

ANA CECÍLIA RIBEIRO DE CASTRO

DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES EM
HELICÔNIA 'GOLDEN TORCH'

Recife-PE
Fevereiro/2007

ANA CECÍLIA RIBEIRO DE CASTRO

DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES EM
HELICÔNIA 'GOLDEN TORCH'

Tese apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Botânica (PPGB), na área
de concentração em
Fisiologia Vegetal, da
Universidade Federal Rural
de Pernambuco.

Orientador: Lília Gomes Willadino

Conselheiros: Vivian Loges

Luiza Suely S. Martins

Recife-PE
Fevereiro/2007

"Escrever um livro é uma aventura. Principia um brinquedo e um gosto. Vira uma amante, depois um tutor, depois um tirano. Na fase final, já conformado em ser seu escravo, você o mata e arremessa o corpo ao público."

Winston Churchill

DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES EM HELICÔNIA 'GOLDEN TORCH'

ANA CECÍLIA RIBEIRO DE CASTRO

Tese defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 27/02/2007

Orientadora: _____
Dra. Lilia Gomes Willadino - UFRPE

Examinadores:

Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho

José Júlio Vilar Rodrigues

Mauro Guida dos Santos

Rejane Jurema Mansur Custódio Nogueira

Terezinha de Jesus Rangel

Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio

Elcida de Lima Araújo

Recife - PE
Fevereiro - 2007

À
Mario e Felipe Castro.

OFEREÇO

À minha Mãe e a toda minha família
pelo apoio.

DEDICO

MEU RECONHECIMENTO

Às professoras Lilia Willadino,
Vivian Loges e Luiza Martins,
pela confiança em mim
depositada. Reconheço o
carinho, paciência e orientação
durante esse período.

AGRADECIMENTOS

À Deus que, compreende a dimensão das minhas conquistas e do meu crescimento através dessa experiência.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de realização do Curso de Doutorado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial aos professores Ulysses Paulino de Albuquerque, Carmen Sílvia Zickel e Ariadne do Nascimento, coordenadores do curso, pela acolhida, cuidados e orientação.

À equipe do Laboratório de Floricultura liderado pela competente professora Vivian Loges, incansável incentivadora de novos trabalhos e perspectivas, pela atenção, generosidade e força em todos os momentos.

À CAPES, pela bolsa que viabilizou parte dos estudos.

Ao Banco do Nordeste - ETENE/FUNDECI, pelo financiamento do projeto executado.

Aos produtores da RECIFLORA, pela doação do material vegetal, especialmente a Maria do Carmo Ferraz Teixeira e Vanjola Oliveira Nunes Pereira pelo incentivo e presteza.

À Empresa FERTINE pela doação de adubos.

Ao professor José Julio Vilar Rodrigues pelo auxílio em várias etapas deste trabalho.

Ao professor Mario Felipe Arruda de Castro pelas inúmeras sugestões durante a execução dos experimentos e revisão de textos na língua inglesa.

Aos professores Isabelle Munier e Samir Michereff pelas sugestões e análises estatísticas deste trabalho.

Ao pesquisador Fernando Aragão pelas idéias e análises estatísticas.

Aos professores do Curso de Doutorado em Botânica, pelos conhecimentos e experiências transmitidas.

Aos professores Egídio Bezerra Neto e Levi Paes Barreto pela disponibilidade e pelos conhecimentos transmitidos.

À Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, José Júlio Vilar Rodrigues, Mauro Guida dos Santos, Rejane Jurema Mansur Custódio Nogueira, Terezinha de Jesus Rangel, Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio, Elcida de Lima Araújo pelas correções e sugestões nos artigos.

À Professora Luiza Suely S. Martins pela amizade, ótimas sugestões e correções nos trabalhos.

À Andreza Santos da Costa e Walma Nogueira Ramos Guimarães pelo carinho da amizade, atenção e ajuda dispensada em todos momentos.

À Frank Silva pelos trabalhos gráficos e a Adelmo Adriani pelo suporte fitossanitário durante os experimentos em casa de vegetação.

Aos alunos André Luiz Verona, Cleucione Pessoa, Fábio Pedro Batista, Gustavo Jonnas Bezerra, Ana Maria Felix, Cínara Moura, Márcia Borges, Suellen de Lima, Suellen Moraes, Lorena Gomes pela ajuda na condução dos experimentos e pela amizade.

À Luciélio Manuel da Silva, Juliana Ribeiro, Amanda Rocha pelo auxílio nas análises de Laboratório.

À Elizamar Ciriaco pelas sugestões e esclarecimentos sempre proveitosos.

À Embrapa Agroindústria Tropical, principalmente, Antônio Lucas de Souza Leite, Ricardo Elesbão Alves, Vitor Hugo de Oliveira, Caetano Silva Filho e aos amigos Ana Cristina Portugal, Daniel Terao, Josué da Silva Junior, Levi de Moura Barros, João Paiva, Teresa Cristina Barroso, Luis Carlos Nogueira pela paciência e confiança em mim depositada.

Ao casal Luciane Vilela e Wilson Magela, pela atenção e sugestões para tese.

Aos meus colegas de doutorado, em especial, Andreza Santos da Costa, Elizamar Ciriaco, José Iranildo de Miranda Melo e Gilberto Silva pela convivência que me ajudou a crescer como pessoa.

SUMÁRIO

Lista de figuras e tabelas:.....	9
Resumo	10
Abstract	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Importância econômica da floricultura:.....	13
2.2. Origem e distribuição das helicônias.....	15
2.3. Aspectos botânicos	16
2.4. Características morfofisiológicas e fenológicas.....	17
2.5. Propagação.....	20
2.6. Manejo e adubação.....	20
2.7. Helicônia como flor de corte e pós-colheita.....	22
2.8. Nutrição mineral de plantas.....	25
2.8.1. Nutrição e crescimento	26
2.8.2. Avaliação do estado nutricional	27
2.8.3. Deficiência nutricional de macronutrientes	29
2.8.3.1. Nitrogênio (N).....	29
2.8.3.2. Fósforo (P)	31
2.8.3.4. Cálcio (Ca)	34
2.8.3.5. Magnésio (Mg)	35
2.8.3.6. Enxofre (S).....	36
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
4.1. Manuscrito I. Deficiência de macronutrientes em <i>Heliconia psittacorum</i> x <i>Heliconia spathocircinata</i> cultivar Golden Torch	47
Introdução.....	49
Material e Métodos	51
Resultados e Discussão	53
Conclusões.....	60
4.2. Manuscrito II. Pós-colheita de <i>Heliconia psittacorum</i> x <i>H. spathocircinata</i> cultivar Golden Torch sob deficiência de macronutrientes.....	70
Introdução.....	72
Material e Métodos	73
Resultados e Discussão	75
Conclusões.....	82
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS	89
6. ANEXOS.....	92
6.1 Composição química da solução nutritiva:	92
6.2 Normas para publicação na PAB:.....	93

Lista de figuras e tabelas:.....9

Revisão de Literatura

Figura 1. *Heliconia psittacorum*. Aspecto geral 19

Manuscrito I

Figura 1: Folha (nº 2) de plantas de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch cultivadas em solução nutritiva completa, com omissão de N, P, K, Ca, Mg ou S e ausência de macronutrientes (água), aos 150 dias.....64

Tabela 1: Médias de nº de perfilhos, produção de massa seca de folhas e da parte subterrânea (g/planta), nº total de folhas e área foliar (cm²) de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, cultivadas em solução completa, com omissão de N, P, K, Ca, Mg ou S e ausência de macronutrientes (água).....65

Figura 2. Teores de macronutrientes na folha e parte subterrânea de plantas de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, na fase vegetativa e reprodutiva, cultivadas em solução completa, com omissão de N, P, K, Ca, Mg ou S e ausência de macronutrientes (água).....62

Tabela 2. Teores de N, P, K, Ca, Mg, S (g Kg⁻¹), nas folhas 1, 2, 3 do primeiro perfilho de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, submetida às deficiências minerais de macronutrientes, em solução nutritiva, colhidas aos 90 DAP.....67

Tabela 3. Teor de N, P, K, Ca, Mg, S (g Kg⁻¹), nas folhas 1, 2, 3 do primeiro perfilho de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, submetida às deficiências minerais de macronutrientes, em solução nutritiva, colhidas no período de floração.....68

Manuscrito II

Tabela 1: Características da primeira haste floral de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, cultivadas em solução completa e com omissão de N, P, K, Ca, Mg ou S.87

Figura 1: *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch fertilizada com solução nutritiva completa (A e B) e cultivada em solução nutritiva com omissão de N (C e D) aos 260 dias DAP.....88

Figura 2: Porcentagem de florescimento, dos quatro primeiros perfilhos emitidos, de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, cultivadas em solução completa, ausência de macronutrientes (água) e com omissão de N, P, K, Ca, Mg e S aos 260 dias DAP88

Deficiências de Macronutrientes em helicônia 'Golden Torch'

Resumo

Com o objetivo de descrever os sintomas de deficiências nutricionais, avaliar o efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, características da primeira haste floral e longevidade pós-colheita de *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* cultivar Golden Torch foram conduzidos experimentos em casa de vegetação, mediante técnica do elemento faltante. Os sintomas de deficiência surgiram na seguinte ordem de ocorrência: N, K, P, Mg e S. Os sintomas foram: clorose generalizada em – N; clorose em – P e em – S; folhas verde-escuras e necrose em – K e; clorose ao longo dos bordos com necrose em – Mg. A omissão de Ca não acarretou sintomas visíveis. As omissões dos macronutrientes reduziram o crescimento, perfilhamento e produção de massa seca nas folhas e parte subterrânea das plantas quando comparadas as do tratamento completo. A omissão de cada macronutriente na solução nutritiva ocasionou a redução do seu respectivo teor na planta. Entre as folhas avaliadas, houve tendência à redução destes teores de forma mais acentuada na 3ª folha. Com base nos teores em kg^{-1} dos macronutrientes na 3ª folha do primeiro perfilho emitido, encontraram-se os seguintes valores nos tratamentos completo e com omissão, respectivamente: N = 16,28 e 7,87; P = 1,49 e 0,68; K = 32,68 e 3,26; Ca = 8,76 e 3,38; Mg = 1,75 e 0,70; S = 6,00 e 1,82, na fase vegetativa e N = 24,40 e 5,32; P = 1,32 e 0,46; K = 12,88 e 3,50; Ca = 4,58 e 0,97; Mg = 0,98 e 0,62; S = 4,44 e 1,00, na floração. A omissão de N, P e K reduziram o comprimento e o diâmetro da haste, bem como, o comprimento e longevidade pós-colheita da inflorescência características importantes para comercialização. As inflorescências produzidas no tratamento com omissão de N apresentaram coloração laranja pálido e deformação nas hastes florais. As deficiências de macronutrientes diminuíram, ainda, a produção de hastes florais. Foi observada uma maior durabilidade pós-colheita em Hastes florais com maior massa seca e diâmetro. O teor de carboidrato na parte subterrânea teve correlação positiva com a massa seca encontrada na haste floral.

Heliconia ‘Golden Torch’ macronutrients deficiency

Abstract

In order to describe *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* ‘Golden Torch’ nutritional deficiency symptoms, evaluate macronutrients omission effects on growth, first flower stem characteristics and longevity, greenhouse experiments were conducted under the lacking element technique. The lacking macronutrients treatment reduced growth, shoot tillering and dry weight production compared to the complete nutrient solution treatment. Nutrient symptoms occurred as follows: N, K, P, Mg and S. Deficiency symptoms were general chlorosis at – N treatment; slight chlorosis at – P and – S; dark green leaves and necrosis at – K; border chlorosis and necrosis at – Mg. The lack of Ca did not show any visual symptoms. The omission of each macronutrient in the nutritive solution reduced its respective concentration in the plant. Among the evaluated leaves, the concentration tended to a greater reduction in the third leaf. Based on the third leaf macronutrients contents on g kg^{-1} at the first emitted shoot, the following values were found for complete solution treatment and lacking nutrients treatments, respectively: N = 16,28 e 7,87; P = 1,49 e 0,68; K = 32,68 e 3,26; Ca = 8,76 e 3,38; Mg = 1,75 e 0,70; S = 6,00 e 1,82, at 90 days e N = 24,40 e 5,32; P = 1,32 e 0,46; K = 12,88 e 3,50; Ca = 4,58 e 0,97; Mg = 0,98 e 0,62; S = 4,44 e 1,00, at blooming period. The *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* ‘Golden Torch’ inflorescence produced under N omission showed a pale orange color and floral stem deformation. N, P and K omission affected stem length, stem diameter, inflorescence length and postharvest longevity, which are considered to be important market characteristics. Macronutrients deficiency reduced floral stem production. Greater postharvest longevity is to be found at higher floral stem dry matter. Carbohydrate ratio in underground parts has positive correlation with floral stem dry matter.

1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Heliconia*, família Heliconiaceae, são plantas da América Tropical (BERRY & KRESS, 1991). Apresentam perspectivas promissoras como flores de corte por possuírem características fundamentais à comercialização como beleza, resistência ao transporte e durabilidade após a colheita (CASTRO, 1993).

Entre os problemas relevantes ao melhor desempenho da cadeia produtiva destas flores figuram a restrita pesquisa tecnológica e a inexistência de um sistema de informações sobre aspectos de produção, comercialização e normas de padrões de qualidade para estes produtos. A ausência destas informações leva muitas vezes ao emprego de técnicas adaptadas do cultivo de bananeiras, prática que nem sempre é adequada (IBIAPABA et al., 2000), haja vista a especificidade de requerimentos nutricionais exigidos por cada espécie e cultivar em particular.

A qualidade das flores de corte, quanto aos aspectos de durabilidade, coloração, tamanho e turgidez, está relacionada com o processo de produção e cultivo até a comercialização (LOGES et al., 2005). Entre as práticas de cultivo, a nutrição mineral das plantas apresenta importância fundamental, desempenhando aumento da produtividade e qualidade dos produtos.

O equilíbrio dos nutrientes é um dos fatores de maior relevância nas características pós-colheita, na resistência ao transporte e no armazenamento dos produtos hortícolas, pois estes elementos regulam os processos fisiológicos e bioquímicos dos tecidos vegetais que contribuirão para o aparecimento de defeitos nos produtos pós-colheita (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

É importante salientar que os efeitos das deficiências nutricionais na produção e pós-colheita das flores cortadas de helicônia influenciam, de forma negativa, a comercialização deste produto, sobretudo no tocante à exportação (CASTRO, 1993). Em vista disso, torna-se necessário o reconhecimento e registro dos sintomas da omissão de macronutrientes em helicônias e observação do seu efeito sobre o crescimento, produção e qualidade pós-colheita das flores, objetivo deste trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica da floricultura

O valor acumulado das exportações de produtos da floricultura brasileira, de janeiro a setembro de 2006, atingiu US\$ 24,2 milhões, um crescimento de 16,1% em relação ao mesmo período de 2005 (de US\$ 20,9 milhões), segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (KYIUNA et al., 2006). Além disso, o agronegócio de flores e plantas ornamentais no Brasil promove geração de empregos e pode ser praticado em áreas de agricultura familiar. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), existem 2.500 produtores de flores no Brasil, gerando em torno de 300.000 empregos diretos e indiretos. Tal fato mostra a importância da floricultura na redução da evasão agrária e na melhoria da qualidade de vida do trabalhador rural (STRINGUETA et al., 2003).

Desde 2001, o programa brasileiro “Florabrazilis” de incentivo à floricultura, em convênio com a Apex Brasil (Agência de Promoção de Exportações e Investimento), coordena o estudo intitulado “Plano estratégico de exportação de flores e plantas ornamentais do Brasil”, com o objetivo de orientar e dirigir a potencialidade específica dos diferentes pólos de floricultura, visando aproveitar as oportunidades comerciais que existem no mercado internacional, valendo-se das vantagens comparativas de cada região. A meta para 2007 é que a participação brasileira passe de apenas 0,2% para 1,2% do mercado mundial de ornamentais, o qual é estimado em, aproximadamente, US\$ 49 bilhões (NAMESNY, 2005).

Flores e folhagens tropicais têm uma excelente aceitação nos Estados Unidos e países da Europa: Holanda, Portugal, Espanha, França, Alemanha e Itália. O aumento da oferta, centrada em algumas variedades, além do estabelecimento de uma logística de exportação, têm possibilitado, que esses materiais, produzidos no nordeste do Brasil, cheguem ao consumidor espanhol em 16 horas e, em 24 horas, ao consumidor do centro europeu (NAMESNY, 2005).

Em países desenvolvidos, as flores são artigos corriqueiros nas compras, com um consumo per capita de US\$ 137 ao ano na Alemanha, US\$ 36 nos EUA (SEBRAE, 2005). A maioria desses países apresenta limitações para o cultivo de flores tropicais devido às condições climáticas ou exigüidade do território. O consumo per capita de flores, no Brasil, gira em torno de US\$ 4,7 por ano (SEBRAE, 2005), sendo 50% gasto em flores de corte, 40% em plantas envasadas e 10% de forrações (KRAS, 2006).

Os produtos da floricultura brasileira tiveram como destino 33 países até setembro de 2006, dos quais dois parceiros comerciais de peso absorveram 76,4% do valor comercializado. A Holanda continua como principal parceiro comercial da floricultura brasileira, com US\$ 12,8 milhões (52,8% do total) e os Estados Unidos em segundo lugar, com US\$ 5,7 milhões (participação de 23,6%), seguidos pela Itália (7,0%), Japão (4,1%) e Bélgica (2,9%) (KYIUNA et al., 2006).

No Brasil, o cultivo de flores tropicais é feito, principalmente, nos estados do Nordeste – Pernambuco, Alagoas, Ceará, Bahia e Sergipe, na região Norte, nos estados do Pará e Amazonas, no Distrito Federal, além do Rio de Janeiro e São Paulo, no Sudeste (JUNQUEIRA & PEETZ, 2005).

Pernambuco constitui uma das principais áreas com potencial de exportação de flores e plantas tropicais do Brasil. Contribuem para isso as características geográficas e o clima tropical, além do apoio de diversas entidades públicas e privadas, com destaque para o SEBRAE-PE. As exportações estão, atualmente, concentradas apenas em flores frescas, refletindo a notável especialização do Estado no cultivo e comércio das flores tropicais para corte, destacando-se as helicônias. Os principais destinos desse produto são Portugal, Espanha, Itália e França (SEBRAE, 2005). Pernambuco explora ainda a produção de diversas outras flores e plantas ornamentais, utilizando, para tanto, os microclimas existentes nas diferentes regiões fitogeográficas.

Os produtores pernambucanos são fortemente motivados para a atividade exportadora, porém precisam melhorar a qualidade dos produtos, os

processos de produção e a logística. Têm sido feitos inúmeros investimentos visando à capacitação de produtores e empresários e a implantação de novas tecnologias de produção. A floricultura tropical no Estado é hoje representada por cerca de 90 produtores que cultivam 150 ha (SEBRAE, 2005).

2.2. Origem e distribuição das helicônias

As helicônias são encontradas nas Américas Central e do Sul desde o nível do mar até 2.000 metros de altitude, e nas ilhas do Pacífico Sul, até 500 metros de altitude. Ocorrem, predominantemente, em regiões úmidas, porém, há espécies adaptadas a áreas de secas periódicas. São encontradas a pleno sol ou em áreas sombreadas de florestas primárias (CRILEY & BROSCAT, 1992).

Algumas espécies são encontradas em florestas montanhosas, no entanto as mais exuberantes encontram-se em terras baixas tropicais, especialmente as espécies colonizadoras de crescimento contínuo, ao longo de estradas, beira de rios e em clareiras de florestas úmidas, matas ciliares e matas de galeria. Em habitats de campo aberto, caracterizado por alta irradiação solar, as helicônias, em geral, podem exceder seis metros de altura e formam densos agrupamentos com 50 perfilhos ou mais (RUNDEL et al., 1998).

