliar de seu respectivo macronutriente comparados ao completo. A ordem decrescente no teor e conteúdo foliar em plantas de *Zingiber spectabilis*, com base nos resultados do tratamento completo foi N>K>Ca>Mg>P>S.

Palavra - chave: Nutrição mineral; teor foliar de macronutriente, conteúdo; *Zingiber spectabilis*

CHAPTER 3: EFFECT OF THE OMISSION OF MACRONUTRIENTS IN THE TEXT AND CONTENT FOLIAR OF MACRONUTRIENTS IN *Zingiber spectabilis*.

3.2 ABSTRACT

The ornamental ginger, *Zingiber spectabilis*, known as shampoo, and Maracá sorvetão is a tropical ornamental plant of Asian origin, native of Malaysia, belongs to the family Zingiberaceae, and in this genus consist of 85 species. As well as annual crops, ornamental plants are demanding in relation to the application of nutrients, which is one of the factors that affect the production and quality of flowers. To assess the relationship between growth and concentration of nutrients in the tissue, researchers grow plants in soil and nutrient solution in which all nutrients are present in appropriate concentrations, except for the nutrient in evaluation. Chemical analysis of plant tissue to determine the levels of nutrients in plants with and without symptoms of disability, provide information for assessing the nutritional status of culture in greater detail, showing than the effect of individual nutrients, the interactions between them, which makes possible knowledge of the limiting nutrient for the normal development of the plant, which establish a more efficient fertilization. Of thisThus, with the objective of contributing to the knowledge of the nutritional status of the plant of *Zingiber spectabilis*, experiment was conducted in nutrient solution under ,house of vegetation , the campus of reserarch of the Embrapa was conducted Eastern Amazônia. The effect of the failure and the presence of nutrients in the chemical composition of nutrients from leaves of *Zingiber spectabilis*. The design was completely randomized, with 7 treatments and 5 repetitions. The treatments were complete (supply of macro and micro) and the omission of following nutrients N, P, K, Ca, Mg and S. We evaluated the content and content of nutrients in the leaves of *Zingiber spectabilis*. The nutrient content, with disabilities and full, the leaves were obtained: N = 22.6 and 15.25 g. kg⁻¹, P = 2.45 and 1.12 g. kg⁻¹, K = 18.27 and 6.80 g. kg⁻¹, Ca = 16.20 and 3.35 g. kg⁻¹, Mg = 3.12 and 1.65 g. kg⁻¹ and S = 2.22 and 1.15 g. kg⁻¹. All treatments with omission of nutrients limited the content of their leaf macronutrient compared to complete. The order in content and content in leaf plants shampoo, based on the results of the full treatment wasN>K>Ca>Mg>P>S.

Key words: Mineral nutrition; leaf of macronutrient content, content, shampoo

3.3 INTRODUÇÃO

O gengibre ornamental, *Zingiber spectabilis*, conhecido como shampoo, maracá e sorvetão é uma planta ornamental tropical, de origem asiática, nativa da Malásia, pertencente à família Zingiberaceae, e neste gênero são constituídos de 85 espécies. Apresenta inflorescência com brácteas amarela até róseo-avermelhado, muito resistente ao manuseio, e sua durabilidade é grande, além de uma produtividade excepcional (LAMAS, 2004).

Os estudos relacionados à nutrição e adubação do *Zingiber spectabilis*, ainda são incipientes. Isto se reflete na escassez de informações para que se promova uma adubação adequada visando qualidade. 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).

A análise química de tecido vegetal para determinação dos teores de nutrientes em plantas com e sem sintoma de deficiência, fornecem indicação 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, segundo Taiz & Zeiger (2004), requer um entendimento entre o crescimento vegetal e as concentrações de minerais nas amostras de tecido vegetal, ou seja, quando a concentração de nutrientes é baixa em uma determinada amostra, o crescimento é reduzido.

Para avaliar a relação entre o crescimento e o teor de nutrientes 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, é a técnica do elemento faltante.

A presente pesquisa objetivou verificar o efeito da omissão e presença de macronutrientes no teor e conteúdo foliar de macronutrientes, em plantas de *Zingiber spectabilis*.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Local de condução do experimento e semeio

O experimento foi conduzido por um período de 9 meses ,em casa de vegetação ,na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Foram utilizados rizomas de gengibre ornamental (*Zingiber spectabilis*), com 10 cm de comprimento, provenientes do município de Benevides-PA. A sementeira foi realizada em sementeira contendo mistura de areia e serragem na proporção de 3:1.

3.4.2 Sistema de condução e recipientes utilizados

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 a proliferação de algas no interior dos 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 capacidade para 1 litro, 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.

3.4.3 Aclimação e solução nutritiva

Inicialmente as plantas foram aclimatadas por um período de aproximadamente 76 dias, em solução nutritiva de HOAGLAND & ARNON (1950), diluída na proporção de 1:10. Os tratamentos foram iniciados quando as plantas atingiram 30 cm de altura, e foram submetidas ao tratamento completo e de omissão individual de macronutrientes, com solução nutritiva diluída de 1:1. As soluções nutritivas foram fornecidas por percolação nos vasos. Diariamente foram drenadas à tarde e irrigadas pela manhã, passando 9 horas irrigadas e 15 horas drenadas, renovada em intervalos de quinze dias e mantidas em p H $5,5 \pm 0,5$.

3.4.4. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 7 tratamentos(Completo, omissões de N, P, K, Ca, Mg e S) e cinco repetições, perfazendo o total de 35 parcelas experimentais, sendo que cada unidade experimental foi constituída por uma planta por vaso. As plantas foram submetidas à omissão individual de macronutrientes, utilizando a soluções de estoques de trabalho.

