

**DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS EM  
BANANEIRA ORNAMENTAL (*Musa velutina* H.  
Wedl. & Drude): ALTERAÇÕES QUÍMICAS E  
MORFOLÓGICAS E CARACTERIZAÇÃO DE  
SINTOMAS VISUAIS**

**PAULO JORGE DE PINHO**

**2007**

**PAULO JORGE DE PINHO**

**DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS EM BANANEIRA ORNAMENTAL  
(*Musa velutina* H. Wedl. & Drude): ALTERAÇÕES QUÍMICAS E  
MORFOLÓGICAS E CARACTERIZAÇÃO DE SINTOMAS VISUAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para a obtenção do título de “Doutor”.

**Orientadora  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup>. Janice Guedes de Carvalho**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2007**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Pinho, Paulo Jorge de.

Deficiências nutricionais em bananeira ornamental (*Musa velutina* H. Wedl. & Drude): alterações químicas e morfológicas e caracterização de sintomas visuais / Paulo Jorge de Pinho. -- Lavras : UFLA, 2007.

152 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

Orientador: Janice Guedes de Carvalho.

Bibliografia.

1. Bananeira ornamental. 2. Sintomas visuais. 3. Nutrição mineral. 4. Anatomia. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.934210413

**PAULO JORGE DE PINHO**

**DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS EM BANANEIRA ORNAMENTAL  
(*Musa velutina* H. Wedl. & Drude): ALTERAÇÕES QUÍMICAS E  
MORFOLÓGICAS E CARACTERIZAÇÃO DE SINTOMAS VISUAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para a obtenção do título de “Doutor”.

**APROVADA em 19 de Dezembro de 2007**

Pesq. Dr<sup>a</sup>. Ana Rosa Ribeiro Bastos - UFLA

Prof. Dr. Enilson de Barros Silva - UFVJM

Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro - UFLA

Prof. Dr. Takashi Muraoka - CENA/USP

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Janice Guedes de Carvalho  
UFLA  
(Orientadora)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

**DEDICO.**

À minha querida esposa Renata, por todo amor e carinho, pelo constante incentivo e dedicação, me acalmando e confortando em todos os momentos que estive longe e perto dela.

**OFEREÇO.**

Aos meus pais Lourdes e José por terem me ensinado o valor dos estudos, pelo amor e carinho e pelo incentivo, mesmo à distância.

Aos meus irmãos Nadine e Cristiano, pela força e incentivo.

À minha sobrinha Mariana, pela alegria e pelos telefonemas.

*”Não é o bastante ver que um jardim é bonito sem ter que acreditar também que há fadas escondidas nele?”*

*Douglas Adams.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência do Solo (DCS), pela oportunidade da realização do curso de pós-graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

À professora Janice Guedes de Carvalho pelo apoio, orientação, amizade, incentivo e valiosos ensinamentos ao longo do meu mestrado e doutorado.

À Doutora e amiga Ana Rosa Ribeiro Bastos por todas as orientações, sugestões e pela amizade.

Ao professor Doutor Enilson de Barros Silva por toda a orientação, oportunidades e amizade desde o tempo de minha graduação.

Ao professor Doutor Evaristo Mauro de Castro pela orientação e sugestões na confecção da tese.

Ao professor Doutor Takashi Muraoka pelas sugestões e por ter prontamente atendido ao convite de participação da banca de defesa.

A todos os funcionários do DCS, em especial ao grande amigo Adalberto Ribeiro (Dal) pela amizade, “quebra-galhos” e realização das análises foliares.

Ao Giuslan Carvalho Pereira e à Mirian Aparecida de Castro do Departamento de Biologia pela ajuda e dedicação na realização dos cortes histológicos.

Ao amigo e colega Felipe Campos Figueiredo pelas sugestões de análises para a tese e pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos amigos que fiz durante meu curso de mestrado e do doutorado nesta Universidade.

Aos meus “irmãos”, “sobrinhos” e “filhos”, orientados da professora Janice, que permaneceram fielmente ao meu lado na montagem, avaliações e colheita dos experimentos: Leilson (Baixinho), Jussara (Juju), Núbia, Guilherme, Rodrigo, Shigueto (Tchê), Henrique, Nilma, Eric e Natália.

Aos professores do DCS, pelos valiosos conhecimentos transmitidos neste período.

Aos colegas da minha “ex República”, Carlos Juliano (Caju), Fabrício (Catapora), Pedro (Catenga) e Ramilo (Camilão) pela convivência em casa e pelo incentivo durante parte da realização da tese.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a conclusão do trabalho.

**OBRIGADO**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>2</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
2.1 A planta.....	4
2.2 Nutrição e adubação de plantas ornamentais.....	4
2.3 Avaliação do estado nutricional das plantas.....	5
2.3.1 Diagnose visual.....	5
2.3.2 Diagnose foliar.....	7
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO DE SINTOMAS VISUAIS DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS SIMPLES E MÚLTIPLAS EM BANANEIRA ORNAMENTAL</b> .....	<b>10</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>12</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>16</b>
3.1 Deficiência de nitrogênio.....	16
3.2 Deficiência de fósforo.....	18
3.3 Deficiência de potássio.....	21
3.4 Deficiência de cálcio.....	24
3.5 Deficiência de magnésio.....	26
3.6 Deficiência de enxofre.....	28
3.7 Deficiência de boro.....	30
3.8 Deficiência de ferro.....	34
3.9 Deficiência de manganês.....	36
3.10 Deficiência de cálcio e boro.....	39

3.11 Deficiência de magnésio e manganês.....	41
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO III – COMPOSIÇÃO QUÍMICA, EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES E ASPECTO DE CACHOS DE BANANEIRA ORNAMENTAL SOB OMISSÃO DE NUTRIENTES.....</b>	<b>47</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>48</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>50</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>52</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>54</b>
3.1 Parâmetros de crescimento e produção de matéria seca.....	54
3.2 Aspecto visual dos cachos.....	57
3.3 Teor e acúmulo de nutrientes.....	60
3.3.1 Teor e acúmulo de macronutrientes.....	60
3.3.1.1 Teor e acúmulo de nitrogênio.....	60
3.3.1.2 Teor e acúmulo de fósforo.....	61
3.3.1.3 Teor e acúmulo de potássio.....	63
3.3.1.4 Teor e acúmulo de cálcio.....	65
3.3.1.5 Teor e acúmulo de magnésio.....	66
3.3.1.6 Teor e acúmulo de enxofre.....	68
3.3.2 Teor e acúmulo de micronutrientes.....	70
3.3.2.1 Teor e acúmulo de boro.....	70
3.3.2.2 Teor e acúmulo de cobre.....	71
3.3.2.3 Teor e acúmulo de ferro.....	73
3.3.2.4 Teor e acúmulo de manganês.....	74
3.3.2.5 Teor e acúmulo de zinco.....	76
3.3.3 Ordem de exportação de nutrientes pelos cachos.....	77
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>80</b>
<b>CAPÍTULO IV – DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL EM BANANEIRA ORNAMENTAL: EFEITOS NO CRESCIMENTO E NO ESTADO NUTRICIONAL.....</b>	<b>83</b>

<b>RESUMO.....</b>	<b>84</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>86</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>87</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>88</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>91</b>
3.1 Produção de matéria seca e parâmetros de crescimento.....	91
3.1.1 Produção de matéria seca.....	91
3.1.1.1 Produção de matéria seca de folhas e pseudocaule.....	92
3.1.1.2 Produção de matéria seca de rizoma.....	94
3.1.1.3 Produção de matéria seca de raiz.....	95
3.1.1.4 Produção de matéria seca de perfilhos.....	96
3.1.2 Parâmetros de crescimento.....	97
3.1.2.1 Altura das plantas.....	98
3.1.2.2 Diâmetro do pseudocaule.....	110
3.1.2.3 Número de perfilhos.....	110
3.1.2.4 Número de folhas.....	111
3.1.2.5 Comprimento e largura da terceira folha.....	111
3.2 Teor e acúmulo de nutrientes.....	113
3.2.1 Teor e acúmulo de macronutrientes.....	113
3.2.1.1 Teor e acúmulo de nitrogênio, fósforo e enxofre.....	113
3.2.1.2 Teor e acúmulo de potássio, cálcio e magnésio.....	118
3.2.2 Teor e acúmulo de micronutrientes.....	123
3.2.2.1 Teor e acúmulo de boro, cobre e ferro.....	123
3.2.2.2 Teor e acúmulo de manganês e zinco.....	127
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>131</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>132</b>
<b>CAPÍTULO V – CARACTERÍSTICAS DA ANATOMIA FOLIAR DE BANANEIRA ORNAMENTAL (<i>Musa velutina</i> H. Welld. &amp; Drude) SUBMETIDAS A DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS.....</b>	<b>136</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>137</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>138</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>139</b>

<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>141</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>144</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>150</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>151</b>

## RESUMO

Pinho, Paulo Jorge de. **Deficiências nutricionais em bananeira ornamental (*Musa velutina* H. Wedl. & Drude):** alterações químicas e morfológicas e caracterização de sintomas visuais. 2007. 152 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