Até recentemente as helicônias, apesar de sua notável aparência, não haviam sido adequadamente descritas ou estudadas. À partir de 1985, com a criação de Heliconia Society Internacional, muitas informações técnicas de cultivo e conhecimento geral, foram geradas e trocadas entre horticulturistas, botânicos e entusiastas (BERRY & KRESS, 1991).

Como resultado do cultivo comercial e sua popularização como flor de corte e uso no paisagismo, as helicônias são hoje encontradas em todas as regiões tropicais do mundo, mesmo em áreas onde não são nativas, como Hawai e nas Ilhas Fidji, onde se adaptaram tão bem que são encontradas naturalmente (BERRY & KRESS, 1991).

Por ser uma cultura de exploração comercial recente no Brasil carece de informações sobre o cultivo de espécies e cultivares já exploradas, bem como das que poderão vir a serem introduzidas.

2.3. Aspectos botânicos

O gênero *Heliconia*, anteriormente incluído na família Musaceae, hoje forma uma família própria, Heliconiaceae, com apenas este gênero com cerca de 250 espécies (BERRY & KRESS, 1991; CASTRO, 1995b, SIMÃO & SCATENA, 2003).

Existem dois grupos distintos de helicônias. As espécies originárias das ilhas do Pacífico Sul pertencentes ao subgênero *Heliconiopsis*, composto de seis espécies, e espécies americanas encontradas desde a parte norte do México central até o noroeste da Argentina. Pertencem aos subgêneros *Taeniostrobis*, *Stenochlamys* e *Heliconia* (ABALO, 1999), que apresenta o maior número de espécies distribuídas no Brasil.

No banco de dados 'Trópicos' do Missouri Botanical Garden, das 300 espécies registradas, muitas devem ser sinônimas, sem considerar as numerosas variedades, formas e cultivares existentes. Os fatos que colaboram para isso são: o recente início do estudo deste grupo de plantas; a ampla distribuição do gênero, acarretando a coleta em diferentes locais e por diversos taxonomistas; a dificuldade de herborização do material e a descrição incompleta dos materiais coletados (CASTRO & GRAZIANO, 1997). Sugere-se que seu porte volumoso tenha sido uma das razões que dificultaram a coleta e preservação de muitas espécies.

No Brasil, segundo Castro (1995a) e Castro & Graziano (1997), as helicônias são conhecidas com os nomes regionais de bananeira-de-jardim, bananeirinha-de-jardim, bico-de-guaraná, falsa-ave-do-paraíso e paquevira. Ocorrem cerca de 40 espécies naturalmente no país. Dentre essas, as espécies *H. acuminata* L. Richards, *H. angusta* Vell, *H. auriculata* Barr, *H. aurea* L., *H.*

bihai L., *H. chartacea* Lom., *H. hirsuta* L., *H. latispatha* Benth, *H. marginata* (Grigs) Pittier, *H. pendula* Wawra, *H. psittacorum* L., *H. rostrata* Ruiz & Pavan, *H. stricta* Huber e *H. velloziana* L. são as mais utilizadas como flor de corte ou no paisagismo (CASTRO & GRAZIANO, 1997). Porém, atualmente inúmeras outras espécies e híbridos naturais, nativos e exóticos estão em cultivo.

2.4. Características morfofisiológicas e fenológicas

As helicônias são plantas herbáceas, variando de 0,5 m a 6,0 m de altura, quando medidas do solo até o ponto mais alto das folhas (CRILEY & BROSCHEAT, 1992). Apresentam extensivo crescimento rizomatoso, com variável capacidade de colonização vegetativa, podendo ter colonização agrupada ou adensada, ou seja, com emissão de perfilhos muito afastados entre si ou muito próximos, respectivamente (COSTA, 2005). Cada perfilho apresenta um número variável de folhas, sempre com uma inflorescência terminal (CATLEY & BROOKING, 1996).

As folhas das helicônias, geralmente verdes, possuem pecíolo e limbo que podem apresentar cerosidade na face abaxial. Segundo Berry & Kress (1991) as helicônias são classificadas, quanto à disposição das folhas na planta, como: musóides (folhas verticais em relação ao pseudocaule, pecíolos longos, ocorrendo na maioria das espécies); zingiberóides (folhas dispostas horizontalmente, pecíolos curtos) e canóides (pecíolo curto ou de médio comprimento, com posição oblíqua à haste).

A inflorescência é terminal, ereta ou pendente (Figura 1), constituída de brácteas arranjadas disticamente ou em espiral. Cada bráctea contém um cincino com muitas flores (cimeira unípara, no qual os eixos perpendiculares ao eixo principal são dispostos num mesmo plano, alternadamente). As brácteas, estruturas da planta que lhe dão valor comercial, são folhas modificadas com coloração, tamanho, formato, disposição, textura, número e outros detalhes que variam muito, sendo estas características utilizadas na classificação. As brácteas se unem por meio da ráquis e podem estar dispostas em um plano ou

em mais de um, devido à torção da ráquis, ficando com forma espiralada (BERRY & KRESS, 1991).

As helicônias apresentam idioblastos, nas brácteas, contendo ráfides de oxalato de cálcio que são encontrados nos parênquimas paliçádico e esponjoso das lâminas foliares, nas células braciformes dos canais de ar das bainhas e dos pecíolos, e na região cortical de rizomas e raízes. Tais idioblastos podem estar relacionados aos mecanismos de defesa da planta contra herbívoros. Esses idioblastos também são observados nos botões florais, flores e frutos de espécies de *Heliconia* (SIMÃO & SCATENA, 2003; SIMÃO & SCATENA, 2004).

As flores de helicônias são hermafroditas, com cores variando de amarelo a branco (BERRY & KRESS, 1991). O perianto é composto de três sépalas externas e três pétalas internas, as quais apresentam diferentes graus de fusão, formando um tubo aberto de comprimento variado, dependendo da espécie. As flores apresentam seis estames, cinco férteis e um modificado em estaminóide estéril (CRILEY, 1995). O tamanho, forma e inserção dos estames são características utilizadas para identificação das espécies. As anteras ficam localizadas acima ou no nível final do perianto. O pólen fica maduro durante o dia, na maioria das espécies. O estilete acompanha a curvatura do perianto e o ovário é ínfero, trilocular, com placentação basal, com um óvulo por lóculo (SIMÃO et al., 2006).

Segundo Criley & Broschat (1992), o formato das flores pode ser curvo, parabólico ou sigmoidal, com nectário na base. Essas flores podem ficar eretas e expostas, tipo cimbiforme, como no caso das *H. psittacorum*, ou escondidas, tipo lanceolado-conduplicadas, com apenas a extremidade do perianto acima do nível da margem das brácteas em helicônias maiores. A disposição das flores é um dos caracteres mais importantes na separação dos quatro subgêneros da família Heliconiaceae (SIMÃO & SCATENA, 2004).

Para caracterização das estruturas das inflorescências de helicônias, o comprimento não deve incluir o pedúnculo. O tamanho da ráquis é tomado da parte inferior da bráctea mais alta até a parte superior da bráctea mais baixa. A

posição da bráctea em relação à inflorescência é o ângulo formado entre uma linha tomada na ponta da bráctea até a inflorescência e uma linha paralela à ráquis (CRILEY & BROCHAT, 1992).

Os frutos de helicônia são drupas, indeiscentes com endocarpo lignificado e coloração azul escura quando maduro (SIMÃO & SCATENA, 2003, SIMÃO et al., 2006), medem de 2 a 3 cm e são muito apreciados por pássaros (BERRY & KRESS, 1991).

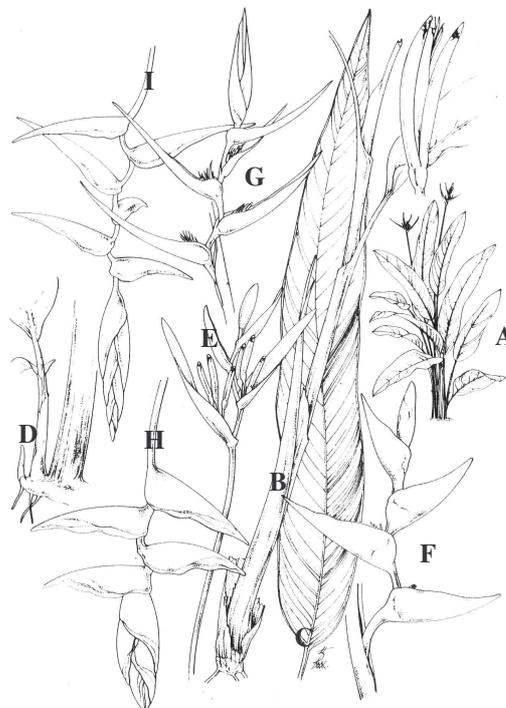


Figura 1.a. *Heliconia psittacorum*. Aspecto geral; b. *Heliconia*. Pseudocaule; c. *Heliconia*. Folha; d. *Heliconia*. Perfilho; e. *Heliconia*. Inflorescência ereta, um plano, pequena; f. *Heliconia*. Inflorescência ereta, um plano, grande; g. *Heliconia*. Inflorescência ereta, mais de um plano; h. *Heliconia*. Inflorescência pendente, em um plano; i. *Heliconia*. Inflorescência pendente, mais de um plano.

2.5. Propagação

As helicônias podem ser propagadas por rizomas ou por sementes. A propagação por sementes é inviabilizada, em locais que faltam os polinizadores específicos (MONTGOMERY, 1986) e inadequada, quando se deseja manter as características fenotípicas. Por esses fatores, além da lenta e reduzida germinação das sementes (CRILEY, 1988), o método de propagação vegetativa, por rizomas, é o mais freqüentemente adotado.

Os rizomas são caules especializados que crescem horizontalmente, logo abaixo da superfície, do solo. As plantas, com caule rizomatoso são denominadas geófitas. Além de serem utilizados como forma de propagação, a função dos rizomas é servir como fonte de reservas de nutrientes e água, o que torna as plantas que possuem estes órgãos subterrâneos mais resistentes às condições adversas. Plantas de crescimento rápido, como as helicônias, têm nos rizomas, grande reserva de carboidratos e alocam grande porcentagem de biomassa da parte subterrânea para as folhas (RUNDEL et al., 1998).

O crescimento das helicônias é simpodial e bastante vigoroso e freqüentemente formam uma grande população monoclonal (CRILEY & BROSCHEAT, 1992). Dentro de uma mesma espécie pode ocorrer grande variação quanto ao porte, dependendo da variedade, cultivar ou forma de condução (BERRY & KRESS, 1991).

Quanto aos procedimentos antes do plantio, CRILEY (1995) recomenda a escolha de segmentos de rizoma bem desenvolvidos, com pseudocaulos de 15 a 30 cm e remoção de todas as raízes velhas e folhas, deixando a unidade propagativa limpa.

2.6. Manejo e adubação

Existe uma série de dúvidas quanto ao manejo de helicônias para as condições do Nordeste brasileiro. A carência de informações sobre as exigências de luminosidade, espaçamento de plantio, desbaste, adubação, cobertura morta, ponto de colheita e produtividade, muitas vezes, levam os

produtores a usarem técnicas adaptadas do cultivo de bananeiras. Porém esta prática nem sempre é a mais adequada (IBIAPABA et al., 2000).

Entre as práticas do manejo, recomenda-se a remoção das folhas velhas e doentes das plantas que já floresceram e caules secos, para favorecer o desenvolvimento da touceira e melhorar a aeração no seu interior. Quando o agrupamento de plantas começa a comprometer a produtividade, pode ser feita a divisão das touceiras para a renovação do plantio e obtenção de mudas (COSTA, 2005).

O espaçamento para o cultivo de helicônias dependerá da espécie e, ou, cultivar utilizada. Quando se cultivam espécies produtoras de inflorescências leves e eretas, três plantas por metro linear é a densidade de plantio mais recomendada, em espaçamento de 30 cm entre plantas. O plantio é efetuado no centro de canteiros com largura de 0,9 m. Canteiros mais estreitos levam a um uso ineficiente do espaço e, mais largos, não só dificultam a colheita das inflorescências como concorrem para o desenvolvimento de plantas estioladas nas linhas centrais, devido a dificuldade na entrada de luz através da folhagem. Entre canteiros recomenda-se espaçamento entre 1,0 a 1,5 m (DONSELMAN & BROCHAT, 1986; FERNANDES, 2000).

É recomendável o desbaste das touceiras de helicônias após o segundo ano do plantio, pois o raleamento da touceira permite uma maior entrada de luz, que resulta no aumento da produção de perfilhos e futuras hastes florais (DONSELMAN & BROCHAT, 1986; FERNANDES, 2000).

Existe uma grande variação no manejo das helicônias, principalmente no que se refere à adubação mineral. Há registros de cultivos comerciais usando relações de NPK nas proporções 1:1:1, 1:2:2, 3:1:2, 3:1:5 e 2:1:1 (BALL, 1986; CRILEY, 1990; CRILEY & BROCHAT, 1992; CLEMENS & MORTON, 1999).

Semelhante a outras culturas floríferas, as helicônias em cultivo, geralmente, requerem grandes quantidades de macroelementos, particularmente nitrogênio (CRILEY & BROCHAT, 1992). No nordeste do Brasil, inicialmente era recomendado que, a cada quatro meses, fosse efetuada adubação com esterco de curral bem curtido (15Kg por cova) e com NPK 10-10-10 (400g/m²), 4 a 5 vezes por ano, aplicada em superfície (LAMAS, 1998).

Ultimamente, vem sendo recomendada a adubação com NPK 14:28:14, 150 g/cova, com replicações trimestrais de 15:5:15 + micronutrientes, 200 a 300 g/planta (LAMAS, 2002).

As aparentes inconsistências da literatura sobre a adubação podem ser conseqüências de diferenças na fertilidade dos variados tipos de solo e das diferentes taxas requeridas para o crescimento vegetativo e para o desenvolvimento floral.

Outro aspecto que afeta o crescimento e o florescimento é a taxa de intensidade luminosa. Sob um sobreamento de 63%, por exemplo, a luz torna-se um fator limitante para o cultivo comercial, mesmo que a fertilização seja aumentada, não ocorrerá aumento de produção de inflorescências (DONSELMAN & BROCHAT, 1986).

2.7. Helicônia como flor de corte e pós-colheita

As helicônias têm perspectivas promissoras como flores de corte por apresentar características fundamentais para esta categoria de produto, como beleza, resistência ao transporte e durabilidade após a colheita (CASTRO, 1993). Além disso, a grande aceitação no mercado externo deve-se à aparência exótica das inflorescências, à grande variação de cores e formas, ao apelo ecológico e à correlação com países tropicais.

Entre as helicônias mais cultivadas no Brasil destaca-se a *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, híbrido natural de pequeno porte apresentando inflorescência terminal, ereta e de hábito de crescimento musóide. É cultivada a pleno sol, floresce o ano inteiro e sua inflorescência possui de 4 a 8 brácteas de cor amarelo alaranjado. A bráctea basal apresenta porção esverdeada, a ráquis e as sépalas também são alaranjadas.

Na horticultura, em geral, são registradas perdas de até 50% nas fases de pré-colheita, colheita e pós-colheita, as quais acarretam elevados prejuízos aos produtores. A manutenção da qualidade do produto mediante um manuseio

cuidadoso e aplicação de tecnologias adequadas na cadeia de comercialização, depende do conhecimento da estrutura, da fisiologia e das transformações metabólicas que ocorrem no ciclo vital da planta (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Para que a qualidade de flores tropicais seja a melhor possível, devem ser realizados, inicialmente, estudos fisiológicos básicos e de pós-colheita, específicos para cada cultivar.

Quanto à forma, as inflorescências de helicônias podem ser subdivididas em quatro grupos: eretas em um mesmo plano, esse grupo está subdividido em grupo 1A, com espécies de pequeno porte e grupo 1B, com espécies de grande porte; eretas em planos diferentes (Grupo 2); pendentes em um mesmo plano (Grupo 3); pendentes em planos diferentes (Grupo 4) (CASTRO, 1995b).

As brácteas das helicônias com inflorescências eretas dos Grupos 1B e 2 acumulam fluidos, muitas vezes com odor desagradável, tornando-se um fator limitante para a sua comercialização, se não forem adotados procedimentos de pós-colheita adequados como a lavagem e remoção das flores. Exigem maior cuidado na hora da lavagem para remoção dos resíduos. Este aspecto pode influenciar na qualidade pós-colheita do produto.

Bronstein (1986) observou em brácteas de *H. imbricata*, que estes fluídos são secretados pela própria planta. A produção de fluidos nas brácteas pode ser um indicativo da capacidade de absorção das raízes e transporte de água pelo pseudocaule, influenciando na turgidez das inflorescências. No entanto, Simão & Scatena (2004) constataram que não existe estrutura secretora especializada nas brácteas e nem no eixo da inflorescência de algumas espécies e que os fluidos acumulados devem ser provenientes de água de chuva e de néctar floral.

As inflorescências de pequeno porte (Grupo 1A) pesam menos que as de grande porte dos Grupos 1B, 2, 3 e 4. As inflorescências em um mesmo plano (Grupos 1 e 3) são mais fáceis de embalar do que em planos diferentes (Grupos 2 e 4).

A colheita das helicônias deve ser feita em horários de menor intensidade de calor, para evitar-se a desidratação, e recomenda-se que logo após a

colheita, as inflorescências sejam colocadas em recipientes com água, em local protegido do sol (MOSCA & CAVALCANTI, 2005). As flores cortadas nas primeiras horas da manhã apresentam maior período de vaso (DONSELMAN & BROCHAT, 1986). Hastes de *H. psittacorum* cultivar Andrômeda colhidas às 8:00 horas, apresentaram um tempo médio de vida de pós-colheita de 23 dias, enquanto que as hastes colhidas às 13:00, duraram apenas 16 dias.

Ainda quanto ao horário mais adequado para o corte, Nowak & Rudnicki (1990) afirmaram que isto depende da espécie, recomendando a colheita de hastes florais pela manhã, porque os tecidos apresentam maior turgidez, as temperaturas são mais amenas e a intensidade luminosa menor, embora, durante à tarde as hastes apresentem maior nível de carboidratos armazenados.

Após o corte, normalmente, não ocorre abertura adicional das brácteas (TJIA, 1985; BROCHAT, 1985; DONSELMAN & BROCHAT, 1986), entretanto, nota-se que a abertura adicional, de brácteas, de inflorescências, de várias espécies de helicônias, colhidas no estágio de uma a duas brácteas basais expandidas, pode ocorrer, se estas forem mantidas em solução conservante à base de sacarose, ácido cítrico e 8-Hidroxiquinolina (CASTRO, 1993).

Hastes *H. psittacorum* colhidas com uma a duas brácteas abertas, ou antes, apresentaram sete dias de período de vaso (TJIA, 1985). Por outro lado, Broschat (1985), mantendo estas helicônias em água deionizada, obteve períodos de 14 dias.

Durante a colheita de helicônias, em geral, sugere-se que, seja realizada pré-seleção, observando-se o tamanho da haste floral e a sua qualidade (defeitos e ponto de colheita). As hastes devem ser cortadas rentes ao solo, quando as inflorescências apresentarem de duas a cinco brácteas abertas. (MOSCA & CAVALCANTI, 2005).

Logo que é separada da planta mãe, a flor de corte não recebe mais nutriente, depende inteiramente de suas reservas de carboidratos. A demanda energética é grande neste período (PAULIN, 1986; HALABA & RUDNICKI, 1986; MARISSSEN, 2001; DRUEGE, 2001).

Em algumas flores de corte é possível que a reserva de carboidratos contida na haste, possa ser utilizada pela flor. Essa reserva estende o potencial de longevidade das flores (KAYS, 1991). Para algumas espécies, os carboidratos presentes na flor sugerem um aumento da durabilidade pós-colheita desta, entretanto em outras espécies, não é suficiente para suprir o metabolismo da haste floral após o corte, podendo os carboidratos serem translocados das folhas para a flor (MARISSSEN, 2001).

Uma flor mal produzida sempre terá sua vida pós-colheita comprometida, porém uma fertilização adequada, no período de produção pode garantir um suprimento de energia necessário à manutenção da atividade metabólica da flor cortada.