3.4.5 Variáveis avaliadas e análise química da massa seca

As variáveis estudadas foram os teores e conteúdos de macronutrientes nas folhas de gengibre ornamental. O tecido vegetal (folhas) foi moído, em moinho tipo Willey, armazenadas em sacos plásticos identificados por tratamento e repetição, quando então foram enviadas ao Laboratório de análise de plantas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), para determinação

dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S. No extrato nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria, Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, K por fotometria de chama e S por turbidimetria. Os teores de N total foram determinados pelo método de Kjeldahl. O conteúdo foliar foi calculado por fórmula $C_f \times MSF$, onde C_f = concentração de macronutrientes na folha e MSF = massa seca da folha.

3.4.6 Análise estatística

Os resultados dos teores e conteúdos de macronutrientes obtidos no tecido foliar foram analisados estatisticamente, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico ESTAT

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Teores e conteúdo de macronutrientes nas folhas de plantas de *Zingiber spectabilis*

3.5.1.1 Nitrogênio

O teor foliar de nitrogênio, com a omissão deste nutriente, foi de $15,2 \text{ g kg}^{-1}$ de N, enquanto no completo, sem omissão, foi de $22,6 \text{ g kg}^{-1}$ de N. As folhas com deficiência de nitrogênio apresentaram teor foliar de 1,48 vezes inferior as sem deficiência do tratamento

completo (Tabela 4). As omissões de fósforo e cálcio apresentaram teores superiores de nitrogênio quando comparado ao completo. Mills & Jones (1996) afirmam que plantas deficientes de nitrogênio apresentam teores menores de nitrogênio e maiores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, ferro e manganês, pois o nitrogênio é o elemento essencial para todas funções fisiológicas realizadas numa planta, além de fazer parte da maioria das constituições de tecidos celulares.

Naiff (2007) obteve resultados semelhantes, em plantas de *Alpínia purpurata* cv. Jungle King, com 17,64 g kg⁻¹ de N com deficiência, e sem deficiência com 25,16 g kg⁻¹ de N, e a omissão de potássio superior com 27,98 g kg⁻¹ de N comparado ao completo 25,16 g kg⁻¹ de N. Viégas & Frazão (2007), trabalhando com plantas de bastão do imperador obtiveram também teores de nitrogênio com deficiência de 13,1 g kg⁻¹ de N e sem deficiência 20,9 g kg⁻¹ de N.

A Figura 15 apresenta os teores foliares de nitrogênio em plantas de *Zingiber spectabilis*, com os obtidos em alpínia e bastão do imperador, que são da mesma família, sem deficiência (tratamento completo), em função dos tratamentos. Essa comparação é apresentada pelo fato de não se dispor na literatura, de resultados sobre os teores foliares adequados para plantas de *Zingiber spectabilis*. Verifica-se que, com exceção dos tratamentos com omissão de nitrogênio e enxofre, os demais apresentaram teores foliares de nitrogênio acima do teor obtido em alpínia por Naiff (2007). Com relação ao bastão do imperador, com exceção da omissão de nitrogênio, os demais tratamentos apresentaram teores foliares de nitrogênio, acima da faixa de teores obtidos por Viégas & Frazão (2007).

Tabela 4. Teores (g kg^{-1}) e conteúdo (mg/planta) de macronutrientes em folhas de *Zingiber spectabilis*, em função dos tratamentos.

Tratamento	N		P		K		Ca		Mg		S	
	g/kg	mg/pl										
Completo	22,6c	835,0a	2,4d	90,0a	18,2d	672,5a	16,2b	595,0b	3,1d	115,0b	2,2c	82,5a
Omissão de N	15,2d	197,5e	5,1a	65,0b	21,2bc	272,5e	14,2b	180,0d	5,2c	67,5d	4,6a	57,5b
Omissão de P	27,3 ab	482,5c	1,1e	20,0d	23,4ab	412,5c	16,6b	292,5c	4,6c	85,0cd	2,6b	47,5bc
Omissão de K	26,4abc	265,0de	4,6 b	47,5c	6,8e	67,5f	26,6a	262,5c	9,7a	95,0bc	2,5b	27,5e
Omissão de Ca	28,9a	455,0c	3,3c	55,0bc	22,6ab	357,5cd	3,3c	52,5e	7,1b	112,5b	2,5b	40,0cd
Omissão de Mg	25,9abc	322,5d	4,4b	52,5c	25,1a	307,5de	14,6b	180,0d	1,6e	20,0e	2,7b	35,0de
Omissão de S	23,1bc	707,5b	3,3c	100,0a	18,4cd	565,0b	23,4a	715,0a	4,9c	150,0a	1,1d	32,5de
C.V	8,55	8,63	3,97	8,33	6,67	8,25	12,02	10,04	12,56	11,23	5,82	10,32
DMS	2,07	92,4	0,13	11,76	1,29	71,9	1,97	75,11	0,65	23,79	0,15	10,93