O objetivo deste trabalho foi de caracterizar os sintomas visuais de deficiências nutricionais simples e múltiplas, a composição química, exportação e aspecto de cachos sob omissão de nutrientes, efeitos de deficiências nutricionais no crescimento e na nutrição mineral e alterações morfo-anatômicas. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação da área experimental do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG). O experimento foi iniciado em novembro de 2006, por um período de seis meses. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 repetições e 12 tratamentos. Os tratamentos consistiram de: Solução Hoagland & Arnon (1950) completa, com omissão de N (-N), com omissão de P (-P), com omissão de K (-K), com omissão de Ca (-Ca), com omissão de Mg (-Mg), com omissão de S (-S), com omissão de B (-B), com omissão de Fe (-Fe), com omissão de Mn (-Mn), com omissão de Ca e B (-CaB) e com omissão de Mg e Mn (-MgMn). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias avaliadas pelo teste Scott & Knott ( $p \leq 0,05$ ). As plantas foram observadas, verificando-se as alterações decorrentes das omissões de nutrientes e os sintomas caracterizados e fotografados à medida que ocorriam durante o período experimental. Os sintomas visuais de deficiências nutricionais foram semelhantes aos descritos na literatura para a bananeira comestível. Há dominância dos sintomas de B quando esse nutriente é omitido em conjunto com o Ca. Sob omissão simultânea de Mg e Mn, os sintomas apresentados foram característicos dos dois nutrientes. Na ocasião da colheita, os cachos foram fotografados e os efeitos dos tratamentos foram avaliados através de medidas e aparência visual dos mesmos. Foram avaliados o comprimento do engaço, número de pencas, número de frutos, comprimento e diâmetro do fruto central da primeira penca e determinados os teores e acúmulos de nutrientes dos cachos. Sob omissão de N, K e B não houve emissão de cachos. A omissão de nutrientes tanto de forma simples quanto múltipla afetou os parâmetros de crescimento dos cachos assim como seu aspecto visual. A omissão de Mn e MgMn diminuíram a

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Prof<sup>a</sup>. Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Orientadora); Doutora Ana Rosa Ribeiro Bastos (Co-orientadora)

intensidade da cor dos cachos. A ordem de exportação de nutrientes pelos cachos foi: K> N> Ca> Mg> P> S> Fe> Zn> Mn> B> Cu. Foram avaliados semanalmente a altura das plantas e o diâmetro do pseudocaule. Por ocasião da colheita foi avaliado ainda o número de folhas e o comprimento e largura da terceira folha. As plantas foram divididas em folhas + pseudocaule, rizoma, raiz e perfilhos para determinação da composição química de cada parte. Na emissão da inflorescência foi coletada a folha III para determinação química. Foram determinadas as curvas de crescimento e a área abaixo da curva de crescimento das plantas sob cada tratamento. A omissão de nutrientes tanto de forma simples quanto múltipla afetou os parâmetros de crescimento das plantas, a produção de matéria seca e os teores e acúmulos de nutrientes. O nutriente que mais afetou a produção de matéria seca foi o K. Sob omissão de K não houve emissão de perfilhos. De maneira geral, os teores encontrados para bananeira ornamental estavam próximos aos preconizados na literatura para as bananeiras comestíveis. Para a análise anatômicas partes das folhas sintomáticas foram coletadas. Essas folhas foram fixadas em FAA<sub>70</sub> e conservadas em etanol 70%. Foram realizados cortes transversais para medições da espessura das epidermes, hipodermes e dos parênquimas. Foram ainda medidos a densidade estomática da face abaxial e adaxial e os diâmetros polar e equatorial dos estômatos. Somente a espessura da epiderme adaxial não foi afetada pela omissão de nutrientes. A densidade estomática e os diâmetros polar e equatorial foram afetados pelos tratamentos.

## ABSTRACT

Pinho, Paulo Jorge de. **Nutritional deficiencies in pink velvet banana plant (*Musa velutina* H. Wendll. & Drude):** chemical and morphological changes and characterization of visual symptoms. 2007. 152p. Thesis (Doctorate in Soil Science and Plant Nutrition) – Federal University of Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

The objective of this work was to characterize visual symptoms of multiple and simple nutritional deficiencies, chemical composition, nutrient export and raceme appearance under nutritional omission, nutritional deficiency effects on growth and mineral nutrition and morph-anatomic alterations. The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Soil Science experimental area of Federal University of Lavras (Lavras-MG). The experiment started in November 2006 and last for 6 months, following a completely randomized design, with 5 replicates and 12 treatments. The treatments consisted of: complete Hoagland & Arnon solution (1950), with N (-N) omission, with P (-P) omission, with K (-K) omission, with Ca (-Ca) omission, with Mg (-Mg) omission, with S (-S) omission, with B (-B) omission, with Fe (-Fe) omission, with Mn (-Mn) omission, with Ca and B (-CaB) omission, and with Mg and Mn (-MgMn) omission. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA), as well as Scott & Knott test ( $p \leq 0,05$ ). The plants were observed verifying the changes resulted from the nutrient omissions and the symptoms were characterized and photographed as they occurred during the experimental period. The visual nutritional deficiencies symptoms were similar to those described in the literature for the edible banana. There is dominance of B symptoms when this nutrient is omitted along with Ca. Under simultaneous omission of Mg and Mn, the symptoms that appeared were characteristic of both nutrients. The racemes were photographed at harvest and the treatments effects were evaluated visually and through the following measurements: raceme stalk's length, number of banana bunches, number of bananas, length and diameter of the central banana from the first bunch, and the raceme nutrients uptake and accumulation. There was not raceme emission under N, K and B omission. The nutrient omission, simple or multiple, affected the raceme growth and visual aspect. The Mn and MgMn omissions reduced the color intensity on the racemes. The nutrient exportation order was: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Zn > Mn > B > Cu. The height and the diameter of the pseudostem were measured weekly. The

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Prof<sup>ª</sup>. Janice G. de Carvalho - UFLA (Major professor); Dr<sup>ª</sup>. Ana Rosa Ribeiro Bastos - UFLA

number of leaves and the length and width of the leaf III were also evaluated at harvest. The plants were divided into leaves + pseudostem, rhizome, root and suckers for the mineral contents evaluation of each part. The leaf III was collected at flowering for analyses of mineral contents. The growth curve of the plants and the area below it were assessed for each treatment. The simple and multiple omissions affected the plants' growth parameters, dry matter production and nutrient uptake and accumulation. The nutrient that more affected the dry matter production was K. There was not sucker emission under K omission. In a general way, the mineral contents found for the pink velvet banana were close to the preconized on the literature for edible banana. Parts of the symptomatic leaves were taken for anatomical analysis. Those leaves were rendered solid in FAA<sub>70</sub> and conserved in ethanol 70%. Transversal cuts were made for the epidermis, hypodermis and parenchyma's thickness measurement. The stomatic density of the abaxial and adaxial faces, and the polar and equatorial diameters of the stomata, were also evaluated. Only the adaxial epidermis' thickness was not affected by the nutrient omissions. The stomatic density and the polar and equatorial diameters were affected by the treatments.

## **CAPÍTULO I**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Embora praticada desde o final do século XIX, a floricultura brasileira manteve-se pouco desenvolvida com baixa tecnologia de produção por muitas décadas, caracterizando-se como uma atividade amadora. A situação foi sendo alterada gradativamente com o crescimento e a especialização da produção (Furlani & Castro, 2001).

A floricultura, em seu sentido mais amplo, abrange o cultivo de flores e plantas ornamentais com variados fins que incluem desde as culturas de flores para corte à produção de mudas arbóreas de porte elevado (Castro, 1998). A diversidade e a amplitude de climas e solos no Brasil permitem cultivos de inúmeras espécies de flores e plantas ornamentais, de diversas origens, tanto nativas quanto de clima temperado e tropical (Kiyuna et al., 2006), o país apresenta ainda vantagens como disponibilidade de terras, água, energia e mão-de-obra (Arruda et al., 1996). A floricultura é atualmente uma atividade bastante consolidada com grande importância econômica em vários Estados como São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás, Pernambuco, Ceará, Alagoas, Bahia e Amazonas (Furlani & Castro, 2001).

O setor de floricultura no Brasil cresceu, na década de 90, em média, 25% ao ano (Furlani & Castro, 2001). Em 2002 o Brasil exportou US\$ 15 milhões em produtos da floricultura, tendo como carro-chefe mudas de ornamentais e plantas vivas (US\$ 8,3 milhões), seguidas de bulbos, tubérculos e rizomas (US\$ 4,0 milhões), folhas, folhagens e musgos para a floricultura (US\$ 1,4 milhão) e flores cortadas para buquês (US\$ 1,2 milhão) (Kiyuna et al., 2006). O valor das exportações dos produtos da floricultura nacional encerrou o ano de 2005 com US\$ 25,8 milhões, uma variação positiva de 9,4% em relação a 2004. O menor desempenho recente da floricultura brasileira na conquista de fatia do mercado internacional é minimizado pelo fato de a expansão anual já

ocorrer de maneira ininterrupta desde 2001, em que pese também a contínua valorização cambial que aconteceu desde julho de 2004. Tomando como base o ano de 2000, quando o valor exportado foi de US\$ 11,9 milhões, houve crescimento de 117,3% até 2005. Por outro lado, o valor das importações em 2005 (US\$ 5,6 milhões) teve variação negativa de 16,6% em comparação com o de 2004. O saldo comercial terminou o ano de 2005 com superávit e crescimento inéditos de US\$ 20,2 milhões, representando incremento de 19,7% (Kiyuna et al., 2006).

Embora a literatura sobre espécies ornamentais seja vasta, a parte relativa à nutrição e adubação dessas ainda deixa grandes lacunas de informações quanto às exigências nutricionais e à identificação de problemas na produção decorrentes de estresses nutricionais, deficiências ou excessos. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os sintomas visuais de deficiências simples e múltiplas, determinar a composição química, exportação de nutrientes e aspecto visual de cachos sob deficiências, avaliar o efeito das omissões sob o crescimento e estado nutricional de plantas sob omissão de nutrientes bem como aspectos relativos à morfo-anatômica de folhas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A planta**

A bananeira ornamental (*Musa velutina* H. Wendl. & Drude) é uma espécie da família musaceae. É um arbusto perene, de textura herbácea, ereta, entouceirada, rizomatosa, folhas largas, verdes brilhantes, lisas com pecíolos longos com uso ornamental. É originária possivelmente da região do Himalaia, possuindo de 1,5 a 2,5 m de altura. Sua inflorescência é ereta, curta, disposta no ápice do pseudocaule, com brácteas róseas também de uso ornamental (Lorenzi & Melo Filho, 2001).