Criley & Broschat (1992) afirmaram que o reduzido período de pós-colheita de algumas helicônias é o principal fator limitante para seu uso como flor de corte. Aspectos como pré-colheita, métodos de hidratação, redução da perda de coloração e aumento do período pós-colheita devem ser pesquisados. As novas espécies introduzidas também devem ser avaliadas quanto às características de pós-colheita.

Com a adequação e o aprimoramento das técnicas de colheita e pós-colheita, o produtor obterá inflorescências de melhor qualidade podendo, assim, disponibiliza-las com período maior de conservação e qualidade superior, valorizando o seu produto na comercialização e aumentando os rendimentos da propriedade rural.

2.8. Nutrição mineral de plantas

A absorção de nutrientes é realizada pela planta para suprir as necessidades de seu metabolismo, que compreende os processos pelos quais estes nutrientes serão utilizados para seu crescimento e manutenção (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

De acordo com Mengel et al. (2001) um elemento é dito essencial se na sua ausência a planta tiver seu ciclo vital impedido, se for constituinte ou metabólito essencial para a planta ou se não puder ser substituído por outro

elemento.

Os nutrientes podem ainda ser classificados como macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), exigidos em maior quantidade ou micronutrientes (B, Cl, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se e Zn) se exigidos em quantidades menores. Os macros e micronutrientes exercem funções específicas na planta, embora em uma ou outra função possa haver algum tipo de substituição entre estes nutrientes. Com exceção do C, H e O, os vegetais adquirem seus nutrientes na forma de íons inorgânicos (FANTI & PERES, 2003), e normalmente são absorvidos diretamente da solução do solo.

2.8.1. Nutrição e crescimento

O crescimento das plantas depende de variáveis do ambiente como temperatura, intensidade de luz, disponibilidade de água e nutrientes essenciais. Um dos mecanismos de ajuste ao desbalanço de nutricional, por exemplo, é a alocação de biomassa para órgãos que estão envolvidos na aquisição de nutrientes (HERMANS et al., 2006).

A nutrição mineral influencia as trocas gasosas por meio dos efeitos sobre a morfogênese, isto é, crescimento, tamanho e estrutura das folhas, dos ramos e, sobretudo, o tempo de duração da folha. Os elementos minerais são componentes integrantes de enzimas, pigmentos e ativadores diretos do processo fotossintético (LARCHER, 2000).

O crescimento vegetal pode ser estudado através de medidas de diferentes tipos: lineares, superficiais, peso e número de unidades estruturais. As medidas superficiais estão relacionadas à determinação da superfície fotossinteticamente ativa. As folhas constituem os principais órgãos vegetais responsáveis pela fotossíntese, podendo a determinação da superfície de lâminas foliares ser estimada por meios diretos e indiretos (BENICASA, 1988).

A área foliar pode ser usada como medida de crescimento para avaliar a resposta da planta a fatores ambientais e a técnicas culturais (PINTO et al., 2005). O número de perfilhos emitidos por touceira pode ser usado para avaliar o desenvolvimento da planta, visto que está diretamente relacionado com a

produção de hastes florais. A redução no número de perfilhos também está relacionada com a competição entre as plantas (CRILEY et al., 2001).

2.8.2. Avaliação do estado nutricional

Os estresses abióticos e, dentre estes, os estresses nutricionais, estão relacionados com o desencadeamento de grande variedade de respostas nas plantas (CAMBRAIA, 2005).

Em muitas plantas, a deficiência nutricional, além de reduzir o acúmulo de fotoassimilados, pela diminuição do número de folhas e da área foliar, afeta também o desenvolvimento e a durabilidade de flores e frutos. A caracterização do desenvolvimento das folhas e dos sintomas de deficiência pode auxiliar na diagnose de desordens nutricionais e na diferenciação de danos causados por patógenos, danos químicos ou outros tipos de estresse (YEH et al., 2000).

Diagnosticar o estado nutricional das plantas é conhecer e avaliar as suas condições sob o aspecto da nutrição mineral. O manejo preciso da adubação beneficia o meio ambiente, por diminuir os níveis de acidificação do solo, eutroficação das águas, poluição do lençol freático e salinização de áreas. Os produtores e consumidores se beneficiam com maior produtividade e qualidade (FONTES, 2001).

O estado nutricional da planta pode ser determinado utilizando-se procedimentos diretos e indiretos. Os procedimentos indiretos estimam a concentração de um nutriente por meio de uma característica cujos valores possam ser correlacionados com as concentrações do nutriente na planta. Os procedimentos diretos são aqueles em que a concentração aparente (análise visual) e/ ou real (análise da massa seca) é determinada. A análise da massa seca da folha através de procedimentos químicos é denominada análise foliar (FONTES, 2001).

A avaliação do estado nutricional, por meio de diagnose visual, consiste em comparar o aspecto da amostra em questão com uma amostra padrão (MIYAZAWA et al., 1999). Se houver falta ou excesso de determinado elemento isto será refletido no aspecto anormal e visível da planta em relação a uma

planta típica (EPSTEIN & BLOOM, 2006). É importante salientar que, mesmo antes de apresentar sintomas visíveis de deficiência, a planta pode estar com carência, que pode gerar comprometimento no desenvolvimento e na produção, denominada fome oculta (MALAVOLTA, 2006).

O custo reduzido e a rapidez do diagnóstico são vantagens do método visual. Além disso, pode ser realizado no campo, não necessitando de equipamentos sofisticados. Entretanto, sintomas visuais de toxidez e deficiência observados no campo são difíceis de serem interpretados devido a interferências e interações diversas. Na maioria das vezes só é possível diagnosticar sintomas que ocorrem de forma aguda, quando já houve comprometimento do plantio (FONTES, 2001).

A análise foliar envolve secagem da amostra em estufa de ventilação forçada, seguida de mineralização com ácido forte e altas temperaturas para posterior dosagem do nutriente. É uma importante ferramenta no processo de avaliação do estado nutricional da planta e pode ser realizada com muitos objetivos: confirmar a diagnose visual de sintomas de deficiência ou toxidez; identificar “fome oculta”; verificar se o nutriente aplicado ao solo foi absorvido pela planta; caracterizar a concentração dos nutrientes nas plantas ao longo dos anos, entre outros (MALAVOLTA et al., 1997).

A observação de teores nas plantas muitas vezes é realizada em folhas totalmente expandidas e jovens, uma vez que nestas ocorre alta atividade metabólica, superior à de folhas mais velhas (RODRIGUES, 2003), sendo, portanto, indicadora ideal do estado nutricional em várias culturas. Boaretto et al. (1999), Fontes (2001) e Malavolta, (2006) apresentam muitos exemplos de seleção das folhas, como tecido escolhido, para amostragem em trabalhos de nutrição. Malavolta (2006), entretanto, ressaltou que, se é a folha o tecido que melhor reflete o estado nutricional da planta, não é qualquer folha, que se presta para este propósito. Como regra, deve-se escolher para análise uma folha recém madura numa determinada época da vida da planta.

Embora, de um modo geral, as deficiências se expressem da mesma forma em várias plantas, o sintoma de carência de um determinado nutriente

pode diferir muito de uma espécie para outra. Por isso torna-se necessário um estudo prévio a respeito da cultura (BORGES et al., 1997).

Antes do diagnóstico de deficiência ou de toxidez de nutrientes nas plantas, é necessário excluir possíveis manifestações de fatores bióticos e abióticos que estejam induzindo padrões de danos similares e ou, confundindo com sintomas típicos de deficiência ou toxidez. Dentre os principais fatores, podem ser citados: falta ou excesso de água, temperatura baixa, vento, incidência de pragas e doenças, compactação do solo, danos mecânicos, solos mal preparados e toxidez de herbicidas (BORGES et al., 1997; FONTES, 2001).

A localização dos sintomas de carência nas folhas, novas ou velhas depende da mobilidade do nutriente na planta, que pode ser alta, intermediária ou baixa. Os sintomas de deficiências aparecem primeiro nas folhas velhas se os elementos forem de alta mobilidade, e nas folhas novas, se os elementos forem de baixa mobilidade. Caso o elemento seja intermediário, a manifestação dos sintomas poderá ocorrer nas folhas novas ou velhas, dependendo de fatores como grau de deficiência, taxa de crescimento da planta e espécie (FONTES, 2001). São considerados elementos de alta mobilidade: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), cloro (Cl), sódio (Na) e enxofre (S); intermediária: zinco (Zn), cobre (Cu), molibdênio (Mo), ferro (Fe) e boro (B) baixa: cálcio (Ca) e manganês (Mn) (MARSCHNER, 1995).

2.8.3. Deficiência nutricional de macronutrientes

Sintomas de deficiência nutricional em plantas são a expressão de distúrbios metabólicos resultantes do suprimento insuficiente de um elemento. Estas alterações estão relacionadas com as funções desempenhadas pelos elementos no metabolismo da planta (TAIZ & ZEIGER, 2004).

2.8.3.1. Nitrogênio (N)

O N é um elemento mineral requerido pelas plantas, em grandes quantidades, mais do que qualquer outro (EWEL, 2006). Tem função estrutural

no vegetal, pois faz parte de muitos componentes da célula, como proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, coenzimas, vitaminas e pigmentos e participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular. E, quanto a sua participação na formação e na qualidade da colheita, estimula a formação e o desenvolvimento de gemas floríferas (MALAVOLTA, 2006).

O papel de N na produtividade das culturas está conectado a fotossíntese, onde a energia física dos fótons é convertida em energia química da adenosina trifosfato (ATP) e reduzida a intermediários metabólicos como nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato-oxidase (NADPH), que é usado na síntese de carbono e assimilados nitrogenados, de diferentes tipos, particularmente carboidratos e aminoácidos. A rápida taxa de assimilação de CO₂ requer grandes quantidades de vários componentes dos cloroplastos, particularmente a luz coletada pelo complexo clorofila - proteína (LHCP), transporte de elétrons e componentes redutores de nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADH⁺) dos tilacóides e a enzima ribulose bifosfato carboxilase oxigenase (Rubisco) além de outras enzimas requeridas para a assimilação de CO₂, no estroma (LAWLOR, 2002).

A deficiência de N inibe rapidamente o crescimento vegetal, provoca clorose nas folhas, sobretudo nas mais velhas, reduz a produção de folhas e dos perfilhos, diminui a área foliar (LAWLOR, 2002) e conseqüentemente a superfície para absorção de luz para fotossíntese, diminui o teor de clorofila e atividade da Rubisco, que gera baixas taxas de fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2004; CECHIN & FUMIS, 2004; HERMANS et al., 2006). Em algumas espécies a carência de N pode acarretar deformações nos frutos, como por exemplo, no abacaxi (CHITARA & CHITARRA, 2005).

Teores adequados de N na nutrição da planta constituem um dos fatores que mais influenciam a produtividade em plantas ornamentais, e têm também um forte efeito na pós-colheita (DRUEGE, 2000; DRUEGE, 2001).

O N absorvido é facilmente distribuído na planta pelo floema, na forma de aminoácidos. Quando a reserva é insuficiente, o N das folhas velhas é disponibilizado para as folhas mais novas e outros órgãos, devido à sua

mobilidade (BATISTA et al., 2003). A clorose está associada à menor produção de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997). Ocorre um grande impacto sobre o tamanho, a composição e a função dos cloroplastos que, quando comparado com os de uma planta bem suprida de N, são menores e achatados, com menos membranas tilacóides e maior proporção de estroma (LAWLOR, 2002).

A deficiência de N pode resultar em acúmulo de açúcares e amido. Ainda não está elucidado o que causa este acúmulo de açúcares, no entanto, estudos apontam para mudanças transcricionais, que ocorrem quando as plantas são expostas a condições de estresse nutricional. A redução da fotossíntese, em plantas deficientes em N, é provavelmente uma conseqüência do acúmulo de açúcar, que afeta a expressão de proteínas que são reguladas por genes específicos (alta afinidade), associados ao metabolismo e requeridos na fotossíntese e exportação de fotoassimilados (HERMANS et al., 2006).

2.8.3.2. Fósforo (P)

O P é um componente integral de compostos como ésteres de carboidratos, fosfolipídios, coenzimas e ácidos nucleicos (RAGHOTHAMA & KARTHIKEYAN, 2005). Está envolvido em processos de armazenamento e transferência de energia e fixação simbiótica do N. Este nutriente está relacionado com a formação rápida de raízes, maturação acelerada de frutos, aumento da frutificação e do teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas. Em muitas espécies, este é um nutriente bastante exigido na floração. Sob sua deficiência, a planta retarda a sua emissão de flores (MALAVOLTA, 2006).

A deficiência de P pode produzir folhas amareladas como resultado da proteólise. Ângulo agudo entre caules e folhas, dormência de gemas laterais, redução do perfilhamento, senescência precoce e folhas menores podem ocorrer devido ao menor número de células (MALAVOLTA, 2006). Primeiramente, a limitação deste nutriente reduz a assimilação de CO₂ na fotossíntese, só então, após um período variável, diminui a produção de biomassa, reduz a fotossíntese e a condutância estomática (FUJITA et al., 2003). De modo geral, os aspectos citológicos e metabólicos mais relevantes

em plantas deficientes em P são a ocorrência de núcleos e cloroplastos pequenos, redução na síntese protéica, alto conteúdo de açúcares e alta pressão osmótica (MALAVOLTA, 2006).

A combinação de uma eficiente absorção e translocação de P é essencial para manutenção dos níveis de P nas células, suficientes para garantir o metabolismo regular da planta. A absorção de P pelas plantas é influenciada pelo suprimento deste elemento pelas raízes através de fluxo de massa e difusão que pode variar em função da geometria e tamanho da raiz, da concentração de P na superfície da raiz e da competição entre raízes (RAGHOTHAMA & KARTHIKEYAN, 2005).

Evidências apontam a presença de transportadores, que operam, em alta ou baixa concentração de P no meio. O sistema de transporte de baixa afinidade se expressa normalmente nas plantas e o sistema de alta afinidade é fortemente expressado durante a deficiência de P, ou seja, a aquisição de P pelas plantas aumenta significativamente sob sua deficiência. Este aumento parece ser regulado, pelo menos em parte, quando se dá o acúmulo de proteínas (transportadoras de P), nas camadas epidérmicas de plantas deficientes, que aumentam a transcrição de genes, responsáveis pela absorção de P (RAGHOTHAMA & KARTHIKEYAN, 2005).

A limitação de P diminui a concentração de N e existem várias possibilidades que podem justificar esta diminuição (DE GROOT et al., 2003). Entre as possibilidades destacam-se, a mudança da massa seca de órgãos com alta concentração de N para órgão com baixa concentração de N; inibição da absorção de N como resultado do acúmulo de N nas raízes; decréscimo na disponibilidade de energia, devido a uma diminuição do crescimento radicular e/ou concentração de ATP (DE GROOT et al., 2003).

Os níveis de citocininas também diminuem sob a omissão de P. E isso causa uma diminuição na atividade da enzima nitrato redutase e na rede de síntese protéica, sugerindo que as citocininas estejam envolvidas na regulação dos efeitos gerados pela limitação de P, absorção e concentração de N. Além disso, a expressão protéica de genes ligados a regulação de P pode ser

reprimida pelo desbalanço dos níveis de citocinina (GNIAZDOWSKA & RYCHTER, 2000).

2.8.3.3. Potássio (K)

O crescimento da maioria das culturas é significativamente inibido pela deficiência de K, pois este elemento é vital para muitos processos fisiológicos, como osmorregulação (ZHAO et al., 2001; PERVEZ et al., 2004), fotossíntese e transpiração (ASHRAF et al., 2001).

A extrema mobilidade do K dentro da planta inteira é uma consequência da permeabilidade da membrana. O transporte e redistribuição é, freqüentemente, em direção aos tecidos mais jovens, sendo esta característica importante em vários processos fisiológicos influenciados por K, como o crescimento meristemático e o transporte à longa distância (MENGEL et al., 2001).

O K é muito importante para o balanço hídrico da planta, pois a absorção de água nas células e tecidos é consequência da absorção ativa deste elemento. O adequado conteúdo de K em tecidos jovens é indispensável para a obtenção do turgor ótimo das células, que é requerido para expansão da célula. Além disso, a abertura e o fechamento dos estômatos dependem do fluxo de K (MENGEL et al., 2001).

A deficiência deste nutriente está associada com o baixo conteúdo de clorofila, restrita translocação de sacarídeos, bem como limitada condutância estomática. Em plantas com deficiência em K, pode ocorrer o acúmulo de compostos nitrogenados solúveis (EPSTEIN & BLOOM, 2006; ZHAO, 2001). Em algumas espécies, o acúmulo de açúcares nas folhas está relacionado com a reduzida entrada de açúcar no transporte ou decréscimo de carregamento para o floema, ou seja, ocorre inibição da translocação de produtos da fonte para o dreno (ZHAO et al., 2001).

A deficiência de K nas plantas pode causar clorose; necrose das margens das folhas velhas; acamamento da planta; frutos e sementes

enrugadas; e pontuações brancas na margem da folha (FONTES, 2001); frutos menos resistentes e senescência precoce (MALAVOLTA, 2006).

Segundo Mengel et al. (2001), a deficiência de K nem sempre resulta em sintomas visíveis rapidamente. Primeiramente ocorre uma redução no crescimento (fome oculta) e, posteriormente, clorose e necrose. Esses sintomas geralmente ocorrem em folhas mais velhas, devido ao fato dessas folhas suprirem as mais jovens com este cátion. Em muitas espécies, o decréscimo nos indicadores de crescimento nem sempre são observados (YEH, et al., 2000; MAFFEIS et al., 2000).

Em helicônias e outras plantas ornamentais tropicais, os sintomas de deficiência de K aparecem inicialmente nas folhas mais velhas, como queima marginal ou necrose, eventualmente acompanhadas por clorose nas margens com eventuais pontuações necróticas ou alaranjadas (BROSCHAT, 1992).

2.8.3.4. Cálcio (Ca)

O Ca é o constituinte estrutural dos pectatos de cálcio da lamela média das células (BORGES et al., 1997) e está envolvido no funcionamento das membranas e na absorção iônica (MALAVOLTA et al., 1997). Segundo Mengel et al. (2001), a deficiência de Ca é caracterizada pela redução de crescimento dos tecidos meristemáticos, pois este nutriente está envolvido na manutenção da integridade e da estabilidade da membrana e da expansão celular.

A necessidade de Ca para um ótimo crescimento é muito menor em monocotiledônea do que em dicotiledôneas. Diferenças genótípicas quanto a exigência de cálcio estão associadas com os sítios de ligação nas paredes celulares, ou seja, na capacidade de troca de cátions (LONERAGAN & SNOWBALL, 1969; MARSCHNER, 1995; AMARAL, 2003).

O Ca é um cátion bivalente, no apoplasto, uma parte está ligada estruturalmente, e outra parte é translocável na parede celular e na superfície exterior da membrana plasmática. Grande parte do Ca é armazenada no vacúolo, visto que sua concentração no citossol é extremamente baixa (MARSCHNER, 1995).

As baixas concentrações de Ca no citossol ocorrem geralmente devido a baixa permeabilidade constitutiva das membranas para o Cálcio, e pela ação de transportadores da membrana removendo o cálcio do citossol e o excretando para o apoplasto ou o acumulando no retículo endoplasmático, cloroplastos, mitocôndrias ou no vacúolo. Estas baixas concentrações também são importantes para prevenir a precipitação de P e evitar competição com Mg por regiões de ligações específicas (MARSCHNER, 1995).

As altas concentrações de Ca ficam na lamela média da parede celular, na superfície exterior da membrana plasmática, no retículo endoplasmático e no vacúolo (AMARAL, 2003). A mobilidade deste cátion entre células e no floema é muito baixa (MARSCHNER, 1995).