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

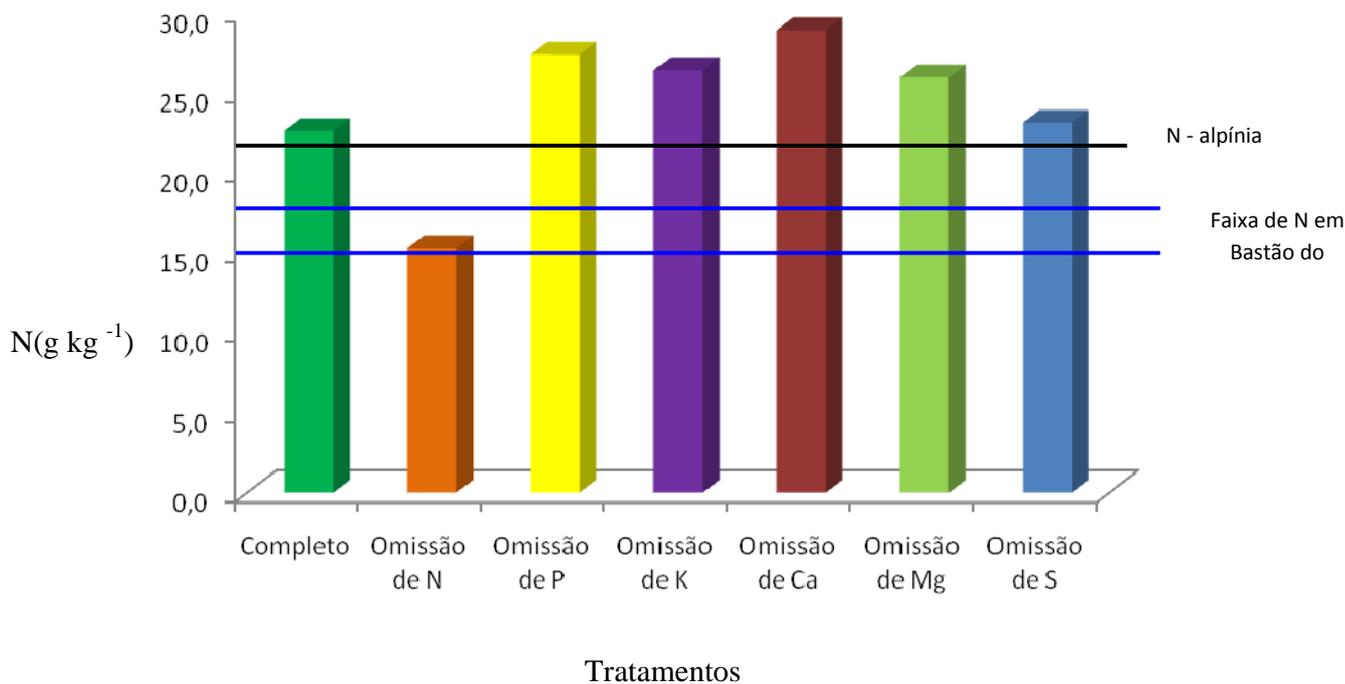


Figura 15. Comparação dos teores de nitrogênio obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e em plantas de alpínia com omissão de nitrogênio, em função dos tratamentos.

comparação dos teores de nitrogênio obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e em plantas de alpínia com omissão de nitrogênio, em função dos tratamentos.

A omissão de nitrogênio reduziu o conteúdo foliar desse nutriente para 197,5 mg de N / folha em relação ao completo com 835,0 mg de N/ folha, que corresponde a 1,85 g de uréia. O conteúdo foliar em plantas de alpínia também reduziu com a omissão de nitrogênio, sendo de 361,86 mg de N/ folha, quando comparado ao completo de 1093,21 mg de N/ folha (NAIFF, 2007).

3.5.1.2 Fósforo

O teor foliar de fósforo, com a omissão deste macronutriente foi de $1,12 \text{ g kg}^{-1}$ de P, e sem omissão de $2,45 \text{ g kg}^{-1}$ de P. A omissão de fósforo reduziu em 2,18 vezes os teores foliares deste macronutriente quando comparado ao completo (Tabela 4). As demais omissões aumentaram os teores de fósforo quando comparado ao completo. Malavolta (2006) ressalta que, os elevados teores foliares de fósforos aumenta concentrações de nitrogênio, cálcio e magnésio, e em concentrações não excessivas de cálcio aumenta o teor foliar de fósforo, o excesso diminui, podendo estar relacionado com o pH e com a formação de fosfatos de cálcio insolúveis. Plantas deficientes em fósforo tendem a apresentar teores foliares menores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Baixa concentração de cálcio aumenta teores de P, e o excesso diminui. O fósforo tende a diminuir o efeito depressivo do K no teor foliar de Mg.

A Figura 16 apresenta comparação dos teores de fósforo, em folhas de *Zingiber spectabilis*, com os obtidos, sem deficiência, em alpínia e bastão do imperador. Percebe-se que o teor foliar de $5,10 \text{ g kg}^{-1}$ de P obtido em alpínia por Naiff (2007) foi superior a todos os teores determinados nos tratamentos em folhas de *Zingiber spectabilis*, inferindo-se que plantas de alpínia são mais exigentes em fósforo. Por outro lado, a faixa de teor foliar de fósforo de 1,6 a $1,8 \text{ g kg}^{-1}$ de P obtidos por Viégas & Frazão (2007), em bastão do imperador, é inferior aos teores foliares determinados em folhas de shampoo, com exceção da omissão de fósforo, como era esperado. Esses resultados revelam a priori que a exigência de fósforo, nas três zingiberáceas em ordem decrescente seria: alpínia > *Zingiber spectabilis* > bastão do imperador.