### **2.2 Nutrição e adubação de plantas ornamentais**

Vários fatores estão envolvidos na qualidade dos produtos da floricultura, destacando-se entre eles a adubação e a nutrição das plantas (Furlani & Castro, 2001).

Em plantas ornamentais, a avaliação de produção máxima ou ótima é muito subjetiva, assim esse critério para essas espécies é muito menos rígido quando comparada a outras culturas, muitas vezes baseados em testes conduzidos pelos próprios produtores. Dessa forma, podem ocorrer grandes perdas de nutrientes por lixiviação, no caso de nitrogênio e potássio, ou danos que diminuam o seu valor comercial com aplicação excessiva de micronutrientes (Price et al., 1997).

Esse setor produtivo resente-se da falta de pesquisa na área de fertilização, com recomendações mais seguras para cada sistema de cultivo que garantisse a produtividade e a qualidade das culturas (Furlani & Castro, 2001).

Assim, critérios de análise foliar para essas espécies são pouco desenvolvidos (Price et al., 1997).

### **2.3 Avaliação do estado nutricional das plantas**

Avaliar o estado nutricional consiste simplesmente em comparar uma amostra com um padrão. Assim, considera-se que a amostra é uma planta, ou conjunto de plantas qualquer e o padrão é, por sua vez, uma planta, ou conjunto de plantas, consideradas normais do ponto de vista nutricional. Então, considera-se normal uma planta que, tendo em seus tecidos todos os elementos em quantidades e proporções adequadas, é capaz de ter altas produções, tendo um aspecto visual parecido com o encontrado em lavouras muito produtivas. Alternativamente, pode-se considerar como normal a planta que foi cultivada em condições controladas de nutrição, não sofrendo restrições para crescer e produzir quanto à quantidade e à proporção dos elementos que recebe (Malavolta et al., 1997).

O estado nutricional das plantas pode ser determinado por meio de procedimentos indiretos e diretos. Os indiretos são aqueles em que a concentração do nutriente é estimada por meio de uma característica cujos valores são correlacionados com as concentrações do nutriente. Os procedimentos diretos, por sua vez, são aqueles em que as concentrações aparentes, realizadas pela diagnose visual, e, ou, as concentrações reais, realizadas pela análise foliar, dos nutrientes são determinadas (Fontes, 2001).

#### **2.3.1 Diagnose visual**

Os sintomas de deficiência nutricionais tornam-se claramente visíveis quando uma deficiência se apresenta em um estágio agudo e a taxa de crescimento e produção é distintamente diminuída. (Marschner, 1995).

A diagnose visual então consiste meramente em comparar o aspecto da amostra com o do padrão. Na maior parte dos casos compara-se o de um órgão, geralmente a folha dependendo do elemento, porém, a comparação pode ou deve ser feita usando-se outros órgãos, da raiz ao fruto. O motivo pelo qual o sintoma é típico do elemento deve-se ao fato que um dado nutriente exerce sempre as mesmas funções, qualquer que seja a espécie. Deve-se ressaltar, que o sintoma visual de deficiência ou toxidez, é o último passo de uma série de problemas metabólicos, irreversíveis, e, que quando aparece, a produção pode ter sido comprometida. Pode haver situações em que o crescimento e a produção são limitados sem que a sintomatologia típica se manifeste. Trata-se, então, da chamada “fome ou toxidez oculta”, e ocorre quando a carência ou excesso é mais leve (Malavolta et al., 1997).

Epstein & Bloom (2004) mencionam três fatos que tornam a diagnose visual de difícil aplicação tendo apenas a sintomatologia como base. Segundo os autores, os sintomas de certo elemento podem diferir tão grandemente em diferentes culturas que o conhecimento desses sintomas em uma espécie oferece pouca ou nenhuma ajuda na determinação da mesma deficiência em outro. Além disso, sintomas idênticos ou similares podem resultar de deficiências de diferentes nutrientes. Deficiências múltiplas podem ocorrer em campo dificultando a diagnose, visto que, em sua maioria é descrita de forma isolada. E, por fim, outros fatores podem ocasionar sintomas semelhantes aos descritos para deficiências nutricionais.

Por outro lado, conforme enfatizam Martin-Prével & Charpentier (1964) a identificação de sintomas de deficiências nutricionais ainda assim é indispensável. Mesmo em pomares de bananeira bem conduzidos são encontrados, não raro, sintomas visíveis tanto de natureza endêmica quanto em reboleiras ou em plantas isoladas.

### **2.3.2 Diagnose foliar**

A diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional das plantas em que se analisam determinadas folhas em períodos definidos da vida da planta. O motivo pelo qual se analisam as folhas é que, essas são, como regra geral, os órgãos que refletem melhor o estado nutricional, isto é, respondem mais às variações no suprimento de nutrientes (Malavolta et al., 1997).

Vários fatores afetam a composição química das plantas. Mills & Jones Junior (1991) resumem os fatores em genéticos, tipo de tecido vegetal, idade e posição na planta e condições edafoclimáticas.

Na diagnose foliar em bananeiras devem ser considerados os diversos fatores que interferem nos teores de dados nutriente num determinado momento. Martin-Prével (1977) salienta, em extensa revisão trabalhos, a importância de fatores que classificou em fatores de origem interna tais como cultivar, estágio fenológico das plantas e idade, posição e porção das folhas além de fatores de origem externa como clima, solo, parasitismo e tratos culturais. Esses fatores atuam isolados ou em conjunto sobre os níveis foliares dos diversos nutrientes.

Segundo Martin-Prével (1980) a comparação imediata dos níveis foliares dos elementos obtidos em amostras coletadas em áreas homogêneas, constitui o melhor método para que se possa interpretar os resultados. Esse autor ressalta ainda a importância da padronização das amostras, da coleta de material em curto espaço de tempo, obtenção de dados de produção e condições fitossanitárias e do dimensionamento das plantas amostradas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, S.T.; OLIVETTE, M. P. A. CASTRO, C. E. F. Diagnostico da floricultura do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 2, n. 1/2, p. 1-18, 1996.
- CASTRO, C. E. F. Cadeia produtivas de flores e plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 4. n. 1/2, p. 1-46, 1998.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Mineral nutrition of plants**. Sunderland: Sinauear Associates, 2004. 403 p.
- FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 122 p.
- FURLANI, A. M. C.; CASTRO, C. E. F. Plantas ornamentais e flores. In: FERREIRA, M. E. CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B.; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 533-552.
- KIYUNA, I.; ÂNGELO, J. A.; COELHO, P. J. **Flores: comportamento do comercio exterior brasileiro**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/trabalhos.php?codAutor=25>>. Acesso em: 23 jun. 2006.
- LORENZI, H.; MELO FILHO, L. E. **As plantas tropicais de R. Burble Marx**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2001. 488 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic, 1995. 856 p.
- MARTIN-PRÉVEL, P.; CHARPENTIER, J. M. Sintomas de carência em seis elementos minerais na bananeira. **Fertilité**, Paris, n. 22, p. 15-49, jun./jul. 1964.
- MARTIN-PRÉVEL, P. Echantillonnage du bananier pour l'analyse foliaire : conséquences des différences de techniques. **Fruits**, Paris, v. 32, n. 3, p. 151-166, mar. 1977.

MARTIN-PRÉVEL, P. La nutrition minérale du bananier dans le monde première partie. **Fruits**, Paris, v. 35, n. 9, p. 503-518, set. 1980.

MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. **Plant analysis handbook II**: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Athens: Micromacro, 1991. 422 p.

PRICE, G. H.; CRESSWELL, G. C.; HANDRECK, K. A. Ornamentals. In: REUTER, D.J.; ROBINSON, J. B. (Ed.). **Plant analysis**: an interpretation manual. Collingwood: Csiro, 1997. p. 467-502.

## **CAPÍTULO II**

### **CARACTERIZAÇÃO DE SINTOMAS VISUAIS DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS SIMPLES E MÚLTIPLAS EM BANANEIRA ORNAMENTAL**

## RESUMO

Pinho, Paulo Jorge de. Caracterização de sintomas visuais de deficiências nutricionais simples e múltiplas em bananeira ornamental. In: \_\_\_\_\_. **Deficiências nutricionais em bananeira ornamental (*Musa velutina* H. Wendl. & Drude):** alterações químicas e morfológicas e caracterização de sintomas visuais. 2007. Cap. 2, p. 10-46. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

Os desarranjos metabólicos causados por deficiências nutricionais eventualmente se manifestam em anormalidades visíveis. O objetivo deste trabalho foi de caracterizar os sintomas visuais de deficiências nutricionais simples e múltiplas em bananeira ornamental. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação da área experimental do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG), iniciado em novembro de 2006, por um período de seis meses. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 repetições e 12 tratamentos. Os tratamentos consistiram de: Solução Hoagland & Arnon (1950) completa, com omissão de N (-N), com omissão de P (-P), com omissão de K (-K), com omissão de Ca (-Ca), com omissão de Mg (-Mg), com omissão de S (-S), com omissão de B (-B), com omissão de Fe (-Fe), com omissão de Mn (-Mn), com omissão de Ca e B (-CaB) e com omissão de Mg e Mn (-MgMn). As plantas foram observadas, verificando-se as alterações decorrentes das omissões de nutrientes e os sintomas caracterizados e fotografados à medida que ocorriam durante o período experimental. De forma geral, os sintomas visuais de deficiências nutricionais foram semelhantes aos descritos na literatura para a bananeira comestível. Há dominância dos sintomas de B quando esse nutriente é omitido em conjunto com o Ca. Sob omissão simultânea de Mg e Mn, os sintomas apresentados foram característicos dos dois nutrientes.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Prof<sup>a</sup>. Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Orientadora); Doutora Ana Rosa Ribeiro Bastos (Co-orientadora).