A deficiência de Ca pode causar murcha e morte de gemas terminais, limitação do crescimento, e escurecimento das extremidades das raízes (MALAVOLTA et al., 1997). Na maioria das plantas, essas desordens ocorrem primeiramente em tecidos meristemáticos, como extremidades de raízes, gemas de crescimento da parte superior da planta e órgãos de reserva (MENGEL et al., 2001). O suprimento adequado desse nutriente pode aumentar a qualidade e a longevidade de frutos, permitindo um período de armazenamento mais longo (PRADO et al., 2005; CHITARRA & CHITARA, 2005).

A baixa concentração de Ca em tecidos vegetais pode não refletir sintomas até que certa fase ou condição fisiológica ocorra, para, então, desencadear processos metabólicos que expressem a deficiência (FERGUSON & DROBAK, 1988).

2.8.3.5. Magnésio (Mg)

O Mg é um cátion bivalente e está envolvido em processos como síntese orgânica, balanço eletrolítico e estabilidade dos ribossomos. É ativador de muitas enzimas, ATPases, RNA polimerases, fosfatases, carboxilases entre outros (DING et al., 2006). Quase todas as enzimas fosforilativas dependem da presença do Mg, que forma uma ponte entre a adenosina trifosfato (ATP) ou a

adenosina difosfato (ADP) e a molécula da enzima (MALAVOLTA et al., 1997). Participa também da organização das membranas dos tilacóides, atua como um co-fator e ativador alostérico de enzimas envolvidas na fixação de CO₂ (HERMANS & VERBRUGGEN, 2005).

O Mg é essencial para os cloroplastos, sendo o átomo central da molécula de clorofila e uma ponte de ligação entre as subunidades ribossomais necessárias para síntese protéica, e enzimas do cloroplasto são fortemente influenciadas por variações nos níveis de Mg no citossol e no cloroplasto (DING et al., 2006).

Embora a maioria das ligações formadas envolvendo Mg sejam iônicas, ligações covalentes, como na molécula de clorofila, também ocorrem. O Mg forma complexos ternários com enzimas, nos quais as pontes de cátions são necessárias para estabelecer uma geometria precisa entre enzima e substrato, como por exemplo, a Rubisco (AMARAL, 2003).

A competição entre cátions frequentemente leva a deficiência de Mg em plantas no campo. A taxa de absorção de Mg pode ser fortemente diminuída pela presença de outros cátions como K, NH₄, Ca, Mn, H (DING et al., 2006).

A deficiência de Mg costuma causar clorose internerval das folhas, geralmente começando e sendo mais severa nas folhas mais velhas, e algumas espécies observa-se necrose nas folhas e surgimento de cor alaranjada, vermelha ou roxa (MALAVOLTA, 2006). As bananeiras, por exemplo, produzem sintomas característicos, como clorose ao longo das margens das folhas mais velhas. Esses sintomas podem ser acompanhados de necrose nas extremidades foliares, em caso de extrema deficiência (BORGES et al., 1997).

2.8.3.6. Enxofre (S)

O S é um macronutriente requerido para síntese de aminoácidos. As plantas absorvem S na forma de iônica de sulfato. O S é um anion bivalente, componente de aminoácidos, proteínas, vitaminas e coenzimas (MALAVOLTA et al., 1997). Os sintomas visíveis de deficiência de S são clorose nas folhas mais jovens, folhas pequenas, enrolamento das margens das folhas, necrose e

desfolhamento, internódios curtos e redução do florescimento. Na célula ocorre meiose anormal. Outros sintomas são: o aumento no teor de carboidratos, diminuição dos açúcares redutores e menor síntese de proteínas (MALAVOLTA, 2006).

Os sintomas de deficiência desse nutriente são semelhantes aos de deficiência em N, visto que ambos são constituintes de proteínas. Os sintomas, entretanto, ocorrem em folhas jovens, pois o S não é transportado com facilidade das folhas mais velhas para as mais jovens, diferentemente das plantas com deficiência de N. Pode ocorrer também clorose em todas as folhas ou até mesmo a iniciação de sintomas a partir de folhas mais velhas, dependendo da espécie vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2004). Este nutriente estimula o desenvolvimento vegetativo e a frutificação e favorecendo a fixação simbiótica de nitrogênio (MALAVOLTA et al., 1997).

Estudos moleculares têm revelado que a maioria dos vegetais superiores possui transportadores de alta afinidade que potencialmente facilitam a aquisição de sulfato pelas raízes (MARUYAMA-NAKASHITA et al., 2004). Em geral os transportadores são controlados, a um nível de expressão de genes, por proteínas que se expressam modificando a absorção e assimilação de sulfato (HIRAI & SAITO, 2004).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABALO, J. E. Heliconias for ornamental industry. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.486, p.313-315, 1999.

AMARAL, A. F. C. **Comportamento in vitro de explantes de matrizes de cenoura (*Daucus carota* L.) tratadas com variáveis níveis de potássio**. 2003, 103p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba.

ASHRAF, M.; ARMAD, A.; McNELLY, T. G. Growth and photosynthetic characteristics in pearl millet under water stress and different potassium supply. **Photosynthetica**, Prague, v.39, n.2, p.389-394, 2001.

BALL, D. Rhizome propagation of *Heliconia* 'Golden Torch' and *Heliconia psittacorum* 'Andromeda'. **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale, v.1, p.6-7, 1986.

BATISTA, M. F.; VIEGAS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M.A.; SILVA, R. C. L. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Pelotas, v.25, n.2, p.315-318, 2003.

BENICASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.

BERRY, F.; KRESS, W. J. **Heliconia: An Identification Guide**. Washington: Smithsonian Institution, 1991. 334p.

BOARETTO, A.; CHITOLINA, J. C.; VAN RAIJ, B.; SILVA, F. C.; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. A. S. Amostragem, acondicionamento e preparo das amostras de plantas para análise química. In: SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 1999. p.49-73.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S. Solos, nutrição e adubação. In: **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. ALVES, E. J. (Ed.). Brasília: EMBRAPA-SPI/ Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1997. p. 197-254.

- BRONSTEIN, J. L. The origin of bract liquid in a Neotropical *Heliconia* species. **Biotropica**, Lawrence, n.18, v.2, p.111-114, 1986.
- BROSCHAT, T. K. Production and postharvest culture of *Heliconia psittacorum* in South Florida. **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale v.1, n.1, p.6, 1985.
- BROSCHAT, T. K. Nutrition of heliconias and related plants. **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale v.6, n.1/2, p.20-21, 1992.
- CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: NOGUEIRA, R. J. M. et al. (Eds.). **Estresses ambientais: Danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p. 95-105.
- CATLEY, J. & BROOKING, I. Temperature and light influence growth and flower production in *Heliconia* Golden Torch. **Hortscience**, Alexandria, v.31, n.2, p.213-217, 1996.
- CASTRO, C. E. F. **Helicônias como flores de corte: adequação de espécies e tecnologia pós-colheita**. 1993. 191p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- CASTRO, C. E. F. Interrelações das famílias das Zingiberales. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.1, n.1, p.02-11, 1995a.
- CASTRO, C. E. F. **Helicônias para exportação: aspectos técnicos da produção**. FRUPEX: Publicações técnicas, n.16. Brasília: Embrapa - SPI, 1995b. 44p.
- CASTRO, C. E. F.; GRAZIANO, T. T. Espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.3, n.2, p.15-28, 1997.
- CECHIN, I.; FUMIS, T. F. Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants growth in greenhouse. **Plant Science**, Bundoora, v.166, p.1379-1385. 2004.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CLEMENS, J.; MORTON, R. H. Optimizing mineral nutrition for flowers production in *Heliconia* 'Golden Torch' using response surface methodology.

Journal of American Society of Horticultural Science, Alexandria, v.124, n.6, p.713-718. 1999.

COSTA, A. S. **Características agronômicas e genéticas de helicônias na Zona da Mata de Pernambuco**. 2005. 80p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CRILEY, R. A. Propagation methods for gingers and heliconias. **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale, v.3, n.2, p.1-7, 1988.

CRILEY, R. A. Production of heliconias as cut flowers and their potential as new potted plants. **Horticultural Digest**, Hawaii, v.92, p.1-7, 1990.

CRILEY, R. A. Propagation of Zingiberaceae and Heliconiaceae. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.1, n.1, p.14-22, 1995.

CRILEY, R. A.; BROSCAT, T. K. Heliconia: botany and horticulture of new floral crop. **Horticulture Review**, Hawaii, v.14, p.1-55, 1992.

CRILEY, R. A., MACIEL, N., FU, Z. & UCHIDA, J. Productivity of three heliconia hybrids. **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale, v.10, p.3, 2001.

DE GROOT, C. C.; MARCELIS, L. F. M.; VAN DEN BOOGAARD, R.; KAISER, W. M.; LAMBERS, H. Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition in determining growth. **Plant and Soil**, Amsterdam, v.248, p.257-268, 2003.

DING, Y.; LUO, W.; XU, G. Characterization of magnesium nutrition and interaction of magnesium and potassium in rice. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.149, p.111-123, 2006.

DRUEGE, U. Postharvest responses of different ornamental products to preharvest nitrogen supply: role of carbohydrates photosynthesis and plant hormones. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.543, p.97-105, 2001.

DRUEGE, U. Influence of preharvest nitrogen supply on postharvest behaviour of ornamentals: importance of carbohydrate status, photosynthesis and plant hormones. **Gartenbauwissenschaft**, Hannover, v.65, n.2, p.52-64, 2000.

DONSELMAN, H. M ; BROSCAT, T. K. Production of *Heliconia psittacorum* for cut flowers in South Florida. **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale, v.1, n.4, p.4-6, 1986.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina: Editora Paulista, 2006. 400p.

EWEL, J. J. Species and rotation frequency influence soil nitrogen in simplified tropical plant communities. **Ecological Applications**, Tempes, v.16, n.2, p.490-502, 2006.

FANTI, S. C.; PERES, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenantha pavonina*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.1, p.49-56, 2003.

FERGUSON, I. B.; DROBAK, B. K. Calcium and regulation of plant growth and senescence. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.2, p.262-266, 1988.

FERNADES, E. P. **Crescimento e produção de *Heliconia psittacorum* L. em função da adubação mineral e densidade do plantio**. 2000. 90p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122p.

FUJITA, K.; OKADA, M.; LEI, K.; ITO, J.; OHKURA, K.; ADU_GYAMFI, J. J.; MOHAPATRA, P. K. Effect of P-deficiency on photoassimilate partitioning and rhythmic changes in fruit and stem diameter of tomato (*Lycopersicon esculentum*) during fruit growth. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.54, n.392, p. 2519-2528, 2003.

GNIAZDOWSKA, A.; RYCHTER, A. M. Nitrate uptake by bean (*Phaseolus vulgaris* L.) roots under phosphate deficiency. **Plant and Soil**, Wageningen, v.226, p.79-85, 2000.

HABALA, J.; RUDNICKI, R. M. The role of enzymes during senescence of cut flowers. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.181, p.65-71, 1986.

HERMANS, C.; VERBRUGGEN, N. Physiological characterization of Mg deficiency in *Arabidopsis thaliana*. **Photosynthetica**, Prague, v.42, n.2, p.251-255, 2004.

HERMANS, C.; HAMMOND, J. P.; WHITE, P. J.; VERBRUGGEN, N. How plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? **Trends in Plant science**, Amsterdam, v.11, n.12, 2006.

- HIRAI, M. Y.; SAITO, K. Post-genomics approaches for the elucidation of plant adaptive mechanisms to sulphur deficiency. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.55, n.404, p. 1871-1879, 2004.
- IBIAPABA, M. V. B.; LUZ, J. M. Q.; INNECCO, R. Avaliação do espaçamento de plantio de *Heliconia psittacorum* L., cultivares Sassy e Andrômeda. **Ciência agrotécnica**, Lavras, n.24, p.181-186, 2000.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Comercialização: aspectos de mercado e manuseio pós-colheita. In: TERAQ, D.; CARVALHO, A. C. P. P.; BARROSO, T. C. S. F. (Eds.) **Flores tropicais**. Brasília: EMBRAPA, 2005. 225p.
- KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Canada: An Avi Book. 1991. 532 p.
- KRAS, J. Horticulture in Brazil. **Flora Culture Internacional**, Batavia, v.16, n.3, p.48, 2006.
- KYIUNA, I; ANGELO, J. A.; COELHO, P. J. Flores: desempenho do comércio exterior no período janeiro-setembro de 2006. **Análise e indicadores do agronegócio**, v.1, n.10, 2006.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**, São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- LAMAS, A. M. **Curso Técnico de cultivo: Plantas Ornamentais Tropicais e Floricultura Tropical**. Alagoas, (Apostila). 1998. 169p.
- LAMAS, A. M. **Floricultura Tropical: Técnicas de cultivo**. Recife: SEBRAE/PE, 2002. 88p.
- LAWLOR, D. W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.53, n.370, p.773-787, 2002.
- LOGES, V. Floricultura Pernambucana. **Nordeste Biosciences**, Recife, n.20 p.08-11, 2002.
- LOGES, V.; TEIXEIRA, M. C. F.; CASTRO, A. C. R.; COSTA, A. S. Colheita e pós-colheita de flores tropicais no Estado de Pernambuco. **Revista de Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.699-702, 2005.
- LONERAGAN, J. F.; SNOWBALL, K. Rate of calcium absorption by plant roots and its relation to growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.20, n.3, p.479-490, 1969.

- MAFFEIS, A.; SILVEIRA, R. L. V. A.; BRITO, J. O. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.57, p.87-98, 2000.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MARISSSEN, N. Effects of pre-harvest light intensity and temperature on carbohydrate levels and vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.543, p.331-343, 2001.
- MARUYAMA-NAKASHITA, A.; NAKAMURA, Y.; YAMAYA, T.; TAKAHASHI, H. Regulation of high-affinity sulphate transporters in plants: towards systematic analysis of sulphur signalling and regulation. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.404, p.1843-1849, 2004.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A.; KOSEGARTEN, H.; APPEL, T. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Bern: International Potash Institute, 2001. 868p.
- MIYAWAWA, M., PAVAN, M. A., MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F.; MELLO, W. J. Análise química do tecido vegetal. In: SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 1999. p. 170-223.
- MONTGOMERY, R. Propagation of heliconia by seeds. **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale, v.1, n.2, p.6-7, 1986.
- MOSCA, J. L.; CAVALCANTI, R. A. Heliconiaceae. In: TERAQ, D.; CARVALHO, A. C. P. P.; BARROSO, T. C. S. F. (Eds.) **Flores tropicais**. Brasília: EMBRAPA, 2005. p.84-101.
- NAMESNY, A. Comércio ornamental: Brasil y el mercado mundial. **Horticultura Internacional**, Valência, n.47, p.12-26, 2005.

- NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens and potted plants**. Portland: Timber Press, 1990. 210p.
- PAULIN, A. Influence of exogenous sugars on the evolution of some senescence parameters of petals. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.181, p.183-193, 1986.
- PERVEZ, H.; ASHRAF, M.; MAKHDUM, M. I. Influence of potassium nutrition on gas exchange characteristics and water relations in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Photosynthetica**, Prague, v.42, n.2, p.251-255, 2004.
- PINTO, A. C. R.; GRAZIANO, T. T.; BARBOSA, J. C.; LASMAR, F. B. Modelos para estimativa da área foliar de *Curcuma alismatifolia* e *Curcuma zedoaria*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.529, 2005.
- PRADO, R. D.; NATALE, W.; CORREA, M. C. D. et al. Liming and postharvest quality of carambola fruits. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.48, n.5, p.689-696, 2005.
- RAGHOTHAMA, K. G.; KARTHIKEYAN, A.S. Phosphate acquisition. **Plant and Soil**, Wageningen, v.274, p.37-49, 2005.
- RODRIGUES, J. D. Fisiologia vegetal e sua importância na tecnologia de aplicação de defensivos. **Biológico**, Campinas, v.65, n.1/2, p.59-61, 2003.
- RUNDEL, P. W.; SHARIFI, M. R.; GIBSON, A. C.; ESLER, K. J. Structural and physiological adaptation to light environmental in neotropical *Heliconia* (Heliconiaceae). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.14, p.789-801, 1998.
- SIMÃO, D. G.; SCATENA, V. L. Morfoanatomia das brácteas em *Heliconia* (Heliconiaceae) ocorrentes no Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v.18, n.2, p.261-270. 2004.
- SIMÃO, D. G.; SCATENA, V. L. Morphological aspects of the propagation in *Heliconia velloziana* L. Emygd. (Zingiberales: Heliconiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.46, n.1, p.65-72, 2003.
- SIMÃO, D. G.; SCATENA, V. L.; BOUMAN, F. Developmental anatomy and morphology of the ovule and seed of *Heliconia* (Heliconiaceae, Zingiberales). **Plant Biology**, Stuttgart, v.8, n.1, p.143-154, 2006.

- STRINGUETA, A. C. O.; LÍRIO, V. S.; SILVA, C. A. B.; REIS, B. S.; AGUIAR, D. R. D. Diagnóstico do segmento de produção da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.8, n.1/2, p.77-90, 2003.
- SEBRAE. A expansão da floricultura. **SEBRAE Agronegócios**, Brasília, n.1, p. 16-17, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TJIA, B. Longevity and postharvest studies of various *Heliconia psittacorum* bracts. **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale, n.1, v.1, p.6, 1985.
- YEH, M. D.; LIN, L.; WRIGHT, C. J. Effects of mineral nutrient deficiencies on leaf development, visual symptoms and shoot-root ratio of *Spathiphyllum*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.86, p.223-233, 2000.
- YEE, D.; TISSUE, D. T. Relationships between non-structural carbohydrate concentration and flowering in a subtropical herb, *Heliconia caribaea* (Heliconiaceae). **Caribbean Journal of Science**, Puerto Rico, v.41, n.2, p. 243-249, 2005.
- ZHAO, D.; OOSTERHUIS, D. M. & BEDNARZ, C. W. Influence of potassium deficiency on photosynthesis, chlorophyll content, and chloroplast ultrastructure of cotton plants. **Photosynthetica**, Prague, v.39, n.1, p.103-109, 2001.

MANUSCRITO I – Deficiência de macronutrientes em *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* cultivar Golden Torch

Trabalho a ser enviado para
Publicação na Revista de Pesquisa
Agropecuária Brasileira – PAB,
Brasília-DF. ISSN: 0100-204X.

4.1. Manuscrito I. Deficiência de macronutrientes em *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* cultivar Golden Torch

Ana Cecília Ribeiro de Castro⁽¹⁾, Vivian Loges⁽²⁾, Mario Felipe Arruda de Castro⁽²⁾ e Fernando Antônio Sousa de Aragão⁽¹⁾, Lilia Gomes Willadino⁽²⁾

⁽¹⁾ Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT), Caixa Postal 3761, CEP 60511 Fortaleza, CE. E-mail: cecilia@cnpat.embrapa.br ⁽²⁾ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, CEP 52171-900, Recife-PE. E-mail: lilia@truenet.com.br, vloges@yahoo.com, mario@alldeia.com.br, aragão@cnpat.embrapa.br

Resumo - O objetivo deste estudo foi caracterizar deficiências nutricionais em *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* cultivar Golden Torch, por meio de indicadores de crescimento, sintomatologia e teores de macronutrientes nas folhas e parte subterrânea. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com oito tratamentos, sendo solução completa (N, P, K, Ca, Mg, S) e com a omissão individual de N, P, K, Ca, Mg, S e ausência completa de nutrientes. Os sintomas de deficiência dos nutrientes surgiram na seguinte ordem de ocorrência: N, K, P, Mg e S. Os sintomas foram: clorose generalizada em - N; clorose em - P e em - S; folhas verde-escuras e necrose em - K e; clorose ao longo dos bordos com necrose em - Mg. A omissão de Ca não acarretou sintomas visíveis. As deficiências de N e P afetaram mais intensamente o número de perfilhos, produção de massa seca das folhas, número total de folhas e área foliar. A omissão de cada macronutriente na solução nutritiva ocasionou a redução do seu respectivo teor na planta. Entre as folhas avaliadas, houve tendência à redução destes teores de forma mais acentuada na 3ª folha.