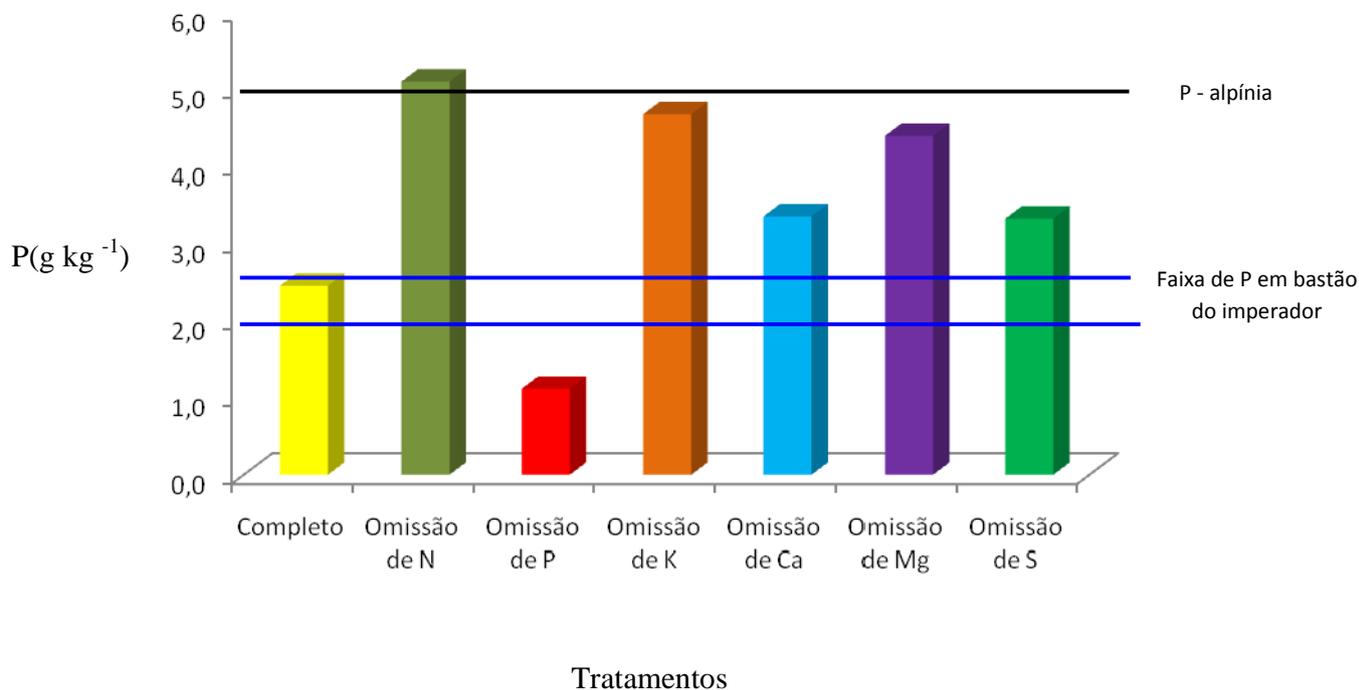


Figura 16. Comparação dos teores de fósforo (g kg^{-1}) em folhas de *Zingiber spectabilis*, com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de fósforo, em função dos tratamentos.

Quanto ao conteúdo foliar de fósforo a omissão do nutriente com 20mg de P/ folha foi a que apresentou menor valor comparado ao completo com 90 mg de P/ planta, que corresponde a 0,5 g de superfosfato triplo. Em folhas de alpínia, a omissão de fósforo reduziu o conteúdo foliar do nutriente com 30,27 mg de P/ folha comparado quando ao completo com 221,22 mg de P/ folha (NAIFF, 2007).

3.5.1.3 Potássio

O teor foliar de potássio sem a omissão deste nutriente foi de $18,27 \text{ g kg}^{-1}$ de K, e com a omissão foi de $6,80 \text{ g kg}^{-1}$ de K. A omissão de potássio promoveu redução de 2,68 vezes nos teores foliares deste nutriente em relação ao completo. Malavolta et al (1997), afirmam que as omissões individuais de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio aumentam os teores foliares de potássio, pois a interação entre o potássio e o cálcio é resultado de uma competição na solução do solo, no entanto, o cálcio em baixa concentração pode provocar um efeito estimulante na absorção de potássio. Malavolta (2006) ressalta que aumentando a concentração de cálcio, o estímulo diminui, até ocorre o antagonismo entre esses cátions, e o potássio diminui o teor de cálcio e magnésio, pois o efeito inibidor na absorção pode depender da planta, pois altos teores de cálcio no substrato reduzem absorção de potássio. Epstein & Bloom (2004) relatam que o magnésio possui efeito maior que o cálcio na absorção de potássio, sendo que o efeito inibidor depende da planta e do alto teor de cálcio no substrato, e que o fósforo tende a diminuir o efeito depressivo do K no teor foliar de Mg. Segundo Malavolta (1980), a relação entre potássio e nitrogênio é muito forte, o teor de nitrogênio sobe junto com o de potássio, o efeito depende da fonte, pois tende a diminuir a concentração devido à competição na absorção e a interferência na difusão do potássio da argila.

A Figura 17 mostra os teores de potássio, em plantas de *Zingiber spectabilis*, com os obtidos em alpínia e bastão do imperador, sem deficiência de potássio, em função dos tratamentos. Constata-se que o teor foliar de potássio de $30,2 \text{ g kg}^{-1}$ de K, em alpínia obtidos por Naiff (2007) é superior aos determinados em folhas de shampoo em todos os tratamentos. Por outro lado, a faixa foliar de bastão do imperador de $10,5$ a $15,0 \text{ g kg}^{-1}$ de K obtidos por Viégas & Frazão (2007), é inferior a todos os teores foliares de shampoo dos tratamentos, com exceção da omissão de potássio. Portanto, a seqüência decrescente na exigência em potássio alpínia > *Zingiber spectabilis* > bastão do imperador, sendo, portanto, igual à de fósforo.