## ABSTRACT

Pinho, Paulo Jorge de. Characterization of simple and multiple deficiency symptoms in pink velvet banana plants (*Musa velutina* H. Wendl. & Drude). In: \_\_\_\_\_. **Nutritional deficiencies in pink velvet banana plant (*Musa velutina* H. Wendl. & Drude):** chemical and morphological changes and characterization of visual symptoms. 2007. Chap 2, p. 10-46. Thesis (Doctorate in Soil Science and Plant Nutrition) – Federal University of Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

The metabolic disarrangements caused by nutritional deficiencies eventually manifest themselves in visible abnormalities. The objective of this work was to characterize visual symptoms of multiple and simple nutritional deficiencies, chemical composition, nutrient export and raceme appearance under nutritional omission, nutritional deficiency effects on growth and mineral nutrition and morph-anatomic alterations. The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Soil Science experimental area of Federal University of Lavras (Lavras-MG). The experiment started in November 2006 and last 6 months, following a completely randomized design with 5 replicates and 12 treatments. The treatments consisted of: complete Hoagland & Arnon solution (1950), with N (-N) omission, with P (-P) omission, with K (-K) omission, with Ca (-Ca) omission, with Mg (-Mg) omission, with S (-S) omission, with B (-B) omission, with Fe (-Fe) omission, with Mn (-Mn) omission, with Ca and B (-CaB) omission, and with Mg and Mn (-MgMn) omission. The obtained data were submitted to analyses of variance (ANOVA), as well as Scott & Knott test ( $p \leq 0,05$ ). The plants were observed verifying the changes resulted from the nutrient omissions and the symptoms were characterized and photographed as they occurred during the experimental period. The visual nutritional deficiencies symptoms were similar to those described in the literature for the edible banana. There is dominance of B symptoms when this nutrient is omitted whit Ca. Under simultaneous omission of Mg and Mn, the symptoms that appeared were characteristic of both nutrients.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Prof<sup>a</sup>. Janice G. de Carvalho - UFLA (Major Professor); Dra. Ana Rosa Ribeiro Bastos.

## 1 INTRODUÇÃO

O segmento da floricultura ressenete-se de pesquisas quanto às formas de manejos das plantas, sobretudo quanto à nutrição mineral de espécies ornamentais. Existem poucas publicações com ampla descrição de sintomas de deficiências nutricionais para espécies ornamentais, principalmente tropicais.

O estado nutricional das plantas pode ser determinado por meio de procedimentos indiretos e diretos. Os indiretos são aqueles que a concentração de determinado nutriente na planta é estimada por meio de uma característica cujos valores sejam correlacionados com as concentrações dos nutrientes nas plantas. Por sua vez, os procedimentos diretos são aqueles em que as concentrações aparentes e, ou, reais, são determinadas (Fontes, 2001).

A diagnose do estado nutricional pela análise visual, determinado por meio direto, consiste meramente em comparar o aspecto da amostra com o do padrão (Malavolta et al., 1997).

Entretanto, é de conhecimento geral que algumas espécies demonstram sintomas de deficiências nutricionais com algumas peculiaridades, às vezes não sendo uma regra um sintoma descrito para a maioria das plantas.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os sintomas visuais de deficiências simples e múltiplas em bananeira ornamental em solução nutritiva.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG), definida geograficamente pelas coordenadas de 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste, altitude de 918 m.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições e doze tratamentos, representados por: Solução Hoagland & Arnon (1950) completa, com omissão de N (-N), com omissão de P (-P), com omissão de K (-K), com omissão de Ca (-Ca), com omissão de Mg (-Mg) com omissão de S (-S), com omissão de B (-B), com omissão de Fe (-Fe), com omissão de Mn (-Mn), com omissão de Ca e B (-CaB) e com omissão de Mg e Mn (-MgMn).

Foi realizada a desinfestação das sementes por meio de imersão em solução de hipoclorito de sódio a 10% por 5 minutos. As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 72 células cada onde permaneceram por 45 dias até o início da fase experimental. O substrato utilizado foi vermiculita. Foi utilizada uma solução de sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )  $10^{-4}$  M para umedecer o substrato.

As mudas foram transferidas para uma bandeja plástica contendo 36 L de solução referente a Hoagland & Arnon (1950) completa, com aeração constante, nas concentrações de 25, 50 e 100% da sua força iônica, as quais ficaram um período de 15 dias em cada concentração. Após o período de adaptação, as plantas foram individualizadas em baldes plásticos com capacidade de 10L com aeração constante. Foram utilizadas placas de isopor de 30 cm de diâmetro e 4cm de espessura como suporte para as plantas. As soluções eram trocadas quinzenalmente durante o período experimental.

Na preparação de todas as soluções estoques dos nutrientes empregaram-se reagentes PA. As soluções nutritivas foram preparadas utilizando-se água deionizada e, durante o intervalo de renovação das soluções, o volume dos vasos foi completado, sempre que necessário, utilizando-se água deionizada.

À medida que ocorriam as manifestações dos sintomas visuais de deficiências nutricionais, essas foram fotografadas e anotadas todas as alterações nas folhas, pseudocaule e raízes que distinguiam as plantas sob omissão de nutrientes das plantas cultivadas em solução completa. Dessa forma foi possível acompanhar a evolução dos sintomas visuais de deficiências durante o período experimental com duração de 160 dias.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

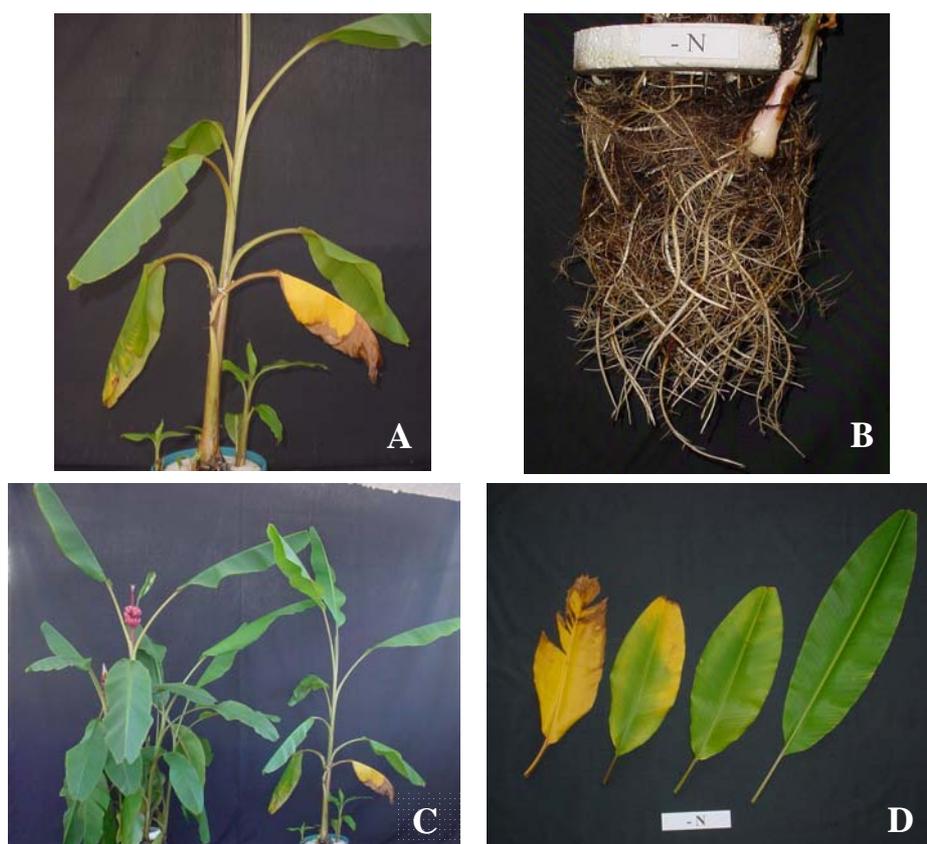
### 3.1 Deficiência de nitrogênio

As plantas cultivadas em solução nutritiva com omissão de N, inicialmente apresentaram uma clorose generalizada, acentuada em folhas mais velhas (Figura 1A). Com o avanço dos sintomas, a clorose foi seguida por necrose das folhas (Figura 1A, 1C e 1D), sendo que essas entraram em senescência mais rapidamente quando comparadas com folhas do tratamento completo, sem omissão de nutrientes. Foi também observado que seus pecíolos apresentaram coloração verde-clara e o pseudocaule das plantas deficientes de N eram mais finos. As plantas sob deficiência desse nutriente apresentaram crescimento retardado e emitiram menor número de perfilhos (Figura 1A). Os perfilhos eram menos desenvolvidos, quando comparado com plantas do tratamento completo (Figura 1C). Nas raízes, foi observado que essas eram menos densas e apresentavam necroses (Figura 1B). Durante o período experimental, as plantas sob deficiência de N não emitiram inflorescências e, conseqüentemente, cachos.

Os sintomas visuais de deficiências de N para a bananeira ornamental foram idênticos aos descritos por Martin-Prével & Charpentier (1964) para a bananeira cultivar “Poyo”. Entretanto, não foi observado a redução da distância entre as folhas, que dá à planta aspecto de “roseta” e, em relação às raízes, essas não apresentaram tamanho e a aparência sadia mencionadas pelos autores.

A clorose generalizada (Malavolta, 2006; Epstein & Bloom, 2004; Marschner, 1995; Mengel & Kirkby, 1987) e hábito estiolado (Epstein & Bloom, 2004; Mengel & Kirkby, 1987) são os sintomas mais característicos da deficiência de N. Dos nutrientes, o N é o único que as plantas podem translocar e redistribuir imediatamente (Bergmann, 1992). Dessa forma, Epstein & Bloom

(2004) explicam que, as folhas mais velhas são as primeiras a se tornarem afetadas, devido à redistribuição, e as folhas mais novas continuam a crescer ativamente.