Termos para indexação: helicônia, sintomatologia, nutrição, flores tropicais.

***Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* ‘Golden Torch’ macronutrients deficiency**

Abstract - This study had the objective of characterize *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* Aristeguieta ‘Golden Torch’ nutritional deficiency through growth indicators, symptomatology and plant macronutrient concentration. A greenhouse experiment was conducted under the technique of the lacking element, with eight treatments involving complete nutrition solution (N, P, K, Ca, Mg and S) and individual nutrient omission solution of N, P, K, Ca, Mg and S and a solution lacking all elements. Nutrient symptoms occurred as follows: N, K, P, Mg and S. Deficiency symptoms were general chlorosis at – N treatment; slight chlorosis at – P and – S; dark green leaves and necrosis at – K; border chlorosis and necrosis at – Mg. The lack of Ca did not show any visual symptoms. N and P deficiency most affected the number of emitted shoots, leaves dry matter production, total number of leaves and leaf area. The omission of each macronutrient in the nutritive solution reduced its respective concentration in the plant. Among the evaluated leaves, the concentration tended to a greater reduction in the third leaf.

Index terms: heliconia, symptomatology, nutrition, tropical flowers.

Introdução

As helicônias são plantas pertencentes à ordem Zingiberales, família Heliconiaceae, que apresenta um único gênero, *Heliconia*. Entre os genótipos mais cultivados comercialmente, destaca-se o híbrido natural *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* Aristeguieta cultivar Golden Torch. Este apresenta pequeno porte, inflorescência terminal ereta e hábito de crescimento musóide. É cultivado a pleno sol, floresce o ano inteiro e sua inflorescência possui de 4 a 8 brácteas, de cor amarelo alaranjado, com porção esverdeada na bráctea basal, ráquis e sépalas também alaranjadas. Possuem órgãos subterrâneos especializados denominados rizomas, que são fonte de reservas de nutrientes e água para garantia do seu desenvolvimento.

Na produção de flores para corte devem ser adotados programas de adubação adequados, garantindo a produtividade, qualidade e durabilidade pós-colheita das hastes florais. A escassez de um nutriente pode acarretar anormalidades visíveis, características para cada nutriente, no entanto, muitas vezes o crescimento e a produção poderão estar limitados antes da visualização da deficiência (Malavolta, 2006). Segundo Marschner (1995), a nutrição mineral além de influenciar o desenvolvimento das plantas cultivadas, interfere no metabolismo, acúmulo e partição de compostos, alocação de biomassa entre outras.

A deficiência nutricional em plantas é a expressão de distúrbios metabólicos resultantes do suprimento insuficiente de um ou mais nutrientes minerais. Estes distúrbios estão relacionados com as funções desempenhadas pelos nutrientes no metabolismo da planta (Taiz & Zeiger, 2004). Nas plantas da ordem Zingiberales, observa-se, mais freqüentemente, deficiências em N, K, Mg, Fe e Mn, em diferentes regiões de cultivo (Broschat, 1992).

O estado nutricional da planta pode ser determinado por meio de diagnose visual ou análise foliar. A diagnose visual consiste em comparar o aspecto da amostra em questão com uma amostra padrão. Se houver falta de determinado elemento isto será refletido no aspecto anormal e visível da planta em relação a uma planta típica (Epstein & Bloom, 2006).

Entretanto, os sintomas visuais observados no campo podem dificultar a interpretação devido a interferências e interações diversas. Na maioria das vezes só é possível diagnosticar sintomas que ocorrem de forma aguda, quando já houve comprometimento do plantio, denominada fome oculta (Fontes, 2001). Neste caso, a análise foliar é uma importante ferramenta no processo de avaliação do estado nutricional da planta e pode ser realizada para confirmar a diagnose visual de sintomas de deficiência (Malavolta et al., 1997).

A seleção da folha indicadora para análise foliar que melhor expresse a condição nutricional da cultura é importante para diagnosticar os elementos em deficiência quando estes ainda não ocasionaram sintomas visuais ou quando os sintomas de diferentes carências são semelhantes entre si. Embora, de um modo geral, as deficiências se mostrem da mesma forma em várias plantas, o sintoma de carência de um determinado nutriente pode diferir muito de uma espécie para outra. Por isso torna-se necessário um estudo prévio a respeito da cultura (Borges et al., 1997).

Por ser uma cultura de exploração comercial relativamente recente, faltam informações fundamentais sobre diversos aspectos da produção de helicônias, sobretudo no que concerne à nutrição mineral. O objetivo deste estudo foi caracterizar deficiências nutricionais em plantas de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden

Torch, por meio de indicadores de crescimento, sintomatologia e teores de macronutrientes nas folhas e parte subterrânea.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco em Recife-PE, no período de setembro de 2004 a abril de 2005.

Foram utilizados rizomas de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* Aristeguieta cultivar Golden Torch, selecionados com 30 cm de comprimento e peso da massa fresca em torno de 120g. Os rizomas foram limpos, as raízes removidas e, após lavagem com água desmineralizada, foram secos ao ar.

Previamente, determinou-se os teores de macronutrientes (Malavolta et al., 1997), em 10 rizomas de peso de massa fresca, tamanho e procedência similares daqueles utilizados no experimento. Os rizomas apresentavam, em média, a seguinte concentração de macronutrientes, em g Kg⁻¹ de massa seca N (18,22), P (2,66), K (23,76), Ca (3,70), Mg (1,09) e S (9,96).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 10 repetições por tratamento, sendo 5 repetições, coletadas aleatoriamente, para cada uma das fases de desenvolvimento analisadas (vegetativa e reprodutiva) e a unidade experimental foi de um rizoma por vaso.

Os rizomas foram plantados em vasos plásticos pretos, com capacidade de 12 litros, contendo substrato composto exclusivamente de areia grossa lavada e peneirada, em malha de 2 mm, coberto por uma camada de 3 cm de brita, a fim de reduzir a evaporação superficial. Inicialmente, os rizomas foram irrigados diariamente apenas com água

destilada durante 30 dias. Após este período, foram aplicados os tratamentos que consistiram de solução de Hoagland a ½ força iônica (Hoagland & Arnon, 1951) e os demais tratamentos constituídos pela mesma solução nutritiva com a omissão dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg ou S e ausência de macronutrientes (água), totalizando oito tratamentos.

Para prevenção do acúmulo de sais ou depleções de nutrientes, os tratamentos foram irrigados diariamente com volume de solução equivalente à sua capacidade de pote acrescido de volume até obtenção de drenado. A cada sete dias, os vasos foram irrigados com água em volume aproximadamente duas vezes a capacidade de pote. O pH das soluções foi mantido em torno de 5,5, pelo uso de NaOH ou HCl.

Semanalmente, todos os perfilhos emitidos foram identificados e, na mesma ocasião, realizadas avaliações, observando-se a deficiência nutricional mediante a descrição da sintomatologia visual e os seguintes indicadores de crescimento: número de perfilhos emitidos, número de folhas, comprimento e largura de folhas. A área foliar foi estimada multiplicando-se o produto do comprimento e da largura da folha por 0,4 (modificado de Moreira, 1987).

A primeira coleta foi realizada aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos, na fase vegetativa, e a segunda coleta foi realizada a partir de 150 dias, na fase reprodutiva. As plantas foram individualmente lavadas com água e divididas em folhas e parte subterrânea, constituída por rizoma e raízes. As partes das plantas devidamente identificadas foram secas, a 70 °C, em estufa de circulação de ar forçado, até peso constante. Em seguida, o material foi pesado, obtendo-se o peso da massa seca de cada parte da planta.

Para análise dos macronutrientes foram utilizados os seguintes constituintes do primeiro perfilho: as folhas (primeira, segunda e terceira, totalmente expandidas, contadas a partir do ápice) e a parte subterrânea (raízes e rizoma). O material foi triturado em moinho de facas tipo Wiley com peneira de malha de 1,0 mm e acondicionado em sacos de papel tipo craft. As amostras das folhas foram submetidas à digestão sulfúrica, para análise de N; e nitro-perclórica, para análise dos demais elementos. A determinação de N foi feita pelo método de Kjeldahl em autoanalisador Kjeltex (Tecator 1030); os teores de Ca, Mg e S foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (EAA); K, por fotometria de chama e o teor de P foi determinado pelo método colorimétrico do molibdo-vanadato (Malavolta et al., 1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

As plantas de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, cultivadas em solução completa, se desenvolveram normalmente e sem sintomas de deficiência, indicando que a solução nutritiva e o pH adotado foram apropriados para o seu crescimento.

Os sintomas visuais das deficiências (Figura 1), nas condições experimentais, surgiram na seguinte ordem de ocorrência: N, Mg, K, P e S. Sintomas mais drásticos de deficiência nutricional dependem de maior tempo de crescimento sob omissão de nutrientes.

Os indicadores de crescimento diferiram entre os tratamentos (Tabela 1) e as plantas que foram cultivadas em solução com a omissão de cada um dos macronutrientes,

apresentou a concentração deste inferior à concentração das plantas cultivadas com solução completa. Estas reduções ocorreram nas folhas e parte subterrânea, nas duas fenofases avaliadas (Figura 2).

Das três folhas analisadas observou-se a tendência da terceira folha apresentar os menores teores dos nutrientes nos seus respectivos tratamentos de omissão, exceto para o Ca que é um elemento muito pouco móvel e, portanto, esperado que o seu teor seja menor na primeira folha recém expandida (Tabela 2 e 3). Essa tendência foi detectada nas duas fases de desenvolvimento das plantas. Estes resultados sugerem a escolha da terceira folha como indicadora da condição nutricional da planta.

As plantas com deficiência de N apresentaram clorose generalizada, iniciada nas folhas mais velhas, que gradualmente mudaram da coloração verde para uma tonalidade verde-pálida. A clorose está associada à diminuição do teor de clorofila e atividade da Rubisco, que gera baixas taxas de fotossíntese (Malavolta, 2006, Hermans et al., 2006). Quando o suprimento é insuficiente, o N das folhas velhas é translocado para as folhas mais novas, devido à sua alta mobilidade no floema (Marschner, 1995).

O N foi o nutriente que mais limitou o crescimento da planta. A deficiência de N geralmente inibe o crescimento vegetal, provoca clorose nas folhas, sobretudo nas mais velhas, reduz a produção de folhas e dos perfilhos, além de diminuir a área foliar (Lawlor, 2002) e conseqüentemente a superfície de absorção de luz para fotossíntese (Hermans et al., 2006). Observou-se uma redução de aproximadamente 60% no número de perfilhos emitidos, 66% na produção média da massa seca das folhas e 50% na parte subterrânea, 35% no número de folhas e 27% na área foliar, quando comparados aos indicadores de crescimento do tratamento completo (Tabela 1). Reduções similares no crescimento foram

observadas em outras monocotiledôneas ornamentais, como o *Spathiphyllum wallissii* (Yeh et al., 2000) em experimento de supressão de macronutrientes.

A omissão de N provocou redução na concentração desse nutriente nos órgãos analisados, nas duas fases quando comparadas com o tratamento completo. Foi observado um aumento no teor de K nas folhas, nas duas fases de desenvolvimento analisadas e de P na fase vegetativa. Houve redução de S nas folhas, na fase vegetativa. Na parte subterrânea houve aumento de P e S e redução de K na fase vegetativa.

Os sintomas visuais das plantas com deficiência de P não foram bem definidos, sendo observada clorose. Plantas de *Spathiphyllum wallissii*, cultivadas sob omissão de P apresentaram sintomas foliares semelhantes aos observados no presente trabalho, visíveis apenas ao serem comparados com a planta cultivada em solução completa (Yeh et al., 2000). É importante salientar que sintomas visuais nem sempre são observáveis, a exemplo de plantas de *Narcissus* 'Garden Giant', cultivadas com a omissão desse nutriente (Ruamrungsri et al., 1996). Ainda com a omissão de P verificou-se redução de 57,4% no perfilhamento, de 60% na produção da massa seca das folhas e de 20% da parte subterrânea, de 36% no número de folhas e de 14% na área foliar, quando comparados com as plantas tratadas com a solução completa. A inibição da expansão foliar é um efeito direto da deficiência de P e a restrição da expansão celular, inibida pelo reduzido fluxo de água para as raízes é o resultado do decréscimo na condutância hidráulica nas raízes (Freeden et al., 1989). O crescimento reduzido, comum a muitas espécies com deficiência de P, ocorre devido também à redução das divisões celulares (Chiera et al., 2002).

A omissão de P não alterou os teores dos nutrientes encontrados nas folhas em relação ao tratamento completo. Na fase reprodutiva houve redução de N e S, e aumento de Ca. Na parte subterrânea a omissão de P não apresentou diferença em relação ao

tratamento completo na fase vegetativa, entretanto houve diminuição de N, K e S na fase reprodutiva. Segundo De Groot et al. (2003), há diversas causas possíveis para a diminuição da concentração de N diante da omissão de P. Primeiramente, pode ser devido a alocação de biomassa de órgãos com alta concentração de N para órgãos com baixa concentração do mesmo. Uma segunda possibilidade é a inibição da absorção em resposta à acumulação de N nas raízes. Ainda a absorção de N pode decrescer devido a uma diminuição da energia disponível indicada pela pelo menor do crescimento das raízes e/ou diminuição de concentração.

As plantas com deficiência de K apresentaram coloração verde intenso em todas as folhas, necrose no ápice das folhas mais velhas e folhas com nervuras mais evidentes, aparentando textura cartácea. Em folhas de gravioleira (*Annona muricata*) tratadas com omissão de K, também foi observada uma coloração verde intensa (Batista et al., 2003). A carência deste nutriente não implica em aparecimento de sintomas visuais imediatos, podendo ocorrer inicialmente uma redução no crescimento (fome oculta), e posteriormente clorose e necrose, geralmente nas folhas mais velhas, devido ao fato destas suprirem as mais jovens com K (Mengel et al, 2001; Epstein & Bloom, 2006).

Observou-se que não ocorreram reduções em relação ao perfilhamento, produção da massa seca das folhas e da parte subterrânea, apesar do K estimular o crescimento vegetativo (Malavolta, 2006). Houve um aumento no número de folhas em 13%, quando comparado com as plantas tratadas com a solução completa, o que não implica necessariamente em benefício para a planta, haja vista que a área foliar foi menor em 18%. Resultados semelhantes foram observados por Yeh et al., (2000), em *Spathiphyllum wallisii* submetido ao tratamento com omissão de K, tendo sido observado aumento do número de folhas, sem incremento da área foliar.

Plantas cultivadas sob a omissão de K apresentaram aumento nos teores de Mg e Ca na fase reprodutiva, nas folhas, em relação ao tratamento completo. Na parte subterrânea houve apenas o aumento de Mg nas duas fases fenológicas. Esses resultados evidenciam a inibição competitiva do K na absorção de Mg e Ca relatada por Epstein & Bloom (2006).

As plantas cultivadas com omissão de Ca não apresentaram sintomas visíveis. A omissão deste nutriente em *Anthurium andraeanum* também não revelou inicialmente nenhum sintoma visível de carência nutricional na planta, mesmo após 1 ano de duração do experimento. Os sintomas típicos de deficiência em Ca só foram visíveis após 4 anos de experimento (Imamura & Higaki, 1984). A baixa concentração de Ca em tecidos vegetais pode não refletir sintomas até que certa fase ou condição fisiológica desencadeie processos metabólicos que expressem a deficiência (Ferguson & Drobak, 1988).

Nas plantas cultivadas com omissão de Ca, não foi evidenciada redução significativa no perfilhamento, nem na produção de massa seca das folhas e da parte subterrânea, quando comparadas às plantas do tratamento com solução completa. O número de folhas e a área foliar foram superiores ao tratamento com solução completa em 24% e 3%, respectivamente, apesar da carência deste nutriente afetar pontos de crescimento da planta (Malavolta, 2006). O aumento de produção da massa seca em plantas deficientes em nutrientes de baixa mobilidade no floema, como o Ca, já foi observado em *Spathiphyllum wallisii* (Yeh et al., 2000). Segundo Loneragan & Snowball (1969), a necessidade de Ca para o crescimento é menor em espécies de monocotiledôneas do que em dicotiledôneas. Diferenças genótípicas quanto à exigência de Ca estão associadas aos sítios de ligação nas paredes celulares, ou seja, na capacidade de troca catiônica (Amaral, 2003).

O tratamento com omissão de Ca provocou redução dos teores de N e K e aumento de S nas folhas nas duas fases analisadas. Na parte subterrânea houve redução de N, P e

Mg e aumento de S na fase vegetativa. Na fase reprodutiva houve redução de N e K e aumento de S. O efeito do Ca no fluxo de íons através da membrana está relacionado com o seu papel na integridade e estabilidade da membrana, que uma vez comprometida, perde sua seletividade (Marschner, 1995).

Sob a omissão de Mg na solução, as plantas apresentaram clorose ao longo dos bordos das folhas mais velhas e necrose nas extremidades do limbo e do ápice da folha. Estes sintomas são idênticos aos relatados por Broschat (1992), ao descrever a sintomatologia de deficiência das espécies da ordem Zingiberales, inclusive de helicônias. Embora as plantas carentes em Mg tenham apresentado sintomas visuais bastante evidentes, o perfilhamento e a produção de massa seca das folhas e da parte subterrânea não apresentaram diferenças significativas em relação às plantas tratadas com a solução completa. O número de folhas e a área foliar foram superiores aos das plantas tratadas com a solução completa em 18% e 29%, respectivamente.

Os teores de Mg observados nas plantas do tratamento completo, quando comparados aos tratamentos com omissão do próprio Mg, não apresentaram diferenças. Isso sugere que o rizoma aporta Mg suficiente para suprir a planta até o início da floração. Paralelamente ao fato do suprimento de Mg contido no rizoma ser suficiente para suprir a planta até o início da fase reprodutiva, observou-se que no tratamento com ausência de Mg, os teores de Ca aumentaram tanto nas folhas como na parte subterrânea, caracterizando o efeito da inibição competitiva. Vale ressaltar que em folhas de *Spathiphyllum wallisii*, foram observados teores de Mg significativamente maiores em plantas tratadas com omissão de Mg, do que em plantas tratadas com solução completa de nutrientes (Yeh et al., 2000). As plantas do tratamento com omissão de Mg apresentaram também aumento nos

teores de N e K nas folhas na fase vegetativa. Na parte subterrânea houve redução no teor de P na fase vegetativa. Na fase reprodutiva houve redução de N e P.

As plantas cultivadas com omissão de S apresentaram clorose pouco evidente e uniforme nas folhas mais novas. Isto se deve ao fato do S não ser transportado com facilidade das folhas mais velhas para as mais jovens (Taiz & Zeiger, 2004). Utumi et al. (1999) observaram sintomas visuais de carência em plantas de estévia (*Stevia rebaudiana*) semelhantes aos relatados acima e Viégas et al. (2004) também observaram que plantas de camucamuzeiro (*Myrciaria dubia*), cultivados com omissão de S, apresentavam, nas folhas, clorose pouco evidente que evoluía até a necrose. No entanto, o perfilhamento e a produção de massa seca de folhas e raízes não foram diferentes aos das plantas tratadas com a solução completa. Por outro lado, estas plantas apresentaram maior número de folhas e área foliar do que as plantas tratadas com a solução completa em 39% e 8%, respectivamente. Em tratamentos com omissão de S, Utumi et al. (1999) e Batista et al. (2003) também observaram aumento na produção de massa seca de folhas de *Annona muricata* e de raízes de *Stevia rebaudiana*, respectivamente.

As plantas cultivadas sob omissão de S apresentaram aumento nos teores de N e redução de K nas folhas na fase vegetativa. Na fase reprodutiva houve aumento no teor de Ca e Mg. Na parte subterrânea houve diminuição de P e K e aumento de Mg na fase vegetativa. Na fase reprodutiva houve diminuição de N e K e aumento de Mg.