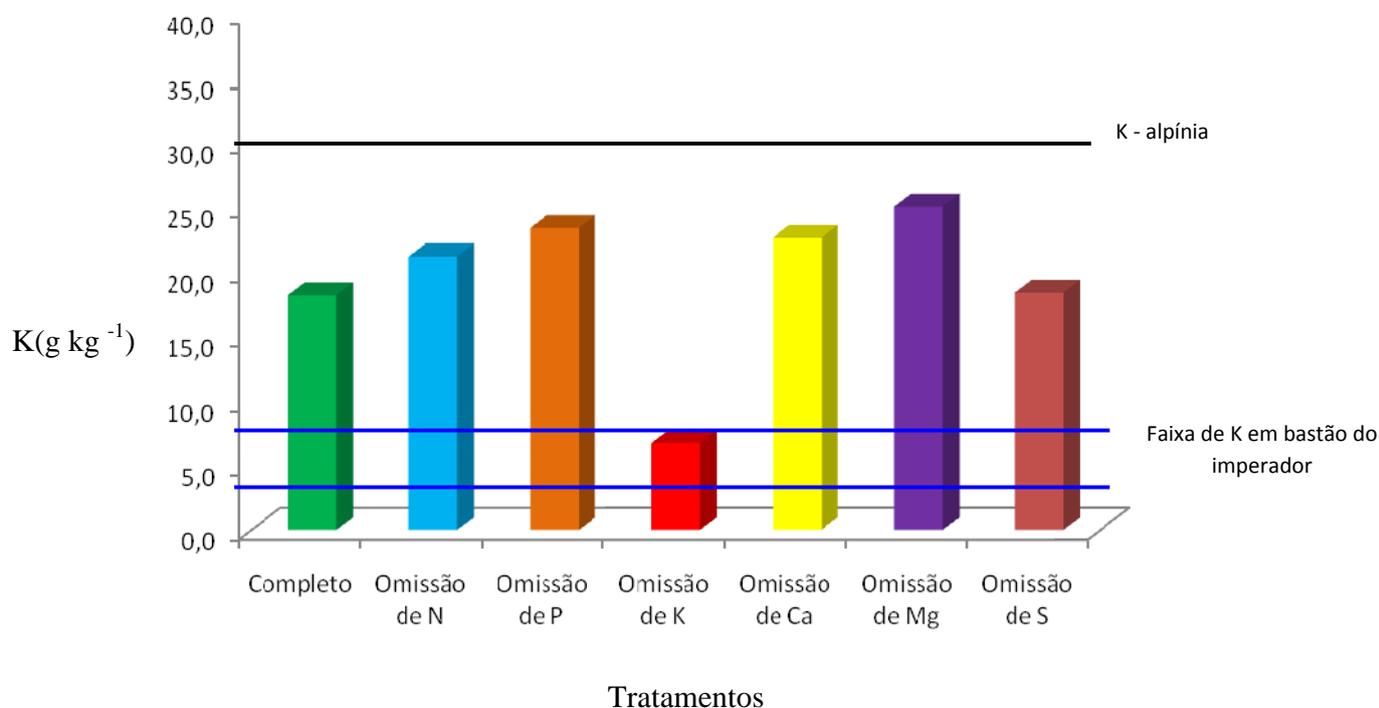


Figura 17. Comparação dos teores de potássio (g kg^{-1}) em folhas de *Zingiber spectabilis*, com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de potássio, em função dos tratamentos.

Quanto ao conteúdo de potássio em folhas de *Zingiber spectabilis*, o tratamento omissão individual de potássio com 67,5 mg de K/ folha foi inferior ao completo com 675,50 mg de K/ folha, que corresponde a 1,4g de cloreto de potássio (KCl). As demais omissões individuais foram limitantes quando comparadas ao completo. Em folhas de alpínia, Naiff (2007), observou que a omissão de potássio apresentou menor valor de conteúdo desse nutriente, com 387,96 mg de K/ folha comparado ao completo com 1570,73 mg de K/ folha, que corresponde a 3,16g de cloreto de potássio (KCl).

3.5.1.4 Cálcio

O teor foliar de cálcio sem a omissão deste nutriente foi de 16,2 g kg⁻¹ de Ca, enquanto com a omissão foi 3,3 g kg⁻¹ de Ca. A omissão de cálcio obteve resultados inferiores 4,84 vezes em relação ao completo, entretanto, as omissões de potássio e enxofre aumentaram os teores foliares de cálcio, em relação ao completo (Tabela 4). Segundo Soares et al (1983), existe o antagonismo entre o elemento Ca e K; baixas concentrações de Ca podem estimular a absorção de K, porém altas concentrações de Ca podem inibir a absorção de K. Malavolta (1980) afirma que o antagonismo entre os nutrientes é resultado de uma competição na solução do solo. Altas concentrações de NH₄⁺, K⁺, Mg⁺², Al⁺³, Mn⁺² diminuem a quantidade absorvida do Ca⁺², podendo provocar uma deficiência (MALAVOLTA, 2006).

A Figura 18 mostra a comparação dos teores de cálcio, em folhas de *Zingiber spectabilis*, e com os obtidos em alpínia e bastão do imperador, sem deficiência, função dos tratamentos. Observa-se que a faixa de teores foliares de cálcio de 10,4 a 12,4 g kg⁻¹ de Ca, em bastão do imperador obtidos por Viégas & Frazão (2007) e o teor de 5,92 g kg⁻¹ de Ca em alpínia determinados por Naiff (2007) foram inferiores aos teores foliares analisados em *Zingiber spectabilis*, em todos os tratamentos, exceção da omissão de cálcio. Com base nessa comparação, a seqüência decrescente na absorção de cálcio seria: *Zingiber spectabilis* > bastão do imperador > alpínia.