**FIGURA 2.1.** Sintomas visuais de deficiência de nitrogênio em bananeira ornamental: clorose das folhas mais velhas (A), aspecto das raízes (B), aspecto geral da planta sob deficiência (direita) comparada com planta do tratamento completo (esquerda) (C) e variação da intensidade dos sintomas de deficiência de N em função da idade das folhas (mais novas à direita e mais velhas à esquerda) (D).

A ocorrência do sintoma visual de deficiência de N caracterizado pela clorose das folhas mais velhas é explicada por Mengel & Kirkby (1987) onde, quando o suprimento de N para as raízes é inadequado, o nutriente de folhas mais velhas é mobilizado para partes mais novas das plantas. As proteínas das folhas mais velhas sofrem proteólise, sendo hidrolisadas e resultando em aminoácidos que são então redistribuídos para folhas e tecidos novos. A proteólise resulta no colapso dos cloroplastos e assim ocorre um declínio dos teores de clorofila, culminando num amarelecimento das folhas mais velhas.

Entretanto, a desmontagem dos complexos pigmentos-proteínas causa a liberação de clorofilas que são potencialmente perigosas, podendo causar danos foto-oxidativos. As clorofilas devem então ser degradadas até formas não-reativas (Hostensteiner & Feller, 2002). Desse modo, a degradação das clorofilas não tem por objetivo mobilizar nutrientes, mas sim, detoxificar os compostos de clorofila altamente reativos que são liberados dos complexos proteína-pigmentos constituintes das membranas tilacóides dos cloroplastos (Souza & Fernandes, 2006).

### **3.2 Deficiência de fósforo**

As plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão de P, inicialmente apresentaram crescimento retardado, quando comparadas às plantas do tratamento completo (Figura 2C). As folhas mais velhas apresentaram cor verde-escura. Os sintomas de deficiência de P não são tão marcantes como os dos outros nutrientes, e seus efeitos mais evidentes são uma redução do crescimento como um todo. Mesmo assim, pode-se observar em plantas deficientes uma coloração verde-escura nas folhas mais velhas (Araújo & Machado, 2006). Essa característica de folhas mais velhas com tonalidade verde-escura é explicada pelo reduzido crescimento das folhas, não afetando inicialmente a síntese de clorofila. Assim, há um aumento da concentração de

clorofila por unidade de área foliar proporcionando uma cor mais escura (Bergmann, 1992).

Com o avanço dos sintomas, nas margens das folhas mais velhas, ocorreu uma descoloração marginal estreita, apresentando posteriormente necrose das margens que progrediam angulosamente no sentido da nervura central (Figura 2A e 2B). Essas áreas necrosadas foram precedidas de apenas alguns centímetros de tecido clorótico. De acordo com Goor & Lune (1980), os elementos considerados relativamente móveis no floema têm um gradiente de aumento das folhas mais velhas para as mais novas. Sendo assim, os sintomas de deficiência surgem nas folhas mais velhas caso o nutriente seja móvel, como é o caso do P. Segundo Bergmann (1992), plantas sob deficiência prolongada de P, podem apresentar manchas necróticas marrom escuras nas folhas velhas, lesões necróticas nas margens das folhas e morte e queda de folhas mais velhas.

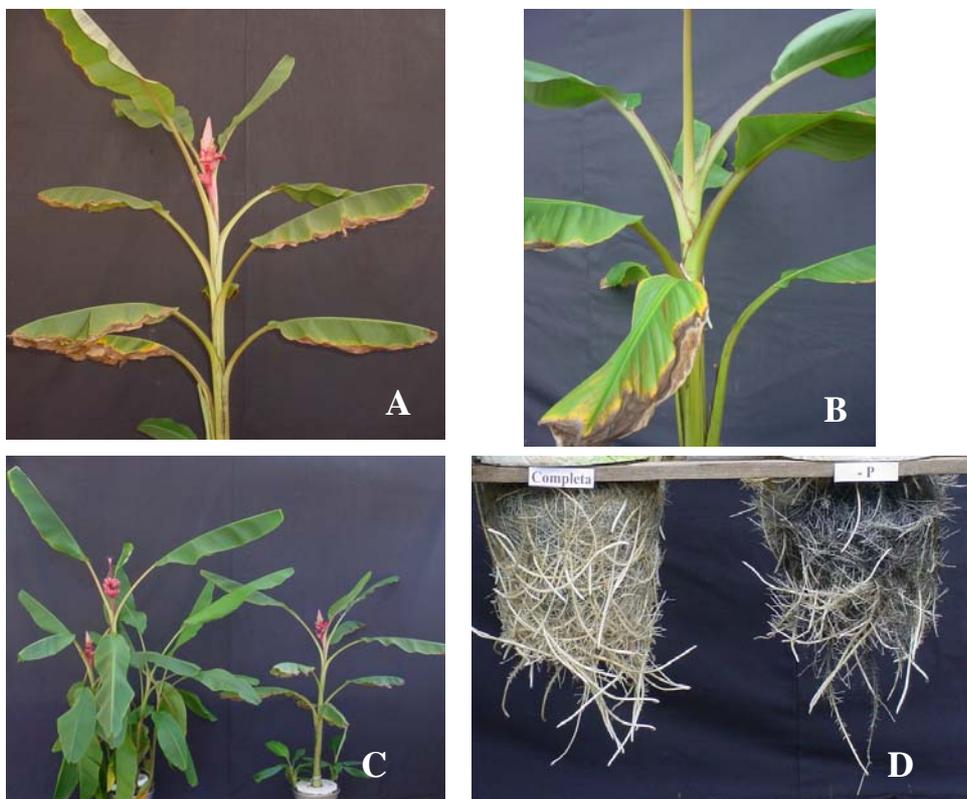
As plantas apresentaram folhas mais novas menores em comprimento e largura. O baixo suprimento de P diminuiu a área foliar, em consequência principalmente da redução do número de folhas e, secundariamente, da limitação da expansão da folha (Lynch et al., 1991; Rodríguez et al., 1998).

As folhas apresentaram um aspecto de murcha devido à diminuição do ângulo dos dois lados do limbo foliar em relação à nervura central (Figura 2B). Os pecíolos das folhas eram menores e seus bordos também apresentaram necroses. Houve uma diminuição da distância entre os pecíolos (Figura 2B), provavelmente em função do menor crescimento das plantas. Os perfilhos das plantas sob omissão de P apresentaram folhas, mesmo as mais novas, verde-escuras seguidos de necrose, como os sintomas descritos para as “plantas mãe”.

Os sintomas visuais de deficiência de P para a bananeira ornamental foram iguais aos descritos por Martin-Prével & Charpentier (1964) para a bananeira da cultivar “Poyo”. Entretanto, foram observadas alterações visuais

nas raízes da bananeira ornamental, ao contrário do observado pelos autores. A divergência entre essas informações é explicada por Martin-Prével & Charpentier (1964) em seu trabalho. Segundo os autores, em seu experimento, as raízes das plantas conseguiram atingir e atravessar a camada impermeabilizante da parede dos vasos que as continham e assim obtiveram P necessário ao seu crescimento. As raízes da bananeira ornamental, por sua vez, apresentaram cor escura e menor densidade radicular (Figura 2D). Borges & Oliveira (2000), mencionam que o P favorece o crescimento radicular e, em solos com baixos teores, as plantas de bananeira apresentam raízes pouco desenvolvidas.

Contudo, em contraste com o crescimento da parte aérea, o crescimento de raízes é muito menos inibido sob deficiência de P, acarretando numa típica diminuição da relação da matéria seca da parte aérea/raiz (Marschner, 1995). Alterações na morfologia radicular em resposta a variações da disponibilidade de P têm sido apresentadas como uma estratégia das plantas para promover uma maior aquisição de P no ambiente radicular, sendo as mais notáveis alterações o crescimento radicular mais rápido, raízes maiores e mais finas e uma baixa relação parte aérea/raiz (Zobel et al., 2006).



**FIGURA 2.2.** Sintomas visuais de deficiência de fósforo em bananeira ornamental: aumento da intensidade dos sintomas em folhas mais velhas (A), necrose marginal das folhas e aspecto de murcha das folhas (B), aspecto geral da planta sob deficiência (direita) comparada com planta do tratamento completo (esquerda) (C) e aspecto das raízes de plantas sob omissão de P (direita) e de plantas do tratamento completo (esquerda) (D).

### 3.3 Deficiência de potássio

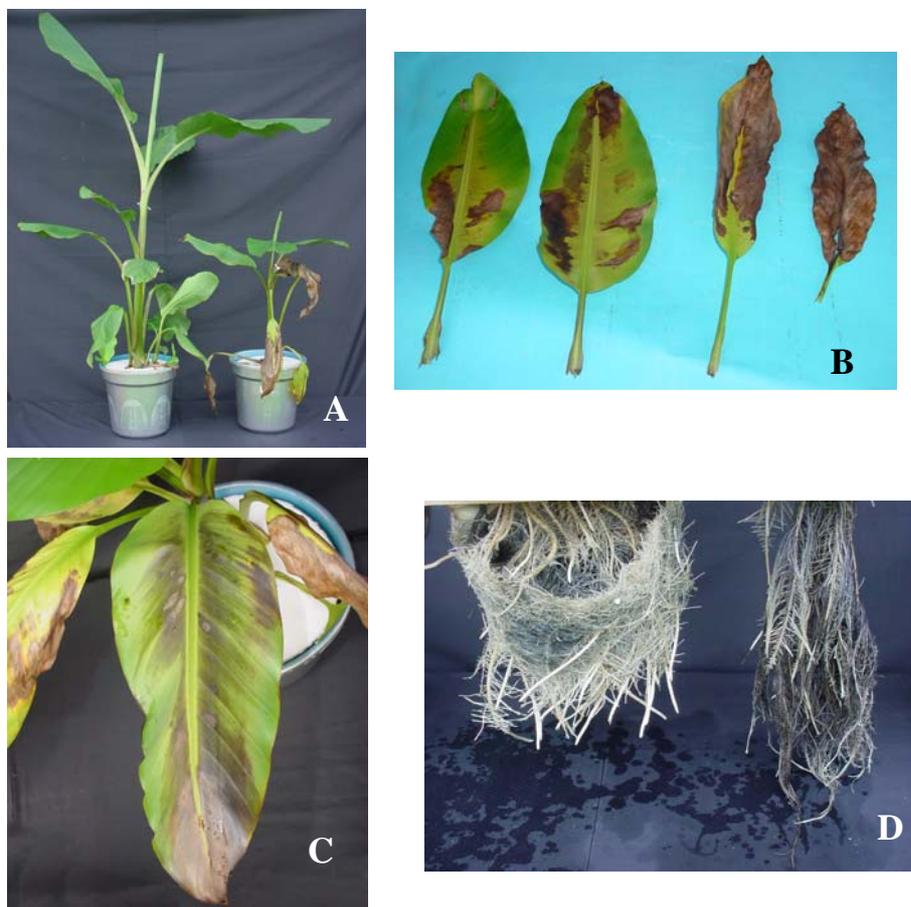
Devido aos intensos sintomas observados, foi necessário que este tratamento fosse rapidamente colhido, evitando-se a morte das plantas, para

obtenção do material para análises químicas e morfo-anatômicas. Essas plantas foram colhidas aos 43 dias após o início do experimento.

As plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão de K, inicialmente apresentaram crescimento bastante retardado, quando comparadas à plantas do tratamento completo (Figura 3A). Segundo Mengel & Kirkby (1987), a deficiência de K não apresenta sintomas visíveis imediatos, causando primeiramente redução do crescimento e somente mais tarde ocorrem cloroses e necroses.

As folhas mais velhas apresentaram leve clorose, mais concentrada no centro do limbo, próximo às nervuras centrais. Essas áreas apresentaram escurecimento e surgiram manchas necróticas no limbo (Figura 3B e 3C). Para a bananeira, o sintoma de deficiência mais comum é uma clorose amarelo-alaranjada das folhas mais velhas seguida de rápida morte desses órgãos (Lahav & Turner, 1983). Os sintomas tornaram-se mais intensos nos ápices das folhas. As áreas necróticas progrediram no sentido do ápice para a base das folhas. Em muitas monocotiledôneas, lesões necróticas podem formar-se inicialmente nos ápices foliares e nas margens e, então, estender-se em direção à base das folhas (Meurer, 2006).

Da mesma forma que para a parte aérea, o crescimento do sistema radicular foi bastante afetado pela omissão de K. Esse se apresentou menos denso, mas sem alterações de cor (Figura 3D). Martin-Prével & Charpentier (1964), entretanto, observaram em bananeiras da cultivar “Poyo” que, sob omissão de K, o sistema radicular das plantas se apresentou abundante e de bom tamanho, sem sintomas visíveis de carência do nutriente.



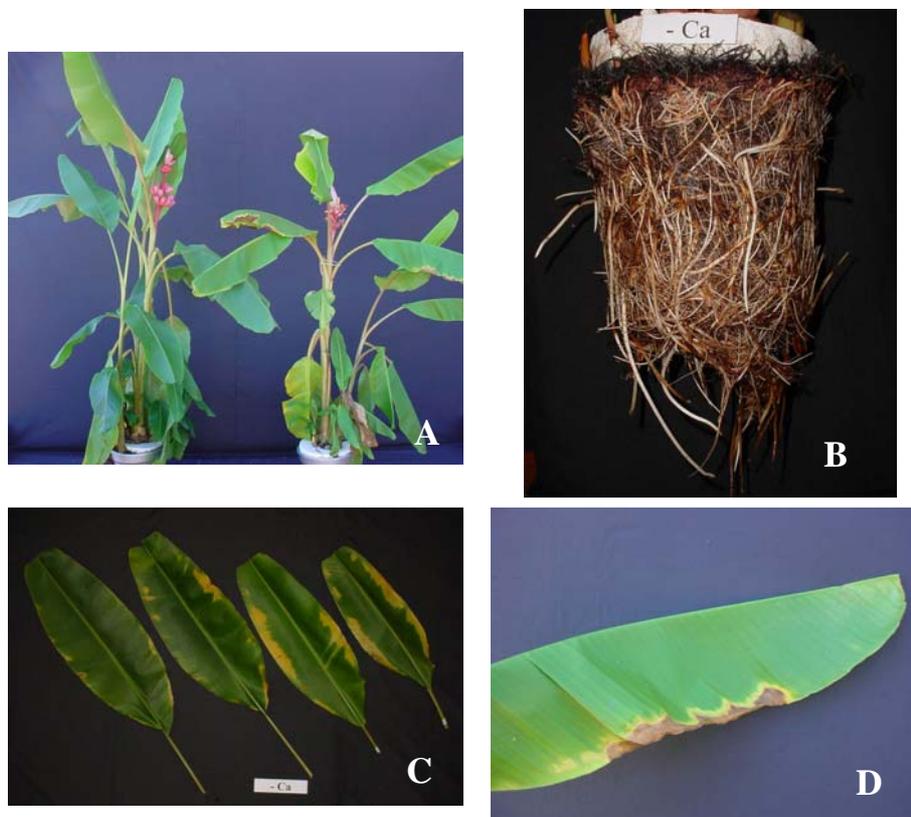
**FIGURA 2.3.** Sintomas visuais de deficiência de potássio em bananeira ornamental: aspecto geral da planta sob deficiência (direita) comparada com planta do tratamento completo (esquerda) (A), variação da intensidade dos sintomas de deficiência de K em função da idade das folhas (mais novas à esquerda e mais velhas à direita) (B), detalhe do sintoma em folha deficiente (C) e aspecto das raízes de plantas sob omissão de K (direita) e de plantas do tratamento completo (esquerda) (D).

### **3.4 Deficiência de cálcio**

As plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão de Ca, inicialmente apresentaram crescimento retardado, quando comparadas às plantas do tratamento completo (Figura 4A). Os sintomas visuais de deficiência de Ca foram caracterizados por uma clorose das margens das folhas mais jovens das plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão desse nutriente (Figura 4C). Com o avanço da deficiência essa clorose progrediu para manchas necróticas localizadas no limbo. As folhas sintomáticas apresentaram uma aparência de murcha semelhante às das plantas sob omissão de P (Figura 4D). Ainda, as folhas mais jovens eram mais claras e seus pecíolos apresentavam uma cor pálida, verde-clara.

As raízes das plantas sob omissão de Ca apresentaram necroses dos ápices e tinham cor marrom (Figura 4B). Contudo, aparentemente, o crescimento das raízes pareceu não ter sido influenciado pela omissão do nutriente, diferentemente do que é descrito por Epstein & Bloom (2004) para a carência de Ca. Esses autores mencionam que os sintomas de deficiência de Ca aparecem mais cedo, e mais severamente, em regiões meristemáticas e folhas jovens. Como o nutriente não é redistribuído, os pontos de crescimento são danificados ou mortos, o crescimento das raízes é severamente afetado.

Sua imobilidade é justificada por Furlani (2004). Como o Ca é um elemento estrutural na planta e ocorre em alta concentração na lamela média das paredes celulares e na parte externa da membrana plasmática, sua mobilidade fica restrita. Vitti et al. (2006) mencionam ainda que, além de sua localização, a insolubilidade dos compostos de Ca na célula justificam, em parte, a falta de redistribuição.



**FIGURA 2.4.** Sintomas visuais de deficiência de cálcio em bananeira ornamental: aspecto geral da planta sob deficiência (direita) comparada com a planta do tratamento completo (esquerda) (A), aspecto das raízes de plantas sob omissão de Ca (B), variação da intensidade dos sintomas de deficiência de Ca em função da idade das folhas (mais novas à direita e mais velhas à esquerda) (C) e detalhe da necrose marginal das folhas e aspecto de murcha (D).

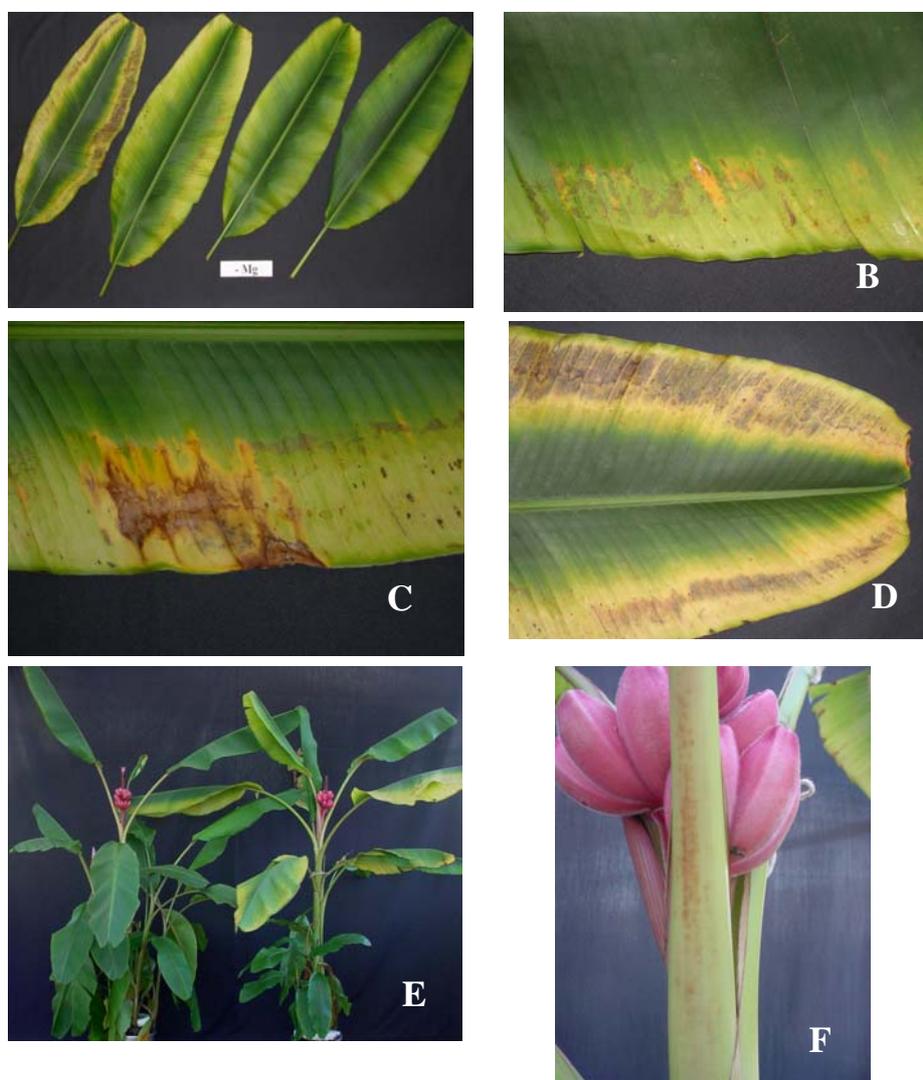
Os sintomas visuais de deficiência de Ca observadas em bananeira ornamental foram semelhantes aos descritos por Martin-Prével & Charpentier (1964) para bananeira da cultivar “Poyo”. Os autores relatam que, de forma semelhante ao que ocorreu no experimento para o tratamento sob omissão de P,