A manutenção do balanço de cargas elétricas dentro da célula e da solução externa acarretam alterações na absorção de cátions e ânions (Marschner, 1995). A omissão de macronutrientes levou as plantas *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch a um desequilíbrio bioquímico expresso pelas alterações na absorção de macronutrientes em relação às plantas do tratamento completo.

A caracterização dos indicadores de crescimento podem auxiliar na diagnose de desordens nutricionais, muito embora sintomas mais agudos de deficiência nutricional dependam de maior tempo de crescimento sob omissão destes nutrientes, quando já poderá ter havido comprometimento da cultura.

Conclusões

1. As omissões de macronutrientes, exceto Ca, resultam em alterações, traduzidas como sintomas visíveis de deficiência nutricional de cada nutriente.
2. As deficiências de N e P, entre os macronutrientes, afetam mais intensamente o número de perfilhos, produção de massa seca das folhas, número total de folhas e área foliar.
3. Sintomas mais evidentes de deficiência nutricional dependem de maior tempo de crescimento sob omissão de nutrientes.

Agradecimentos

À CAPES pela bolsa concedida; aos Laboratórios de Floricultura e Química Agrícola da UFRPE; ao Banco do Nordeste - ETENE/FUNDECI, pelo financiamento do projeto executado.

Referências

- AMARAL, A. F. C. **Comportamento in vitro de explantes de matrizes de cenoura (*Daucus carota* L.) tratadas com variáveis níveis de potássio**. 2003, 103p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba.
- BATISTA, M. F.; VIEGAS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M.A.; SILVA, R. C. L. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências

nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.315-318, 2003.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S. Solos, nutrição e adubação. In: **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. ALVES, E. J. (Ed.). Brasília: EMBRAPA-SPI/ Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1997. p. 197-254.

BROSCHAT, T. K. Nutrition of heliconias and related plants. **Bulletin Heliconia Society International**, v.6, n.1/2, p.20-21, 1992.

CHIERA, P.; THOMAS, J.; RUFTY, T. Leaf initiation and development in soybean under phosphorus stress. **Journal of Experimental Botany**, v.53, n.368, p.473-481, 2002.

DE GROOT, C. C.; MARCELIS, L. F. M.; VAN DEN BOOGAARD, R.; KAISER, W. M.; LAMBERS, H. Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition in determining growth. **Plant and Soil**, Amsterdam, v.248, p.257-268, 2003.

EPSTEIN, E; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 401p.

FERGUSON, I. B.; DROBAK, B. K. Calcium and regulation of plant growth and senescence. **HortScience**, v.23, n.2, p.262-266, 1988.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122p.

FREEDEN, A. L.; RAO, M.; TERRY, N. Influence of phosphorus nutrition on growth and carbon partitioning in *Glycine max*. **Plant Physiology**, v.89, p. 225-230, 1989.

HERMANS, C.; HAMMOND, J. P.; WHITE, P. J.; VERBRUGGEN, N. How plants respond to nutrient shortage by biomass allocation ? **Trends in Plant science**, v.11, n.12, 2006.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-cultured method for growing plants without soil**. California Agricultural Experiment Station, 1951, 34 p. (circular).

IMAMURA, S. J.; HIGAKI, T. **Nutrient deficiency in anthuriums**. Research extension series 047, HTAHR: University of Hawaii, 1984, 15 p.

LAWLOR, D. W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.53, n.370, p.773-787, 2002.

LONERAGAN, J. F.; SNOWBALL, K. Rate of calcium absorption by plant roots and its relation to growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.20, n.3, p.479-490, 1969.

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

MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319 p.

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

MENGEL, K.; KIRKBY; E. A.; KOSEGARTEN, H.; APPEL, T. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Bern: Internacional Potach Institute, 2001. 868p.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.

RUAMRUNGSRI, S.; OHYAMA, T.; KONNO, T.; IKARASHI, T. Deficiency of N, P, K, Ca, Mg, or Fe Mineral nutrients in *Narcissus* cv. 'Garden Giant'. **Soil Science Plant Nutrition**, v.42, n.4, p.809-820, 1996.

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

UTUMI, M. M.; MONNERAT, P. H.; PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R.; GODINHO, V. P. C. Deficiência de macronutrientes em estêvia: sintomas visuais e efeitos no crescimento, composição de esteviosídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.6, p.1039-1034, 1999.

VIÉGAS, I. J. M.; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, J. F.; CONCEIÇÃO, E. O. NAIFF, A. P. M. Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.315-319, 2004.

YEH, M. D.; LIN, L.; WRIGHT, C. J. Effects of mineral nutrient deficiencies on leaf development, visual symptoms and shoot-root ratio of *Spathiphyllum*. **Scientia Horticulturae**, v.86, p.223-233, 2000.



Figura 1: Folhas de plantas de *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* cultivar Golden Torch cultivadas em solução nutritiva completa, com omissão do elemento N, P, K, Ca, Mg ou S e ausência de macronutrientes (água), aos 150 dias.

Tabela 1: Médias de número de perfilhos, produção de massa seca de folhas e da parte subterrânea (g/planta), número total de folhas e área foliar (cm²) de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, cultivadas em solução completa, com omissão do elemento N, P, K, Ca, Mg ou S e ausência de macronutrientes (água).

Tratamento	Nº de perfilhos	Massa seca das folhas (g)	Massa seca parte subterrânea (g)	Nº de folhas	Área foliar (cm ²)
Completa	9,40 a	83,62 ab	64,51 ab	31,60 d	299,10 d
- N	3,80 b	28,72 cd	31,92 bc	20,60 e	217,50 g
- P	4,00 b	33,18 bcd	51,55 abc	20,20 e	256,20 e
- K	10,60 a	77,79 abc	81,85 a	36,00 c	244,30 f
- Ca	8,60 a	107,46 a	66,22 ab	39,20 b	310,10 c
- Mg	9,40 a	85,62 ab	58,43 abc	37,40 bc	388,20 a
- S	10,80 a	113,46 a	69,65 ab	44,00 a	323,30 b
Água	2,20 b	8,06 d	19,73 c	9,20 f	115,50 h
CV%	27,12	32,26	35,00	26,42	14,68

* médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

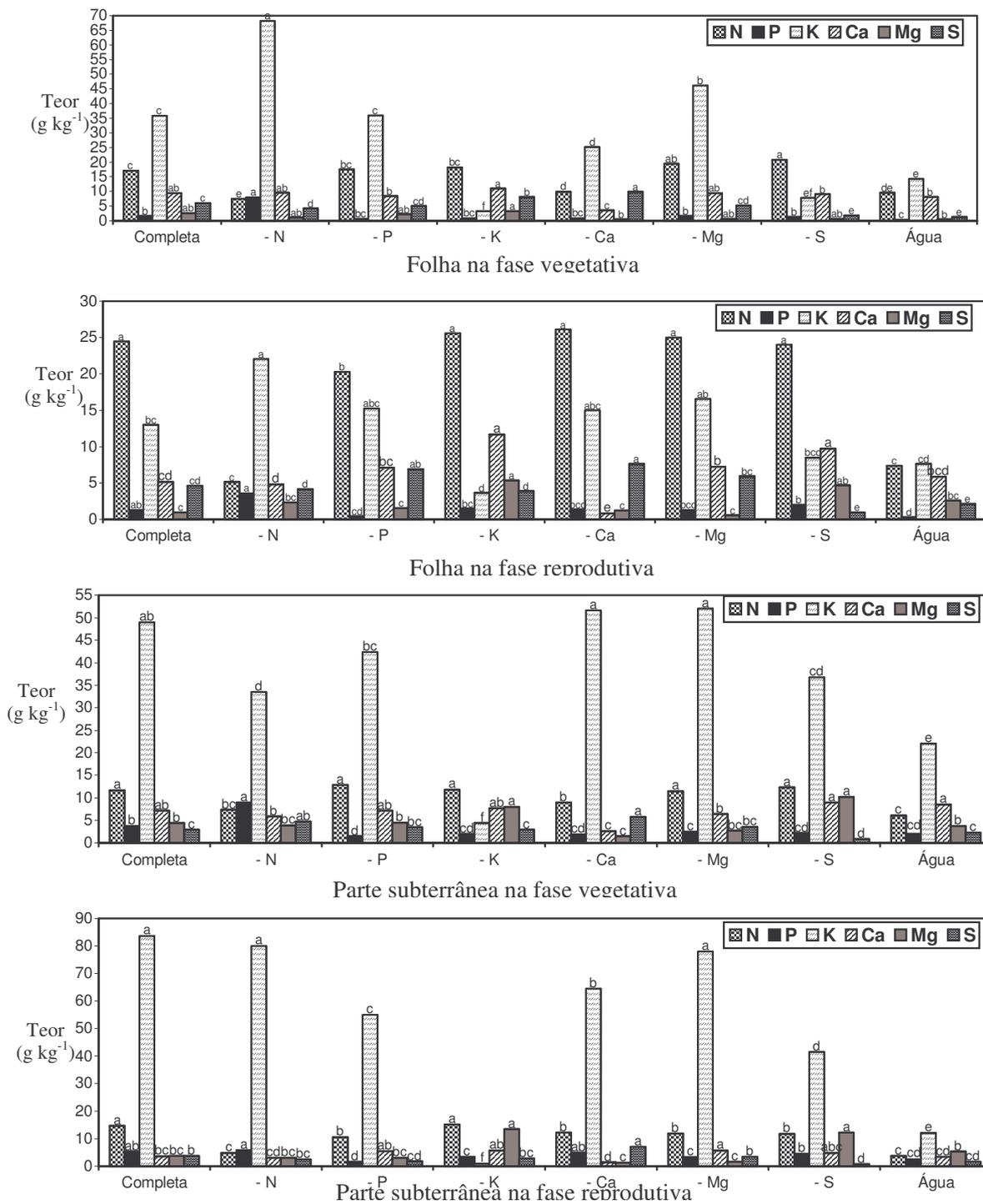


Figura 2. Teores de macronutrientes na folha e parte subterrânea de plantas de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, na fase vegetativa e reprodutiva, cultivadas em solução completa, com omissão de elementos N, P, K, Ca, Mg ou S e ausência de macronutrientes (água). Barras com a mesma letra, para cada gráfico, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 2. Teores de N, P, K, Ca, Mg, S (g Kg^{-1}), nas folhas 1, 2 e 3 do primeiro perfilho de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, cultivadas em solução completa e com omissão de elementos N, P, K, Ca, Mg ou S, colhidas aos 90 DAP (fase vegetativa).

	Folha	Completo	Omissão N	Omissão P	Omissão K	Omissão Ca	Omissão Mg	Omissão S
N	1	23,48A a	8,52A c	14,81B b	22,60 A a	16,19 A b	20,08 B a	22,56 A a
	2	17,15B b	8,72A d	15,30AB bc	16,74 B bc	13,28 B c	24,18 A a	17,39 B b
	3	16,28B b	7,87A c	17,55A ab	18,21B ab	10,07 C c	19,63 B ab	20,54 A a
	CV%	6,19	7,76	3,57	3,24	11,16	4,10	7,12
P	1	2,54 A b	5,73 B a	1,00 A c	1,32 A bc	1,30 A bc	1,72 A bc	1,84 A bc
	2	1,62A b	7,36 A a	0,73 A b	0,83 A b	0,58 A b	1,43 A b	1,33 A b
	3	1,49 A b	7,84 A a	0,68 A b	0,78 A b	0,68 A b	1,53 A b	1,22 A b
	CV%	24,04	16,63	12,04	9,19	24,49	10,81	14,09
K	1	36,91A bc	71,72 A a	32,57 A bc	9,32 A d	38,59 A bc	42,44 A b	24,37 A cd
	2	36,49A b	70,11 A a	36,10 A b	5,70 A d	26,48 AB bc	38,54 A b	12,11 AB cd
	3	32,68 A bc	74,46 A a	36,68 A bc	3,26 A d	25,29 B c	46,03 A b	7,73 B d
	CV%	18,77	8,44	18,82	13,70	10,53	4,76	8,10
Ca	1	3,83 B ab	4,65 B ab	6,93 A a	7,71 B a	1,52 A b	7,10 A a	7,59 A a
	2	5,88AB ab	4,83 B ab	7,32 A a	8,77 AB a	2,75 A b	8,30 A a	7,48 A a
	3	8,76 A a	11,11 A a	8,78 A a	11,41 A a	3,38 A b	9,80 A a	9,05 A a
	CV%	6,72	16,24	7,78	27,68	19,92	17,74	10,43
Mg	1	1,29A ab	1,26 A ab	2,20 A ab	2,66 A a	0,56 A b	0,86 A b	1,90 B ab
	2	1,43A bc	0,93 A c	2,02 A bc	2,90 A ab	0,47 A c	0,86 A c	3,98 A a
	3	1,75 A abc	1,09 A bc	2,28 A ab	3,21 A a	0,49 A c	0,70 A bc	0,69 B bc
	CV%	45,82	24,84	13,42	30,40	10,80	8,71	7,11
S	1	4,63 B b	3,63 A b	4,31 A b	5,27 B b	8,05 A a	5,19 A b	3,05 A b
	2	7,76A ab	4,54 A cd	5,45 A bc	7,34 AB ab	8,74 A a	4,18 A cd	1,85 A d
	3	6,00 AB bc	4,42 A cd	5,12 A c	8,10 A ab	9,31 A a	5,10 A c	1,82 A d
	CV%	18,89	11,43	15,78	6,93	14,21	28,11	7,63

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,05$

Tabela 3. Teor de N, P, K, Ca, Mg, S (g Kg^{-1}), nas folhas 1, 2, 3 do primeiro perfilho de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, cultivadas em solução completa e com omissão de elementos N, P, K, Ca, Mg ou S, colhidas no período de floração (fase reprodutiva).

	Folha	Completo	Omissão N	Omissão P	Omissão K	Omissão Ca	Omissão Mg	Omissão S
N	1	32,50 A a	9,00 A e	17,90 AB d	23,8 A c	30,70 A a	30,50 A ab	26,70 A bc
	2	27,80 B a	8,36 AB c	15,60 B b	24,2 A a	25,90 B a	25,40 B a	19,60 B b
	3	24,40 C a	5,32 B c	20,40 A b	25,4 A a	26,40 B a	25,30 B a	23,80 A ab
	CV%	3,31	5,15	2,52	11,69	2,51	1,34	7,58
P	1	2,05 A cd	3,58 A a	0,36 A e	2,07 A cd	2,36 A bc	1,82 A d	2,77 A b
	2	1,53 B cd	3,23 B a	0,37 A e	1,97 A bc	2,21 A b	1,39 B d	1,82 B bcd
	3	1,32 B c	3,57 A a	0,46 A d	1,50 B c	1,31 B c	1,29 B c	2,03 B b
	CV%	7,44	8,37	9,20	1,83	4,58	5,36	1,83
K	1	15,80 A c	25,50 A a	15,80 A c	4,47 A d	22,00 A ab	24,30 A a	19,10 A bc
	2	13,40 A b	25,20 AB a	13,30 A b	4,09 A c	16,50 B b	15,60 B b	16,20 A b
	3	12,90 A bc	22,10 B a	15,30 A b	3,50 A d	14,80 B b	16,50 B b	8,51 B c
	CV%	2,65	11,91	6,50	3,46	13,65	6,38	4,38
Ca	1	5,39 A ab	3,20 A bc	4,44 B ab	6,84 B a	0,55 A c	5,33 A ab	4,11 C ab
	2	4,39 A ab	3,61 A b	5,00 AB ab	5,57 B ab	0,54 A c	6,95 A a	6,50 B a
	3	4,58 A c	4,74 A c	7,04 A bc	12,00 A a	0,97 A d	7,22 A bc	9,45 A ab
	CV%	19,56	20,79	4,24	10,23	18,20	7,87	9,81
Mg	1	1,32 A c	2,37 A bc	2,49 A bc	3,58 B ab	1,29 A c	1,35 A c	4,86 A a
	2	0,97 A b	1,95 A b	1,53 A b	4,96 A a	1,05 A b	0,70 A b	3,91 A a
	3	0,98 A bc	2,30 A b	1,57 A bc	5,28 A a	1,17 A bc	0,62 A c	4,42 A a
	CV%	19,49	6,95	17,03	26,60	32,00	29,06	7,26
S	1	5,33 A ab	2,90 A b	5,39 AB ab	4,32 A b	7,76 A a	5,36 A ab	2,84 A b
	2	5,17 A ab	4,32 A bc	3,53 B bc	3,21 A bc	7,99 A a	4,29 A bc	0,92 A c
	3	4,44 A b	4,26 A bc	6,29 A ab	3,86 A bc	7,94 A a	4,98 A ab	1,00 A c
	CV%	10,38	12,86	30,29	9,59	12,46	39,65	5,36

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey $P < 0,05$

MANUSCRITO II – Pós-colheita de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch sob deficiência de macronutrientes

Trabalho a ser enviado para
Publicação na Revista de Pesquisa
Agropecuária Brasileira – PAB,
Brasília-DF. ISSN: 0100-204X.

4.2. Manuscrito II. Pós-colheita de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch sob deficiência de macronutrientes

⁽¹⁾ Ana Cecília Ribeiro de Castro⁽¹⁾, Vivian Loges⁽²⁾, Andreza dos Santos Costa⁽²⁾,
Mario Felipe Arruda de Castro⁽²⁾, Lilia Gomes Willadino⁽²⁾

⁽¹⁾ Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT), Caixa Postal 3761, CEP 60511 Fortaleza, CE. E-mail: cecilia@cnpat.embrapa.br ⁽²⁾ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). E-mail: lilia@truenet.com.br, vloges@yahoo.com, andreza.costa@gmail.com, mariocastro@aldeia.com.br

Resumo - Características morfofisiológicas da primeira haste floral e longevidade pós-colheita de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* Aristeguieta cultivar Golden Torch foram avaliadas em plantas submetidas à omissão de macronutrientes. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, mediante técnica do elemento faltante. As inflorescências produzidas do tratamento sob omissão de N apresentaram coloração laranja pálido e deformação nas hastes florais. Os tratamentos com omissão de N, P e K reduziram o comprimento e o diâmetro da haste, o comprimento e a durabilidade pós-colheita da inflorescência, características importantes para a comercialização. As deficiências de macronutrientes reduziram, ainda, a produção de hastes florais. Hastes florais com maior massa seca e diâmetro apresentam maior durabilidade pós-colheita. O teor de carboidrato na parte subterrânea tem correlação positiva com a massa seca encontrada na haste floral.

Termos para indexação: durabilidade, qualidade da inflorescência, flores tropicais, carboidratos, florescimento.

***Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* ‘Golden Torch’ postharvest submitted to macronutrients deficiency**

Abstract - This study objective was to evaluate *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* Aristeguieta ‘Golden Torch’ first flower stem characteristics and postharvest longevity, when submitted to macronutrients omissions. A greenhouse experiment was conducted under the technique of the lacking element. The number of shoots emitted under N and P omission treatments were equal to the distilled water treatment and lower than the complete solution treatment. The inflorescence produced under N omission treatment showed a pale orange color and floral stem deformation. N, P and K omission treatments reduced stem length, stem diameter, inflorescence length and postharvest longevity, which are considered to be important market characteristics. Macronutrients deficiency reduced floral stem production. Greater postharvest longevity is to be found at higher floral stem dry matter. Carbohydrate ratio in underground parts has positive correlation with floral stem dry matter.

Index terms: longevity, inflorescence quality, tropical flowers, carbohydrates, blooming.

Introdução

O mercado mundial de flores tropicais apresenta elevado potencial de crescimento uma vez que os consumidores de países de clima temperado consideram este produto exótico, sendo correlacionado com regiões tropicais. Entre as flores tropicais, as helicônias se destacam pela variedade de formas e cores.

A *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* Aristeguieta cultivar Golden Torch é uma das helicônias mais comercializadas no mundo. Destaca-se por ser muito produtiva e florescer o ano inteiro (Costa, 2005). A sua inflorescência terminal é ereta e possui de 4 a 8 brácteas de cor amarelo alaranjado com flores alaranjadas em seu interior. Em relação à adequação como flor de corte apresenta inflorescência leve, com brácteas dispostas em um mesmo plano, facilitando o acondicionamento em caixas (Loges et al., 2005).