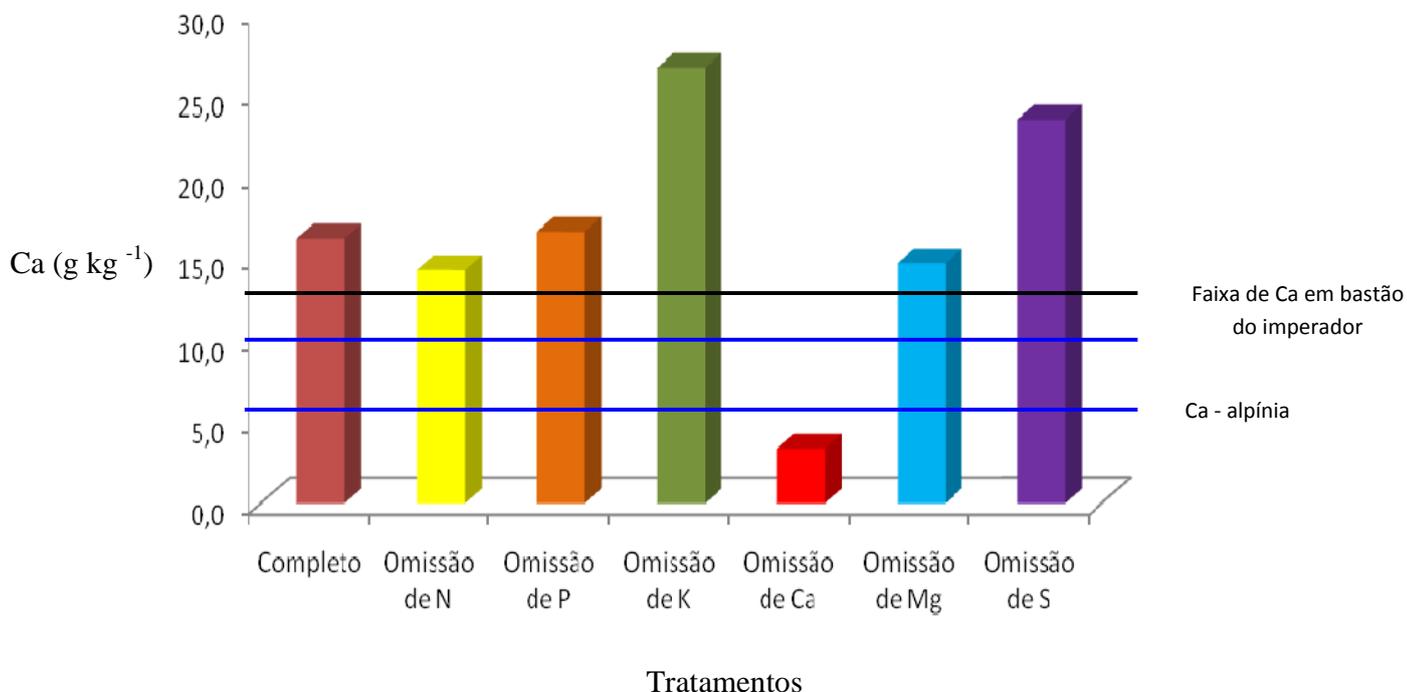


Figura 18. Comparação dos teores de cálcio (g kg^{-1}) em folhas de *Zingiber spectabilis*, com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de cálcio, em função dos tratamentos.

Quanto ao conteúdo de cálcio em folhas de *Zingiber spectabilis*, a omissão de cálcio com 52,5 mg de Ca / folha foi inferior ao completo 595, 0 mg de Ca / folha, que corresponde 2,8 g de calcário dolomítico com 30% de CaO . Naiff (2007), em plantas de alpínia, o conteúdo foliar de cálcio apresentou menor valor (27,97 mg de Ca / folha) na omissão de cálcio, quando comparado ao completo (258,45 mg de Ca / folha).

3.5.1.5 Magnésio

O teor foliar de magnésio, com a omissão deste macronutriente foi de $1,65 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, e sem a omissão, tratamento completo com $3,12 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg. A omissão de magnésio promoveu redução de 1,89 vezes em comparação ao completo, porém a omissão de potássio, seguido do cálcio obtiveram resultados superiores comparado ao completo (Tabela 4). Malavolta (2006) afirma que altas concentrações de K^+ , Ca^{+2} , H^+ e Al^{+3} diminuem a absorção do íon Mg^{+2} , causando em muitos casos deficiências. E isso se deve a interação entre Mg x K x Ca que competitivamente podem inibir a absorção, conseqüentemente, ocasionando uma deficiência nutricional, bem como alterações morfológicas e fisiológicas na planta.

Resultados semelhantes foram obtidos por Naiff (2007), em plantas de alpínia, folhas com deficiência $1,36 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg foram inferiores ao completo com $5,64 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg. Entretanto, Viégas & Frazão (2007), em folhas de bastão do imperador, com deficiência foram de 0,7 a $0,9 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, comparado ao completo 2,6 a $3,4 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg.

A Figura 19 mostra a comparação dos teores de magnésio em folhas de *Zingiber spectabilis*, alpínia e bastão do imperador, em função dos tratamentos. Observa-se que o teor foliar de magnésio em alpínia obtidos por Naiff (2007) $5,64 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg é superior aos determinados em folhas de shampoo, com exceção dos tratamentos com omissão de potássio e cálcio. Com relação à faixa de teor de magnésio em bastão do imperador de 2,6 a $3,1 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, verifica-se que com exceção dos tratamentos completo com teores foliares contidos dentro da faixa, e a omissão de magnésio abaixo da faixa, os demais apresentaram teores acima da faixa determinada por Viégas & Frazão (2007). Portanto, no geral, a exigência em magnésio em ordem decrescente nas três Zingiberáceas seria: alpínia > *Zingiber spectabilis* > bastão do imperador.