as plantas sob omissão de Ca não apresentaram alterações visuais em seu sistema radicular.

### **3.5 Deficiência de magnésio**

As plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão de Mg, inicialmente apresentaram clorose, nas folhas mais velhas, paralela às margens do limbo foliar, que progredia para o interior da folha. As porções das folhas próximas da nervura central permaneceram verdes assim como a própria nervura central (Figura 5A).

Com o avanço dos sintomas, as áreas cloróticas evoluíram para necroses marginais contínuas sobre certa extensão do limbo (Figura 5D). Em alguns pontos cloróticos do limbo surgiram manchas “amarelo ouro” que progrediam à necroses (Figura 5B e 5C). Essa cor “amarelo ouro” era mais intensa na parte abaxial das folhas que apresentavam o sintoma. A omissão de Mg parece não ter causado atraso no crescimento das plantas tal como observado na Figura 5E. Os pecíolos das folhas apresentaram pontuações violetas (Figura 5F).



**FIGURA 2.5.** Sintomas visuais de deficiência de magnésio em bananeira ornamental: variação da intensidade dos sintomas da deficiência em função da idade das folhas (mais novas à direita e mais velhas à esquerda) (A), início das manchas “amarelo ouro” (B), clorose “amarelo ouro” (C), necrose marginal contínua (D), aspecto geral da planta sob deficiência (direita) e planta do tratamento completo (esquerda) (E) e detalhe das pontuações violetas nos pecíolos (F).

Os sintomas visuais de deficiência de Mg para a bananeira ornamental foram idênticos aos observados por Martin-Prével & Charpentier (1964) para bananeira cultivar “Poyo”. Contudo, os autores mencionam em seu trabalho que, sob carência deste nutriente, as plantas apresentaram sistema radicular deficiente evoluindo rapidamente para apodrecimento. O mesmo não foi observado para a bananeira ornamental, sendo que as plantas apresentaram sistema radicular denso.

O Mg tem um papel específico na ativação de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA (Taiz & Zeiger, 2004), entretanto, o seu papel mais bem conhecido é como componente estrutural da molécula de clorofila (Mengel & Kirby, 1987).

A ocorrência da clorose em folhas mais velhas é justificada pelo fato do Mg ser rapidamente translocado das regiões maduras para as mais jovens da planta, com crescimento ativo. Como resultado, os sintomas visuais de deficiência surgem primeiro nas folhas mais velhas (Epstein & Blom, 2004). Além disso, em relação a sua solubilidade, a fração solúvel em água é em geral maior que a do Ca situando-se entre esse e o K. De uma forma geral, cerca de 70% do Mg total é difusível e está associado com ânions minerais ou orgânicos que podem ser difusíveis ou não (Malavolta, 2006).

### **3.6 Deficiência de enxofre**

Foi observado que sob deficiência de S, inicialmente, as plantas apresentaram uma diminuição do crescimento (Figura 6A). As folhas mais jovens apresentaram clorose generalizada tornando-as verde-claro (Figura 6C). Essas folhas eram menores e mais estreitas que folhas assintomáticas, suas margens apresentavam tonalidade avermelhada bastante destacada. A parte

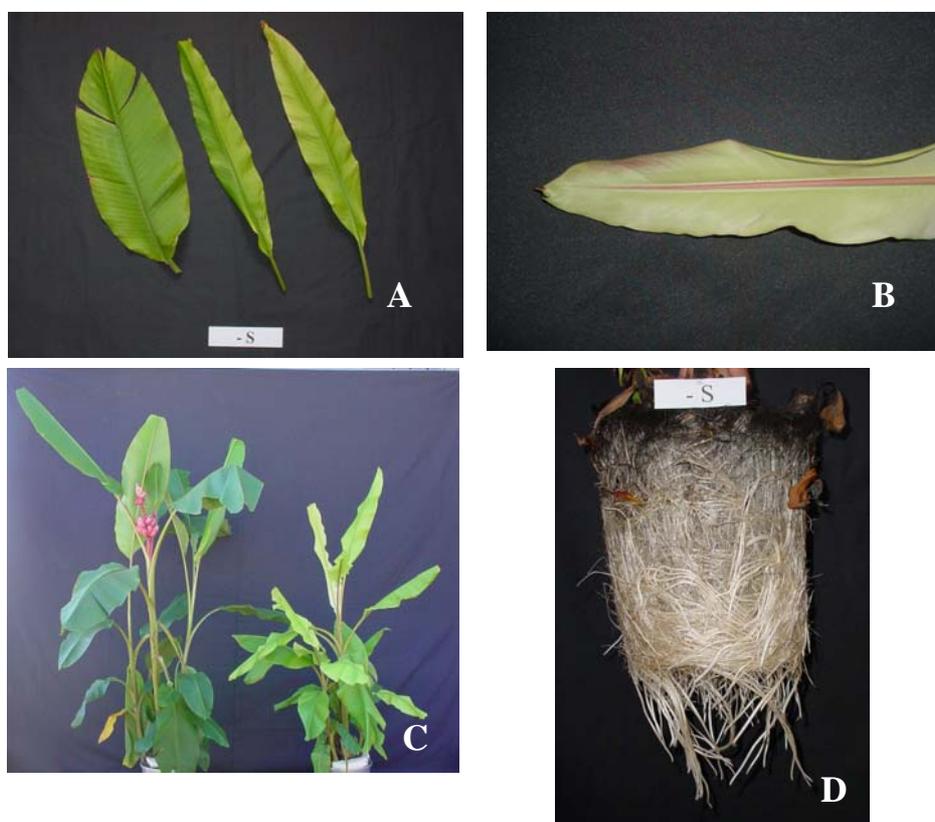
abaxial das nervuras centrais dessas folhas também apresentou essa tonalidade avermelhada (Figura 6B).

Bergmann (1992) menciona que a clorose observada sob deficiência de S é resultado de distúrbios do metabolismo de proteínas nos cloroplastos e diminuição da síntese de proteínas. Um drástico decréscimo do teor de clorofila nas folhas é uma característica típica da deficiência de S (Burke et al., 1986; Dietz, 1989).

A divisão celular é afetada e, conseqüentemente, o crescimento é inibido. Entretanto, a inibição da síntese não é a única causa, mas, também por que o sistema enzimático torna-se parcialmente ineficiente (Bergmann, 1992). Estudos com *Medicago sativa* (DeBoer & Duke, 1982) indicam que, a deficiência de S, reduz significativamente a porcentagem de moles de cisteína e metionina do total das frações protéicas das folhas. A redução da área foliar em plantas deficientes é resultado do menor tamanho e, particularmente, número de células nas folhas (Burke et al., 1986).

O sistema radicular não apresentou sintomas visuais, sendo esse de cor clara e bastante denso (Figura 6D). Sob deficiência de S, a taxa de crescimento é reduzida e, geralmente, o crescimento da parte aérea é mais afetado que o crescimento das raízes (Marschner, 1995; Bergmann, 1992; Mengel & Kirkby, 1987).

Os sintomas visuais da deficiência de S observados foram idênticos aos descritos por Martin-Prevél & Charpentier (1964) para a bananeira da cultivar “Poyo”.



**FIGURA 2.6.** Sintomas visuais de deficiência de enxofre em bananeira ornamental: variação da intensidade dos sintomas da deficiência em função da idade das folhas (mais novas à direita e mais velhas à esquerda) (A), detalhe do limbo inferior com nervura central avermelhada (B), aspecto geral da planta sob deficiência (direita) e planta do tratamento completo (esquerda) (C) e aspecto das raízes de plantas sob omissão de S (D).

### 3.7 Deficiência de boro

Foi observado que sob deficiência de B as plantas, apresentaram uma diminuição do crescimento, dando as plantas um aspecto de “roseta” devido à proximidade dos pecíolos das folhas no pseudocaule. As plantas apresentaram,

inicialmente, folhas mais velhas com cor verde-escura e mais espessas. Com a evolução dos sintomas, as plantas lançavam folhas novas com clorose internerval, mal formadas, seguido de necroses localizadas (Figura 7A).

Segundo Mengel & Kirkby (1987), a deficiência de B surge primeiramente como um crescimento anormal ou retardado de pontos em crescimento. Devido à sua relativa imobilidade nos tecidos, a sua deficiência tem como uma característica comum os distúrbios do crescimento dos tecidos meristemáticos. Malavolta et al. (1997) mencionam que sob omissão de B, as dificuldades de divisão e diferenciação celulares são a primeira indicação da carência, resultantes da necessidade do nutriente para a síntese das bases nitrogenadas.