A durabilidade pós-colheita tem sido cada vez mais, um dos principais aspectos a serem observados na produção de flores para corte, sendo pré-requisito para a qualidade do produto e sucesso da comercialização. Entre os fatores que influenciam esses aspectos está o manejo pré-colheita que envolve aspectos nutricionais da cultura. A adubação inadequada pode acarretar deficiências nutricionais e afetar o desenvolvimento, produtividade e qualidade do produto comercial, conseqüência da redução do acúmulo de fotoassimilados, principalmente carboidratos. As flores de corte com maior concentração de carboidratos apresentam maior durabilidade pos-colheita (Nowak & Rudnicki, 1990; Marissen, 2001).

Existe grande variação na recomendação de adubação para helicônias (Criley & Broschat, 1992; Clemens & Morton, 1999; Lamas, 2002). Estas recomendações não consideram as diferentes fases de desenvolvimento da cultura e exigência nutricional de

espécies e cultivares de helicônias uma vez que estas respondem diferentemente a aplicação da adubação de NPK (Ferreira & Oliveira, 2003).

O objetivo deste estudo foi avaliar características pós-colheita da primeira haste floral de plantas de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, sob deficiência de macronutrientes.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, de setembro de 2004 a maio de 2005. Foram utilizados rizomas de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* Aristeguieta cultivar Golden Torch, selecionados com 30 cm de comprimento e 120 g de peso de massa fresca. Na limpeza dos rizomas, as raízes foram removidas, e estes lavados com água desmineralizada e secos ao ar.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 10 repetições por tratamento, sendo a unidade experimental, um rizoma por vaso. Os rizomas foram plantados em vasos plásticos pretos, com capacidade de 12 litros contendo substrato composto exclusivamente de areia grossa lavada e peneirada (com malha de 2 mm), coberta por uma camada de 3 cm de brita a fim de reduzir a evaporação da superfície do substrato.

As plantas foram irrigadas diariamente apenas com água destilada durante os 30 dias iniciais. Após este período, foram aplicados os tratamentos completo que consistido de solução de Hoagland (Anexo 1) a ½ força iônica (Hoagland & Arnon, 1951) e ausência de macronutrientes (água), sendo os demais tratamentos constituídos por solução nutritiva, a ½ força iônica, com a omissão de N, P, K, Ca, Mg ou S, totalizando oito tratamentos.

Para prevenção do acúmulo de sais ou depleções de nutrientes, os tratamentos foram irrigados diariamente com o volume de solução equivalente à sua capacidade de pote acrescido de 25%, e a cada sete dias irrigados com água em duas vezes a capacidade de pote. O pH das soluções foi mantido em torno de 5,5, pelo uso de NaOH ou HCl.

Os perfilhos emitidos foram identificados e para a observação da produção de hastes florais foram utilizadas 5 repetições escolhidas aleatoriamente. Após o início do florescimento, as primeiras hastes florais de cada tratamento foram colhidas quando as inflorescências apresentavam duas brácteas abertas. As avaliações foram realizadas até 260 dias após o plantio.

As hastes foram cortadas, pela manhã, ao nível do substrato de cultivo e os seguintes caracteres foram avaliados: número de dias para emissão do perfilho (NDEP); número de dias para emissão da inflorescência, a partir da formação do perfilho (NDEI); número de dias para a colheita da inflorescência a partir da sua emissão (NDCI); número de dias a partir da emissão do perfilho até a data da colheita (CICLO); massa seca da haste floral sem as folhas (MSH), determinada após a avaliação da durabilidade pós-colheita; diâmetro da haste medido a 20 cm abaixo da inflorescência (DH); comprimento da haste floral, medido da base do pseudocaule ao ápice da inflorescência (CH); comprimento da inflorescência, medido da parte colorida do pedúnculo ao ápice da inflorescência (CI) e durabilidade pós-colheita em dias (POSC). Os teores de carboidratos solúveis totais da parte subterrânea (raízes + rizoma) (CBS), das folhas (CBF) e das hastes florais (CBH), foram determinados pelo Método de Antrona (Bezerra Neto & Barreto, 2004), após a avaliação da POSC.

Para a obtenção da POSC, imediatamente após as medições dos caracteres, as hastes florais foram colocadas em recipientes com água deionizada, renovada a cada dois

dias. As hastes foram mantidas em sala refrigerada a 25°C, em níveis de luminosidade de 15 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A fonte de luz foi parcialmente fornecida por tubos de lâmpada fluorescente fria (General Electric F400 Extralife, 40W) e luz proveniente do ambiente exterior. A umidade relativa média da sala foi de aproximadamente 75%. As avaliações foram diárias, sob critério de notas adaptado de Castro (1993):

- nota 0: aspecto geral excelente (aspecto de recém-colhido);
- nota 1: aspecto geral bom (sinais de senescência pouco característicos, com perda de brilho);
- nota 2: aspecto geral regular (com início de murcha ou com discreto escurecimento das brácteas).

A POSC foi obtida a partir da média do número de dias até a obtenção da nota 2.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Adicionalmente foi realizada a análise de coeficiente de correlação simples das médias, ao nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

A omissão de macronutrientes em *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch influenciou significativamente todos os caracteres avaliados, a exceção de número de dias para emissão do primeiro perfilho (NDEP) (Tabela 1).

O NDEP foi 21,20 dias, em média, para os tratamentos. Nesta fase inicial de desenvolvimento, as plantas ainda não estavam sendo submetidas aos tratamentos, portanto, este crescimento inicial deve-se exclusivamente às reservas dos rizomas.

As plantas do tratamento completo apresentaram número de dias para emissão de inflorescência (NDEI) de 165,20, diferindo de todos os tratamentos, à exceção do

tratamento com omissão de Mg (165,80 dias). Em experimentos com adubação completa foram registrados, para esta cultivar, os seguintes resultados: 168 dias quando cultivadas em vaso (Catley & Brooking, 1996a); 99,28 dias quando cultivadas a pleno sol e 111,09 dias sob sombreamento em campo (Costa, 2005); 150 dias, em condições de campo (Ferreira & Oliveira, 2003). Estas variações são, provavelmente, influenciadas pelas condições em que as plantas foram expostas, nos locais de execução das pesquisas. A omissão de P foi o tratamento que resultou em maior NDEI, de 195,60 dias. Plantas sob deficiência de P apresentam atraso no florescimento (Malavolta, 2006), e alteração na formação de botões florais, de frutos e de sementes (Mengel et al., 2001). Em diversas culturas, o efeito do fósforo na floração, sugere que este macronutriente está relacionado com mudanças nos níveis de fitohormônios envolvidos nesta fenofase (Marschner, 1995).

O maior número de dias para colheita da inflorescência a partir da sua emissão (NDCI) foi observado no tratamento completo (19,40 dias), diferindo de todos os outros tratamentos. Este valor foi semelhante aos observados em cultivo de campo, com a mesma cultivar, por Costa (2005). A omissão de Ca acarretou o menor NDCI (11,60 dias).

O CICLO das plantas do tratamento completo foi de 184,60 dias, não diferindo dos tratamentos com omissão de Ca (184,00 dias) e S (186,00 dias). O menor CICLO foi observado nas plantas com omissão de Mg (181,20 dias). A omissão de P acarretou o maior CICLO (210,80 dias), confirmando a influência deste nutriente na floração (Malavolta, 2006). Catley & Brooking (1986a) observaram ciclo de 180 dias em plantas de helicônia cultivar Golden Torch, cultivadas em vaso com nutrição completa. Salomão et al. (2006) relataram que existe uma crescente demanda de P no período de florescimento em plantas de lichia (*Litchi chinensis*).

A massa seca da haste floral sem as folhas (MSH) do tratamento completo (4,91 g) diferiu dos demais tratamentos. O nutriente que mais influenciou na produção da MSH foi o N (1,62 g), acarretando uma redução de 67% em comparação com as plantas cultivadas com solução completa. A redução da massa seca devido à carência de N é bastante relatada em diversas culturas ornamentais, como *Spathiphyllum* (Yeh et al., 2000) e *Helianthus annuus* (Cechin & Fumis, 2004).

O diâmetro da haste (DH) foi de 6,66 mm nas plantas do tratamento completo, não diferindo dos tratamentos com omissão de Ca, Mg e S, e superior às plantas dos tratamentos com omissão de N (4,58 mm), P (5,36 mm) e K (4,64 mm). Em *Heliconia* cultivar Golden Torch e *Heliconia* cultivar Vincent Red a omissão de N, P e K, em condições de campo, também reduziram o diâmetro da haste floral (Ferreira & Oliveira, 2003). Hastes com diâmetros maiores são mais rígidas, reduzindo o tombamento e quebra na colheita e pós-colheita (Nowak & Rudnicki, 1990).

O comprimento da haste (CH) do tratamento completo foi de 84,60 cm e não diferiu das hastes das plantas dos tratamentos com omissão de Mg, S, P e N. As plantas do tratamento com omissão em Ca produziram flores com maior CH (95,30 cm), quando comparado ao tratamento completo. O menor CH foi observado no tratamento com omissão de K (66,40 cm), fato também detectado por Fernandes (2000), em condições de campo em *H. psittacorum* conduzidas com deficiência de K. A correlação de 0,85* entre CH e DH indica que hastes florais com maiores comprimentos apresentaram diâmetros maiores.

Em relação ao comprimento de inflorescência CI, as plantas do tratamento completo tiveram inflorescências com 18,60 cm e não diferiram dos tratamentos com omissão de Mg e Ca, os quais apresentaram os maiores valores. Os menores valores foram

observados nas plantas com omissão de N (13,20 cm) e K (14,70 cm). O CI apresentou correlação positiva com CH (0,75*) e DH (0,93*), isto é, hastes florais com maior comprimento e diâmetro apresentaram inflorescências maiores. Este fato foi perceptível nos tratamentos em que a omissão dos macronutrientes prejudicou estas características qualitativas da haste.

Foi observado escurecimento gradual das brácteas durante o processo de senescência das inflorescências na pós-colheita. O tratamento completo apresentou uma maior durabilidade pós-colheita (POSC), sendo esta de 15,60 dias, diferindo dos demais tratamentos. Broschat (1985) e Donselman & Broschat (1986) observaram durabilidades pós-colheita de *Heliconia psittacorum* que variaram de 12 a 24 dias. A omissão de K acarretou a menor POSC (9,60 dias). A omissão de N acarretou POSC de 10,80 dias, inferiores aos resultados observados no tratamento completo. Druege (2000 e 2001) destacam que teores adequados de N na nutrição de uma planta ornamental favorecem a durabilidade pós-colheita.

A durabilidade pós-colheita (POSC) apresentou correlações positivas com MSH (0,86*) e DH (0,78*), demonstrando que hastes florais que apresentam maior produção de massa seca e maiores diâmetros apresentam maior durabilidade. Em geral, nas flores de corte, a reserva de carbono contida na haste é utilizada para estender a longevidade potencial das flores e, quanto maior o comprimento e o diâmetro da haste, maior a durabilidade pós-colheita (Kays, 1991).

As flores de corte, ao serem separadas da planta, não recebem mais nutrientes, dependem inteiramente de suas reservas (Druege, 2001). Carbono, na forma de carboidratos, é o principal substrato da respiração, ou seja, é o principal fornecedor da energia necessária ao metabolismo vegetal.

Os teores de carboidratos foram maiores na parte subterrânea (CBS) e nas hastes florais (CBH) e menores nas folhas (CBF) no tratamento completo, observando-se o inverso nos tratamentos em que houve a omissão de N, P, K e Mg, com maiores valores de CBF e menores CBS e CBH (Tabela 1). A correlação negativa entre CBF e CBH (-0,60), embora não significativa, indica que os tratamentos com maior concentração de carboidratos nas folhas acarretaram menor translocação de carboidratos para as hastes florais, o que pode prejudicar a durabilidade pós-colheita, como observado através da correlação de CBH e POSC (0,57).

O teor de carboidratos das hastes florais (CBH) no tratamento completo (27,06 mgL⁻¹) diferiu dos teores observados nos tratamentos com omissão de N (5,27 mgL⁻¹), P (3,92 mgL⁻¹), Mg (17,57 mgL⁻¹) e Ca (17,10 mgL⁻¹). Nowak & Rudnicki (1990) afirmaram que hastes florais com maior conteúdo de carboidratos apresentam maior durabilidade, bem como maior intensidade de coloração das pétalas, fato observado nas hastes florais do tratamento completo.

Além disso, nas plantas cultivadas com a solução completa observou-se que o teor de carboidratos solúveis na haste floral (CBH) foi o dobro do teor obtido na folha (CBF), sugerindo uma grande exportação de carboidratos no processo de floração. Em *Heliconia caribea*, Yee & Tissue (2005) também observaram menores concentrações de açúcares solúveis nas folhas do que nas estruturas florais, no entanto, o teor de amido foi similar nas folhas e estruturas florais. No que se refere ao período da floração, o nível de amido praticamente não varia nas folhas, enquanto que o nível de carboidratos solúveis decresce, o que indica que a floração é mantida principalmente pela fotossíntese que ocorre durante esta fase fenológica. Segundo Druege (2000 e 2001), as fases de floração e frutificação

demandam energia, sendo esperado que ocorra acúmulo de carboidratos em regiões (órgãos) de dreno como as inflorescências.

O teor de carboidratos nas folhas (CBF) no tratamento completo ($14,04 \text{ mgL}^{-1}$) foi inferior aos teores observados nos tratamentos com omissão de N ($24,52 \text{ mgL}^{-1}$), P ($35,25 \text{ mgL}^{-1}$), K ($30,33 \text{ mgL}^{-1}$) e S ($24,32 \text{ mgL}^{-1}$). Estes resultados associados à correlação positiva entre CBF e NDEI ($0,75^*$), indicam que plantas com maiores teores de carboidratos solúveis na folha, levaram mais tempo para iniciar o florescimento, como observado em todos os tratamentos com exceção do tratamento completo e com omissão de Mg.

O teor de carboidrato na parte subterrânea (CBS) no tratamento completo ($32,30 \text{ mgL}^{-1}$) foi maior que os teores observados nos demais tratamentos, excetuando o tratamento com omissão de S. A correlação positiva entre CBS e MSH ($0,90^*$) sugere que o maior acúmulo de carboidratos nas raízes e rizoma proporcionam hastes florais com maior massa seca e conseqüentemente maior durabilidade pós-colheita.

No tratamento com omissão de P observou-se, concomitantemente, ao menor teor de carboidratos na haste floral, o maior teor de carboidratos na folha (Tabela 1). Pieters et al. (2001) observaram que a omissão de P resultou em decréscimo na exportação de carbono das folhas (fonte), que foi quatro vezes inferior à exportação de carbono das folhas de plantas com suprimento adequado de P. Os autores destacam ainda que o acúmulo do produto final (carboidratos) foi um fator limitante da fotossíntese em plantas sob deficiência de P. Evidências sugerem que as plantas usam os carboidratos como recurso energético para o período reprodutivo e que a alocação de carboidratos pode variar consideravelmente entre espécies (Yee & Tissue, 2005).

A deficiência de K resultou em menores valores de massa seca da haste floral, durabilidade pós-colheita, paralelamente ao acúmulo de carboidratos nas folhas. Sob deficiência de K, as plantas acumulam mais carboidratos nas folhas e este acúmulo está associado com a restrição do transporte da sacarose, redução da produção de massa seca e alteração no padrão de partição de fotoassimilados entre os tecidos da planta (Zhao et al., 2001; Hermans et al., 2006).

Segundo Yee e Tissue (2005), na fase de florescimento, os níveis de carboidratos variam muito entre as brácteas e outras partes da planta. O acúmulo amido no pecíolo, rizoma e brácteas de *H. caribaeae*, sugere que este tipo de carboidrato não é utilizado para a produção da flor e sim acumulado para potencial uso na produção de frutos. Neste caso, como as hastes são utilizadas como flor de corte, quanto maior este acúmulo, maior a durabilidade pós-colheita.

As inflorescências produzidas pelas plantas no tratamento com omissão de N apresentaram brácteas com coloração mais pálida e deformações quando comparadas com as inflorescências produzidas no tratamento completo (Figura 1). Chitarra & Chitarra (2005) relatam que a deficiência de nitrogênio prejudica a coloração de vários produtos hortícolas. O aspecto geral das inflorescências dos demais tratamentos foi semelhante ao das inflorescências do tratamento completo.

Todos os perfilhos produzidos por plantas de *Heliconia* cultivar Golden Torch apresentam potencial para emitir as inflorescências (Catley & Brooking, 1986b). No entanto, notou-se que perfilhos emitidos de plantas submetidas à omissão de nutrientes, podem não florescer. No tratamento completo, quatro perfilhos floresceram até 260 DAP (Figura 2). Nos tratamentos com omissão de nutrientes, foi observado que 100% dos primeiros perfilhos emitiram hastes florais. Os tratamentos com omissão de N, P, K e Mg

reduziram a produção de hastes florais a partir do segundo perfilho, a omissão de S a partir do terceiro perfilho e a omissão de Ca a partir do quarto perfilho. A aplicação de doses crescentes de N, P e K em condições de campo favoreceu a produtividade de *Heliconia* cultivar Golden Torch (Ferreira & Oliveira, 2003). Não foi observada a formação de inflorescências nas plantas mantidas apenas com água destilada, indicando que as reservas dos rizomas não foram suficientes para assegurar o florescimento dos perfilhos emitidos.

As omissões de N, P e K afetaram o CH, DH, CI, POSC e teores de carboidratos solúveis totais, que são características importantes em uma haste floral, pois definem a quantidade e qualidade para comercialização do produto final. Embora os resultados para a maioria das características avaliadas nos tratamentos com omissão de Ca e Mg foram semelhantes aos observados no tratamento completo, as omissões destes nutrientes reduziram a durabilidade pós-colheita.

Considerando que as plantas dos tratamentos com omissão dos macronutrientes prejudicaram características pós-colheita das hastes florais, é evidente que a qualidade destas pode ser melhorada através da adequada adubação, com destaque para o fornecimento de nitrogênio, fósforo e potássio.

Conclusões

1. Características importantes para pós-colheita e comercialização de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch como comprimento e diâmetro da haste, comprimento da inflorescência, durabilidade pós-colheita e teor de carboidratos das hastes florais são comprometidas com deficiências de N, P e K.

2. A omissão de macronutrientes afeta a produção de hastes florais a partir do segundo perfilho.

3. Hastes florais com maior massa seca e diâmetro apresentam maior durabilidade pós-colheita.

4. Maior acúmulo de carboidratos nas raízes e rizoma proporciona maior massa seca nas hastes florais.

5. Maiores teores de carboidratos solúveis nas folhas retardam a emissão da inflorescência.

Agradecimentos

À CAPES pela bolsa concedida; aos Laboratórios de Floricultura e Química Agrícola da UFRPE; ao Banco do Nordeste - ETENE/FUNDECI, pelo financiamento do projeto executado.

Referências

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos de análises químicas em plantas**, Recife: UFRPE, 2004. 148p.

BROCHAT, T. K. Production and postharvest culture of *Heliconia psittacorum* in South Florida. **Bulletin Heliconia Society International**, v.1, n.1, p.6, 1985.

CASTRO, C.E.F. **Helicônias como flores de corte: adequação de espécies e tecnologia pós-colheita**. 1993. 191p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba.

CATLEY, J.; BROOKING, I. Shoot development and flowering of *Heliconia* 'Golden Torch'. **Bulletin Heliconia Society International**, v.8, n.1, p.1-4, 1986a.

CATLEY, J. & BROOKING, I. Temperature and light influence growth and flower production in *Heliconia* 'Golden Torch'. **Hortscience**, v.31, n.2, p.213-217, 1986b.

CECHIN, I.; FUMIS, T. F. Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants growth in greenhouse. **Plant Science**, v.166, p.1379-1385. 2004.