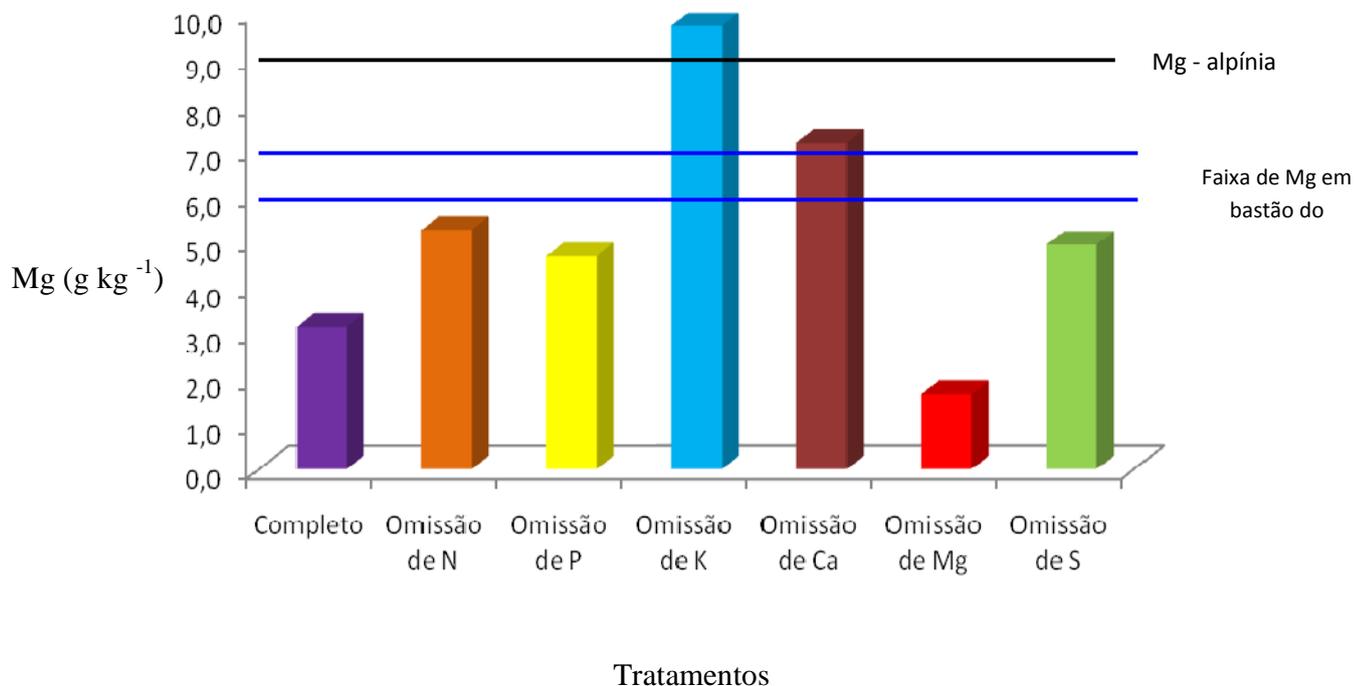


Figura 19. Comparação dos teores de magnésio (g kg^{-1}) em folhas de *Zingiber spectabilis*, com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de magnésio, em função dos tratamentos.

A omissão de magnésio promoveu redução no conteúdo foliar deste macronutriente, sendo 5,7 vezes menor do que o tratamento completo. O conteúdo foliar de 115 mg de Mg/ folha obtidos no tratamento completo corresponde a 1,2 g de MgSO_4 com 16% de MgO. Em plantas de alpínia, a omissão de magnésio apresentou menor conteúdo foliar, com 32,85 mg de Mg/ folha, comparado ao completo com 244,32 mg de Mg/ folha, que correspondeu a 2,44 de (NAIFF, 2007).

3.5.1.6 Enxofre

O teor foliar de enxofre, com a omissão desse nutriente foi de 1,15 g kg⁻¹ de S e de 2,22 g kg⁻¹ de S em plantas sem omissão, tratamento completo. As omissões de nitrogênio, fósforo e magnésio aumentaram os teores foliares de enxofre em relação ao completo. Camargo & Silva (1975) afirma que existe uma relação de antagonismo entre N e S. É indispensável, observar se ambos os elementos estão na faixa adequada, pois a relação N:S adequada também pode ser encontrada com níveis deficientes. Marengo & Lopes (2005), relatam que o nutriente enxofre(S) predomina na planta em forma orgânica, principalmente na de proteínas, já que todas as proteínas vegetais possuem o elemento. Há uma relação estreita entre os teores de N e S na planta que exige 1 parte de S para 15 de N para a síntese de proteínas, geralmente, a adição de enxofre aumenta a concentração de nitrogênio, entretanto, o quociente N/S varia com o estágio do crescimento e com a espécie. O teor de fósforo na folha está relacionado com o de enxofre e vice-versa, pois essa interação é devida ao fato de constituírem, muitas vezes, parte essencial da mesma molécula orgânica, ou seja, um elemento estimula a absorção mais intensa do outro, que é imprescindível á manutenção do equilíbrio químico celular (MALAVOLTA, 2006).

Em plantas de alpínia, Naiff (2007) obteve resultados discordantes da pesquisa, o tratamento omissão de enxofre apresentou menor teor foliar do nutriente foi de 1,86 g kg⁻¹ de S, e os de omissão de nitrogênio seguida pela omissão de potássio apresentaram teores foliares de enxofre superiores. Viégas & Frazão (2007), em folhas de bastão do imperador obtiveram resultados inferiores aos obtidos nessa pesquisa. A Figura 13 mostra a comparação dos teores foliares de enxofre, em folhas de *Zingiber spectabilis*, alpínia e bastão do imperador, em função dos tratamentos. Constata-se que o teor foliar de 4,16 g kg⁻¹ de S em alpínia foi superior aos teores obtidos em folhas de shampoo, com exceção à omissão de nitrogênio que foi superior. Com exceção da omissão de enxofre, os demais tratamentos apresentaram teores foliares contidos na faixa de teor foliar de 2,1 a 2,5 g kg⁻¹ de S, em bastão do imperador, determinados por Viégas & Frazão (2007), sendo que a omissão de nitrogênio apresentou teor acima da referida faixa.