- CHITARRA, M. I. F. & CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.: il.
- CLEMENS, J.; MORTON, R. H. Optimizing mineral nutrition for flowers production in *Heliconia* 'Golden Torch' using response surface methodology. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.124, n.6, p.713-718. 1999.
- COSTA, A. S. **Características agronômicas e genéticas de helicônias na Zona da Mata de Pernambuco**. 2005. 80p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural Pernambuco, Recife.
- CRILEY, R. A.; BROCHAT, T. K. *Heliconia*: botany and horticulture of new floral crop. **Horticulture Review**, v.14, p.1-55, 1992.
- DONSELMAN, H. M.; BROCHAT, T. K. Production of *Heliconia psittacorum* for cut flowers in South Florida. **Bulletin Heliconia Society International**, v.1, n.4, p.4-6, 1986.
- DRUEGE, U. Influence of preharvest nitrogen supply on postharvest behaviour of ornamentals: importance of carbohydrate status, photosynthesis and plant hormones. **Gartenbauwissenschaft**, v.65, n.2, p.52-64, 2000.
- DRUEGE, U. Postharvest responses of different ornamental products to preharvest nitrogen supply: role of carbohydrates photosynthesis and plants hormones. **Acta Horticulturae**, v.543, p.97-105, 2001.
- FERNANDES, E. P. **Crescimento e produção de *Heliconia psittacorum* em função de adubação mineral e densidade de plantio**. 2000. 90p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- FERREIRA, L. B.; OLIVEIRA, S. A. Estudos de doses de NPK nas variáveis de crescimento e produtividade de inflorescências de *Heliconia* sp. **Revista Brasileira de Horticultura ornamental**, v.9, n.2, p.121-127, 2003.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. California Agricultural Experiment Station, 1951. 34p. (Circular)

HERMANS, C.; HAMMOND, J. P.; WHITE, P. J.; VERBRUGGEN, N. How plants respond to nutrient shortage by biomass allocation ? **Trends in Plant science**, v.11, n.12, 2006.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Canada: An Avi Book. 1991. 532 p.

LAMAS, A. M. **Floricultura Tropical: Técnicas de Cultivo**. Recife: SEBRAE/PE, 2002. 88p.

LOGES, V.; TEIXEIRA, M.C. F.; CASTRO, A.C.R.; COSTA, A.S. Colheita e pós-colheita de flores tropicais no estado de Pernambuco. **Revista de Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.699-672, 2005.

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

MARISSSEN, N. Effects of pre-harvest light intensity and temperature on carbohydrate levels and vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**, v.543, p.331-343, 2001.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MENGEL, K.; KIRKBY; E. A.; KOSEGARTEN, H.; APPEL, T. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Bern: Internacional Potach Institute, 2001. 868p.

NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens and potted plants**. Portland: Timber Press, 1990. 210p.

PIETERS, A. J.; PAUL, M. J.; LAWLOR, D. W. Low sink demand limits photosynthesis under Pi deficiency. **Journal of Experimental Botany**, v.52, n.358, p.1083-1091, 2001.

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, M. E. C. Acúmulo de macronutrientes nas folhas e caules do ramo produtivo da lichieira 'bengal' durante um ano. **Ciência Agrotécnica**, v.30, n.1, p.9-14, 2006.

YEE, D.; TISSUE, D. T. Relationships between non-structural carbohydrate concentration and flowering in a subtropical herb, *Heliconia caribaea* (Heliconiaceae). **Caribbean Journal of Science**, v.41, n.2, p. 243-249, 2005.

YEH, M. D.; LIN, L.; WRIGHT, C. J. Effects of mineral nutrient deficiencies on leaf development, visual symptoms and shoot-root ratio of *Spathiphyllum*. **Scientia Horticulturae**, v.86, p.223-233, 2000.

ZHAO, D.; OOSTERHUIS, D. M.; BEDNARZ, C. W. Influence of potassium deficiency on photosynthesis, chlorophyll content, and chloroplast ultrastructure of cotton plants. **Photosynthetica**, v.39, n.1, 103-109, 2001.

Tabela 1: Características da primeira haste floral de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, cultivadas em solução completa e com omissão de elementos N, P, K, Ca, Mg ou S.

Trat.	NDEP	NDEI	NDCI	CICLO	MSH	DH	CH	CI	POSC	CBF	CBS	CBH
Completo	21,00 a	165,20 e	19,40 a	184,6 c	4,91 a	6,66 a	84,60 bc	18,60 a	15,60 a	14,04 d	32,30 a	27,06 a
Omissão de N	21,00 a	172,00 c	16,80 b	188,8 b	1,62 e	4,58 b	76,40 c	13,20 c	10,80 cd	24,52 bc	4,67 d	5,27 c
Omissão de P	23,80 a	195,60 a	15,20 bc	210,8 a	3,55 bc	5,36 b	80,50 bc	15,00 bc	11,20 cd	35,25 a	19,39 bc	3,92 c
Omissão de K	21,00 a	176,80 b	14,00 c	190,8 b	2,41 d	4,64 b	66,40 d	14,70 c	9,60 d	30,33 ab	12,90 cd	20,65 ab
Omissão de Ca	19,60 a	172,00 c	11,60 d	184,0 c	3,18 c	6,91 a	95,30 a	18,40 a	12,80 bc	13,67 d	7,86 d	17,10 b
Omissão de Mg	21,00 a	165,80 e	15,40 bc	181,2 d	3,00 cd	6,67 a	88,10 ab	19,80 a	11,60 bcd	20,11 cd	19,96 bc	17,57 b
Omissão de S	21,00 a	169,20 d	16,80 b	186,0 c	3,98 b	6,80 a	82,80 bc	17,50 ab	14,00 ab	24,32 bc	25,21 ab	19,17 ab
Média	21,20	173,80	15,88	15,89	3,24	5,94	82,01	16,74	12,22	23,18	17,47	15,82
CV(%)	24,33	9,56	34,56	33,81	11,29	9,58	5,88	7,36	8,76	21,47	23,71	29,11

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

NDEP – número de dias para emissão de perfilhos; NDEI – número de dias para emissão da inflorescência a partir da formação do perfilho; NDCI – número de dias para a colheita da inflorescência a partir da sua emissão; CICLO – número de dias a partir da emissão do perfilho até a data da colheita; MSH (g) – massa seca da haste floral, sem as folhas, determinada após a avaliação da durabilidade pós-colheita; DH (mm) – diâmetro da haste 20 cm abaixo da inflorescência; CH (cm) - comprimento da haste, medido da base do pseudocaule ao ápice da inflorescência; CI (cm) - comprimento da inflorescência, medido da parte colorida do pedúnculo ao ápice da inflorescência; POSC – durabilidade pós-colheita em dias; CBF (mgL⁻¹) - teor de carboidrato solúvel total das folhas; CBS (mgL⁻¹) - teor de carboidrato solúvel total da parte subterrânea (raízes + rizoma); CBH (mgL⁻¹) - teor de carboidrato solúvel total das hastes florais.

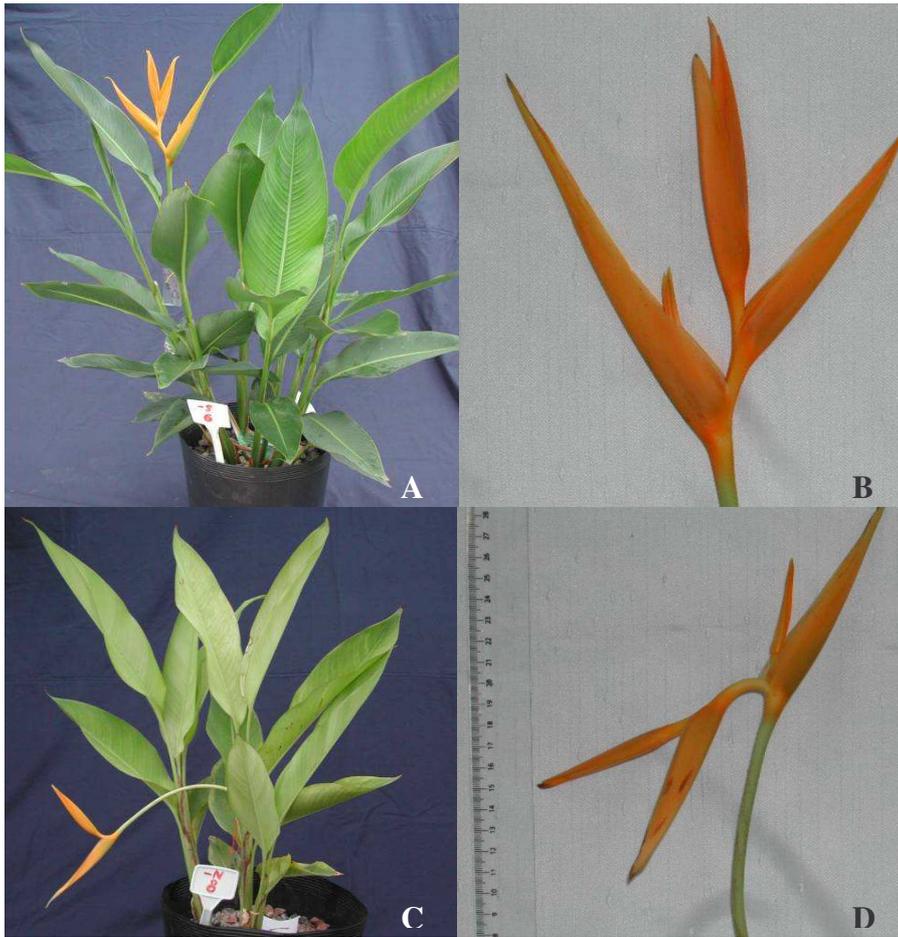


Figura 1: *Heliconia psittacorum x H. spathocircinata* cultivar Golden Torch cultivadas em solução completa (A e B) e com omissão de N (C e D).

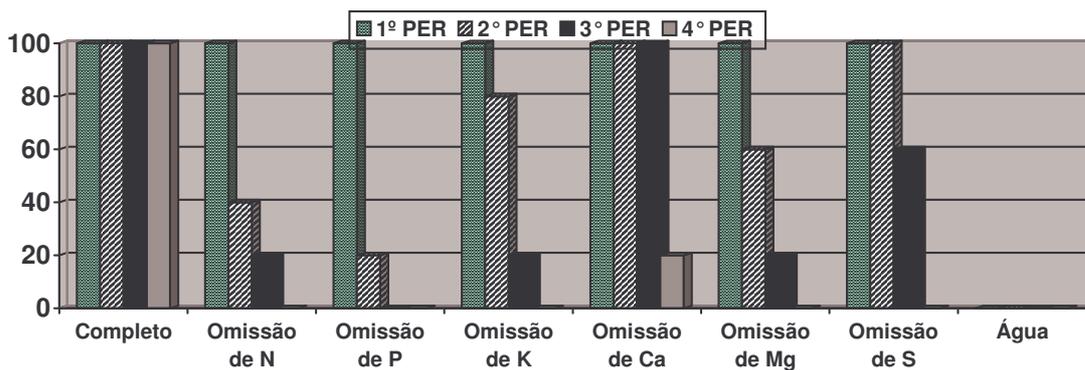


Figura 2: Porcentagem de florescimento, dos quatro primeiros perfilhos emitidos, de *Heliconia psittacorum x H. spathocircinata* cultivar Golden Torch, cultivadas em solução completa, com omissão de N, P, K, Ca, Mg ou S e ausência de macronutrientes (água), aos 260 dias DAP.

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As plantas de *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* cultivar Golden Torch, cultivadas na solução de Hoagland a ½ força iônica e pH mantido em torno de 5,5 (solução completa) cresceram normalmente e sem sintomas de deficiência, indicando que a solução e pH adotados foram apropriados para o seu crescimento.

Os sintomas visuais das deficiências dos nutrientes, com exceção do tratamento com omissão de Ca, surgiram na seguinte ordem de ocorrência: N, Mg, K, P, e S. As plantas sob omissão de N apresentaram sintomas de deficiência mais acentuados. As carências de N e P afetaram com maior intensidade os indicadores de crescimento: número de perfilhos, produção de massa seca da parte aérea e da parte subterrânea, número total de folhas e área foliar.

A interação entre os macronutrientes envolve muitos aspectos relativos à planta e ao meio ambiente. Neste complexo de influências nem sempre é possível explicar o aumento ou diminuição de determinado nutriente perante a ausência de outro. É importante salientar que a reserva de macronutrientes dos rizomas, unidade propagativa utilizada neste trabalho, fez com que, apesar da omissão total de cada nutriente, não ocorressem sintomas mais agudos, muitas vezes encontrados em trabalhos de supressão de macronutrientes de espécies propagadas por sementes. Sugere-se que outros experimentos, com helicônias, sejam realizados por períodos mais longos. Outra sugestão é a utilização de mudas propagadas por cultura de tecido as quais não possuam as reservas do rizoma.

É muito importante a identificação do tecido para análise de teores de macronutrientes que represente o estado nutricional de uma planta. Apesar de não se ter observado diferença significativa entre as folhas avaliadas, percebeu-se uma forte tendência da terceira folha apresentar os menores teores dos nutrientes nos seus respectivos tratamentos de omissão, nas duas fases de desenvolvimento avaliadas. Este fato serve de base para a escolha desta folha como indicadora da condição nutricional da planta.

Com base nos teores em g kg^{-1} dos macronutrientes na terceira folha do primeiro perfilho emitido, encontraram-se os seguintes valores no tratamento completo e no tratamento com omissão do nutriente, respectivamente: N = 16,28 e 7,87; P = 1,49 e 0,68; K = 32,68 e 3,26; Ca = 8,76 e 3,38; Mg = 1,75 e 0,70; S = 6,00 e 1,82, na fase vegetativa e N = 24,40 e 5,32; P = 1,32 e 0,46; K = 12,88 e 3,50; Ca = 4,58 e 0,97; Mg = 0,98 e 0,62; S = 4,44 e 1,00, no período de floração.

As omissões de N, P e K reduziram o comprimento e diâmetro da haste, comprimento da inflorescência e durabilidade pós-colheita, características importantes em uma haste floral, pois define a qualidade, adequação para comercialização e valor de mercado, além disso, reduziram a produção de hastes florais. Estes resultados indicam que no manejo desta cultura, estes macronutrientes estão relacionados diretamente com a qualidade e quantidade de hastes produzidas. A redução da produtividade em plantios comerciais de helicônias cultivar Golden Torch pode estar associada a deficiências dos macronutrientes.

Hastes florais com maior massa seca apresentaram maior durabilidade pós-colheita. Também foi observado que este acúmulo de massa seca nas hastes florais ocorreu em plantas com maior teor de carboidratos nas raízes e rizoma, o que proporcionou maior durabilidade.

Percebe-se frequentemente desequilíbrios nutricionais em plantios comerciais devido à falta de informações técnicas. Com a adequação e aprimoramento das técnicas de cultivo, o produtor poderá dispor de maior quantidade de inflorescências com melhor qualidade, valorizando o seu produto no mercado e aumentando a rentabilidade da propriedade agrícola.

6. ANEXOS

6.1 Composição química da solução nutritiva:

Solução nutritiva completa Hoagland & Arnon (1951) e solução nutritiva modificada com omissão de macronutrientes, utilizadas nos experimentos. Volume (mL) a ser pipetado para preparo de 1 L de solução nutritiva.

Soluções	Tratamentos (mL ⁻¹)						
	Completa	Omissão de N	Omissão de P	Omissão de K	Omissão de Ca	Omissão de Mg	Omissão de S
KH ₂ PO ₄	1	1	-	-	1	1	1
KNO ₃	5	-	5	-	5	5	5
Ca (NO ₃) ₃	4	-	5	5	-	5	5
MgSO ₄	2	2	2	2	2	-	-
KCl	-	5	1	-	-	-	-
CaCl	-	5	-	-	-	-	-
NH ₄ H ₂ PO ₄	-	-	-	1	-	-	1
NH ₄ NO ₃	-	-	-	2	5	-	-
NaSO ₂	-	-	-	-	-	2	-
MgCl ₂	-	-	-	-	-	-	2
Micronutrientes	1	1	1	1	1	1	1
Fe-EDTA	1	1	1	1	1	1	1

*Solução 1 molar

** Composição de solução de micronutrientes (g L⁻¹): H₃BO₃-2,86; Mn Cl₂.4H₂O-1,81;

ZnCl₂-0,10; CuCl₂-0,04; H₂MoO₄-0,02

*** Dissolver 26,1g de EDTA-dissódico em 286 mL de NaOH N, misturar com 24,9g de

FeSO₄.7H₂O. Arejar por uma noite e completar volume para um litro.

6.2 Normas para publicação na PAB:

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico para publicação. A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassarem a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas, Novas Cultivares e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor. Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

Os trabalhos devem ser encaminhados por via eletrônica para: pab@sct.embrapa.br

A mensagem que encaminha o trabalho para publicação deve conter:

- * Título do trabalho.
- * Nome completo do(s) autor(es).
- * Formação acadêmica e grau acadêmico do(s) autor(es).
- * Endereço institucional completo e endereço eletrônico do(s) autor(es).
- * Indicação do autor correspondente.
- * Acima de quatro autores, informar a contribuição de cada um no trabalho.
- * Destaque sobre o aspecto inédito do trabalho.
- * Indicação da área técnica do trabalho.
- * Declaração da não-submissão do trabalho à publicação em outro periódico.

Cada autor deve enviar uma mensagem eletrônica, expressando sua concordância com a submissão do trabalho.

O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

APRESENTAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

Artigos em inglês – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
 - * Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".
 - * Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
 - * Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

* As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

* Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Nomes dos autores

* Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

* O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à respectiva chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

* São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

* Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

* Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

* O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

* Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

* Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos empregados na pesquisa, os resultados e a conclusão.

* O objetivo deve estar separado da descrição de material e métodos.

* Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

* O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

* A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

* Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

* Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

- * Não devem conter palavras que componham o título.
- * Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
 - * Deve ocupar, no máximo, duas páginas.
 - * Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
 - * O último parágrafo deve expressar o objetivo, de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- * A expressão Material e Métodos deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- * Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- * Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- * Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- * Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- * Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- * Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- * Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- * Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.
- * Pode conter tabelas e figuras.

Resultados e Discussão

- * A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Resultados e Discussão devem ser grafados com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Deve ocupar quatro páginas, no máximo.

- * Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- * As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- * Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos frente aos apresentados por outros autores.
- * Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- * Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- * As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- * Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- * As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- * O termo Conclusões deve ser centralizado na página e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo, e elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- * Não podem consistir no resumo dos resultados.
- * Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- * Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- * A palavra Agradecimentos deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- * Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- * A palavra Referências deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- * Devem ser normalizadas de acordo com as normas vigentes da ABNT.
- * Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-

vírgula, sem numeração.

- * Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- * Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- * Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- * Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- * Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BASTISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

Teses e dissertações

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003.

Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em:
'<http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>. Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

* Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

* A autocitação deve ser evitada.

Redação das citações dentro de parênteses

* Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

* Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

* Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

* Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

* Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

* Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

* Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

* Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

* Fórmulas, expressões, símbolos ou equações matemáticas, escritas no editor de equações do programa Word, devem ser enviadas também em arquivos separados, no programa Corel Draw, gravadas com extensão CDR.

* No texto, devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

* Não devem apresentar letras em itálico ou negrito.

Tabelas

* As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após referências.

* Devem ser auto-explicativas.

* Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

* Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

* O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

* No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

* Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

* Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo; a coluna indicadora é alinhada esquerda.

* Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

* Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

* Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares.

* Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

* As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

* Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

* Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

* Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ^{ns} (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

* São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

* Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

* O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

* Devem ser auto-explicativas.

* A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

* Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

* Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

* O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.

* As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

* Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

* Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

* As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que

comprometa o entendimento do gráfico.

* Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

* Devem ser gravadas no programa Word ou Excel, para possibilitar a edição em possíveis correções.

* Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

* No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

* Não usar negrito nas figuras.

* As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

* Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

OUTRAS INFORMAÇÕES

• Não há cobrança de taxa de publicação.

• Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.

• O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.

• São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

• Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

• Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica, Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, Caixa Postal 040315, CEP 70770-901 Brasília, DF.