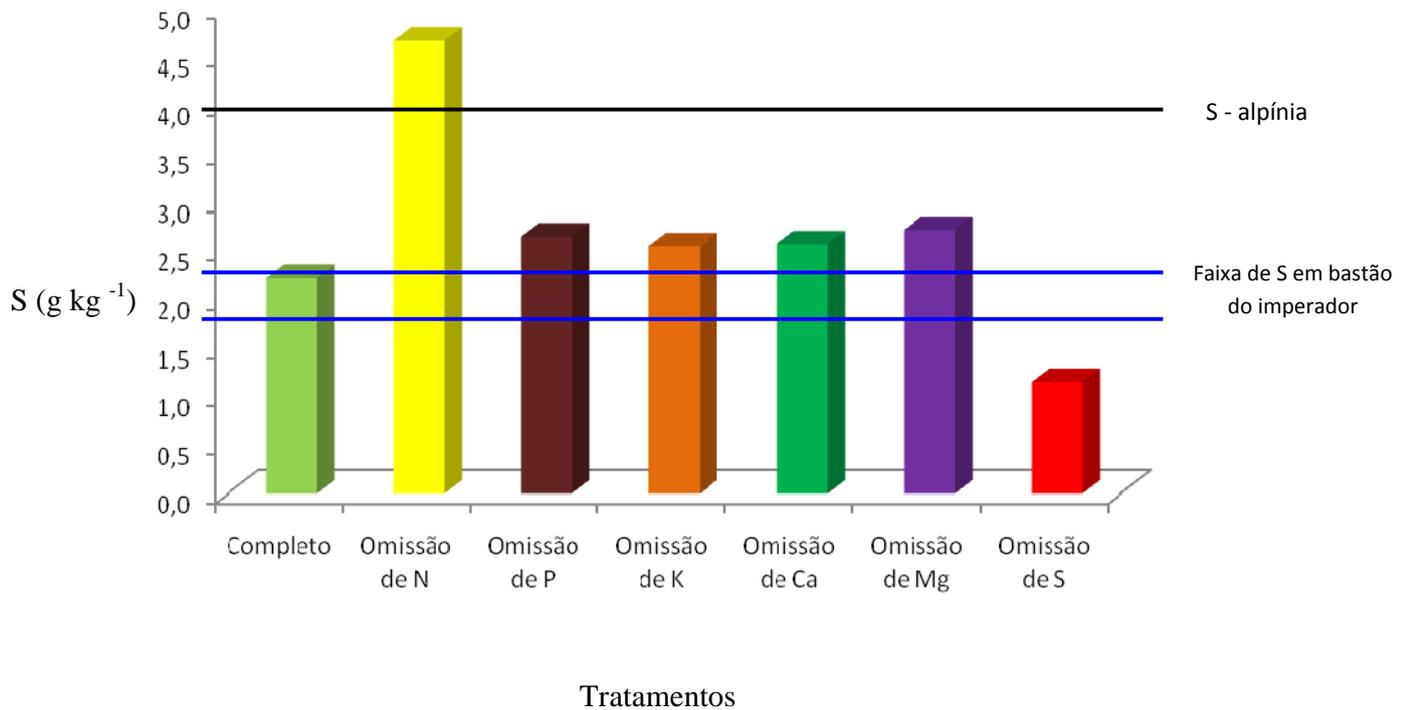


Figura 20. Comparação dos teores de enxofre (g kg^{-1}), em folhas de *Zingiber spectabilis*, com os obtidos em alpínia (Naiff, 2007) e bastão do imperador (Viégas & Frazão, 2007), sem deficiência de enxofre, em função dos tratamentos.

A omissão de enxofre limitou em 2,5 vezes o conteúdo foliar deste nutriente quando comparado ao tratamento completo. O conteúdo foliar de 82,5 mg de S/ folha corresponde em termo de fertilizante, tendo como fonte o sulfato de magnésio com 13% de S de 0,6g deste fertilizante. Em folhas de alpínia, a omissão individual de enxofre obteve menor valor com 64,03 mg de S/ folha, comparada ao completo com 180,86 mg de S/ folha (NAIFF, 2007).

3.6. CONCLUSÕES

1. O efeito das omissões individuais de macronutrientes N,P,K, Ca, Mg e S reduziram, significativamente, os teores e conteúdos foliares de seus respectivos nutrientes.

2. Os teores dos nutrientes, com deficiência e completo, obtidos nas folhas de *Zingiber spectabilis* foram: N= 22,6 e 15,25 g kg⁻¹, P= 2,45 e 1,12 g kg⁻¹, K= 18,27 e 6,80 g kg⁻¹, Ca= 16,20 e 3,35 g kg⁻¹, Mg = 3,12 e 1,65 g kg⁻¹ e S= 2,22 e 1,15 g kg⁻¹.

3. A ordem decrescente no teor e conteúdo foliar em plantas de shampoo, com base no tratamento completo foi N> K>Ca>Mg>P>S.

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARGO, P. N. & SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Editora La Libreria Ltda. 1975.258p.

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. CD-ROOM.

EPSTEIN, E. ; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Ed. Planta. 2004.350p.

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

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

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

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

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

MILLS,H.A; J.BENTON JONES JR. **Plant Analysis Handbook II**. Micro macro Publ.Inc. Athens. 1996.422 p.

MARENCO, R. A. ; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV. 2005.380p.

NAIFF, A. P. M. Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em plantas de alpínia purpurata cv. Jungle king/ Ana Priscilla Miranda Naiff – Belém, 2007. 75f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, 2007.

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

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

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

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)