As folhas mais novas apresentando clorose internerval apresentavam estrias perpendiculares às nervuras primárias das folhas (Figura 7B). Norton (1965) descreve esse sintoma como resultante de uma série de pequenas depressões perfeitamente alinhadas sob a superfície das folhas, orientadas perpendicularmente às nervuras primárias.

Sob omissão severa, as folhas “vela” eram lançadas já necrosadas, tanto nas “plantas mãe” quanto nos perfilhos. Charpentier & Martin-Prével (1965) mencionam que as necroses nas margens das folhas podem ocorrer sem que haja clorose prévia, e que essa necrose ocorre principalmente na ponta que se encarquilha e, que os perfilhos produzidos mostram sintomas ainda mais acentuados que nas “plantas mãe” devido à baixa mobilidade do B.

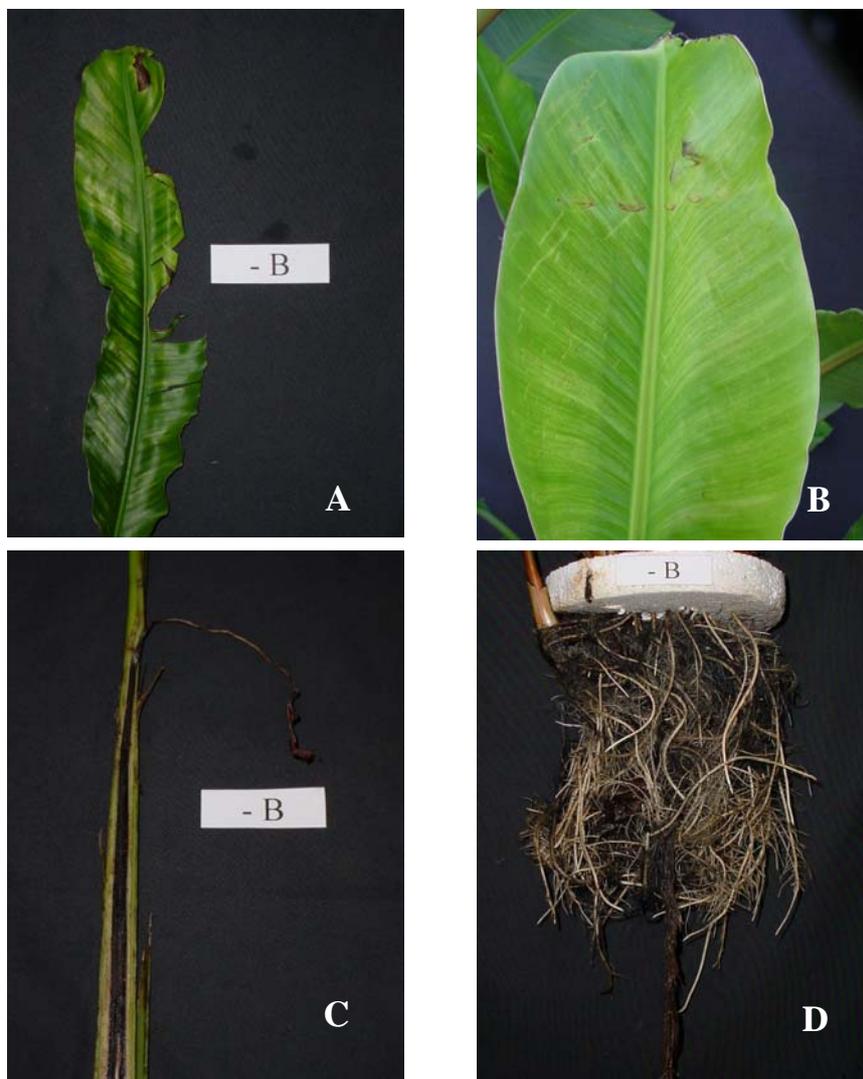
Algumas folhas foram lançadas no terço médio do pseudocaule, emitidas em pontos rachados. O pseudocaule das plantas sob omissão de B tornou-se mais grosso e as bainhas das folhas apresentaram aspecto quebradiço destacando-se do pseudocaule. No interior do pseudocaule apareceram necroses próximas aos tecidos mais jovens (Figura 7C). Quaggio & Piza Junior (1991) em

trabalho de revisão, mencionam que a deficiência de B causa mal funcionamento do tecido do cambio vascular, responsável pela multiplicação das células dos vasos condutores, provocando colapso imediato do floema e, em casos extremos, do xilema. Com isso, há a redução do crescimento das raízes, que não recebem quantidades suficientes de fotossintatos.

As raízes das plantas sob omissão de B eram menos densas, apresentando escurecimento com necroses nas suas extremidades (Figura 7D).

As plantas sob omissão de B não lançaram inflorescência e, conseqüentemente, não formaram cachos. Epstein & Bloom (2004) mencionam que sob a omissão desse nutriente, o florescimento é severamente afetado.

Os sintomas de deficiência de B observadas nas folhas, raízes, bainhas das folhas e pseudocaule para a bananeira ornamental foram idênticas aos sintomas descritos por Norton (1965) para bananeira (*Musa acuminata* L.) cv “Gros Michael”.



**FIGURA 2.7.** Sintomas visuais de deficiência de boro em bananeira ornamental: clorose internerval e má formação do limbo foliar (A), clorose internerval e estrias perpendiculares aos vasos primários (B), corte longitudinal mostrando interior do pseudocaule necrosado (C) e aspecto das raízes de plantas sob omissão de B (D).

### **3.8 Deficiência de ferro**

As plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão de Fe, apresentaram crescimento semelhante às plantas do tratamento completo até a emissão dos cachos. Os sintomas visuais de deficiência para o nutriente ocorreram apenas nos perfilhos (Figura 8A). Ressalta-se que as plantas permaneceram sob adaptação em solução nutritiva, antes do início da fase experimental. Infere-se que esse período foi suficiente para obter reservas desse nutriente. Assim, somente após a emissão dos cachos, que provocou uma alta demanda de nutrientes para a “planta mãe”, os perfilhos apresentaram os sintomas de deficiência de Fe.

Os perfilhos apresentaram clorose internerval nas folhas mais novas (Figura 8B). A clorose internerval sempre iniciava na base das folhas. Ainda, essas folhas tiveram uma leve alteração em sua forma, tornando-se mais estreitas na base do limbo (Figura 8C). Charpentier & Martin-Prével (1965) relatam que sob deficiência de Fe a bananeira apresenta folhas mais novas com cor verde-amarelada ou amarelo-parda, podendo inclusive haver queda das mesmas. Essas podem ainda ser encarquilhadas e lanceoladas. Contudo, os sintomas observados em bananeira ornamental não foram tão intensos quanto aos descritos pelos autores.



**FIGURA 2.8.** Sintomas visuais de deficiência de ferro em bananeira ornamental: detalhe da clorose internerval em perfilhos (A), detalhe da clorose internerval (B), variação da intensidade dos sintomas da deficiência em função da idade das folhas (mais novas à esquerda e mais velhas à direita) (C) e aspecto das raízes de plantas sob omissão de Fe (D).

O sistema radicular das plantas sob omissão de Fe apresentou variações em crescimento. Pôde-se observar que o sistema radicular apresentou alguns pontos com coloração ferruginosa e com extremidades necrosadas (Figura 8D). Bergmann (1992) menciona que o sistema radicular de plantas sob omissão de Fe é afetado. A deficiência de Fe está associada com a inibição da elongação radicular, aumentos do diâmetro das zonas apicais das raízes, formação abundante de raízes laterais e cor amarelada devido ao acúmulo de riboflavina, sendo essa uma estratégia para translocar Fe das raízes para a parte aérea (Romheld & Marschner, 1981).

### **3.9 Deficiência de manganês**

As plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão de Mn, inicialmente apresentaram cloroses marginais localizadas, onde surgiram pontuações negras sobre as nervuras primárias de folhas intermediárias que progrediam em sentido à nervura central (Figura 9A). Com o avanço da carência, as áreas cloróticas aumentaram e, sobre essas, surgiram necroses pontuais (Figura 9B). Além da clorose, o limbo foliar apresentou manchas em um dos lados, conferindo um aspecto de "mancha de óleo". As manchas sempre ocorriam de um lado do limbo (Figura 9C), coincidindo com a parte da folha que se desenrolava primeiro, após o seu lançamento.

As folhas com sintomas mais intensos apresentaram várias pontuações negras que progrediam a uma necrose intensa dos tecidos (Figura 9B). Devido à variedade de processos metabólicos envolvendo o Mn, é difícil definir as relações entre a deficiência, efeitos fisiológicos e sintomas. Entretanto, assume-se que a clorose associada à deficiência desse nutriente é uma consequência de deficiência de energia. A diminuição das sínteses e aceleradas quebras de

proteínas e clorofila levam ao acúmulo de compostos nitrogenados de baixo peso molecular que culminam finalmente em necroses (Bergmann, 1992).

Na base dos pecíolos, as folhas apresentaram manchas marrom-claro, bem próximas à inserção como pseudocaule (Figura 9D).

As folhas mais jovens, lançadas após o surgimento dos sintomas nas folhas intermediárias, apresentaram cloroses internervais dos dois lados do limbo (Figura 9E).

O nutriente está ligado à formação de clorofila, e a maior parte do nutriente encontra-se nos cloroplastos, participando de processos de transporte eletrônico na fase luminosa da fotossíntese (Marschner, 1995; Mengel & Kirkby, 1987) e sob omissão de Mn a estrutura dos cloroplastos é alterada (Malavolta et al., 1997).

O sistema radicular das plantas foi bastante afetado sob omissão de Mn. Inicialmente apresentaram necroses nas pontas das raízes. O sistema radicular posteriormente tornou-se marrom com várias partes necrosadas (Figura 9F).



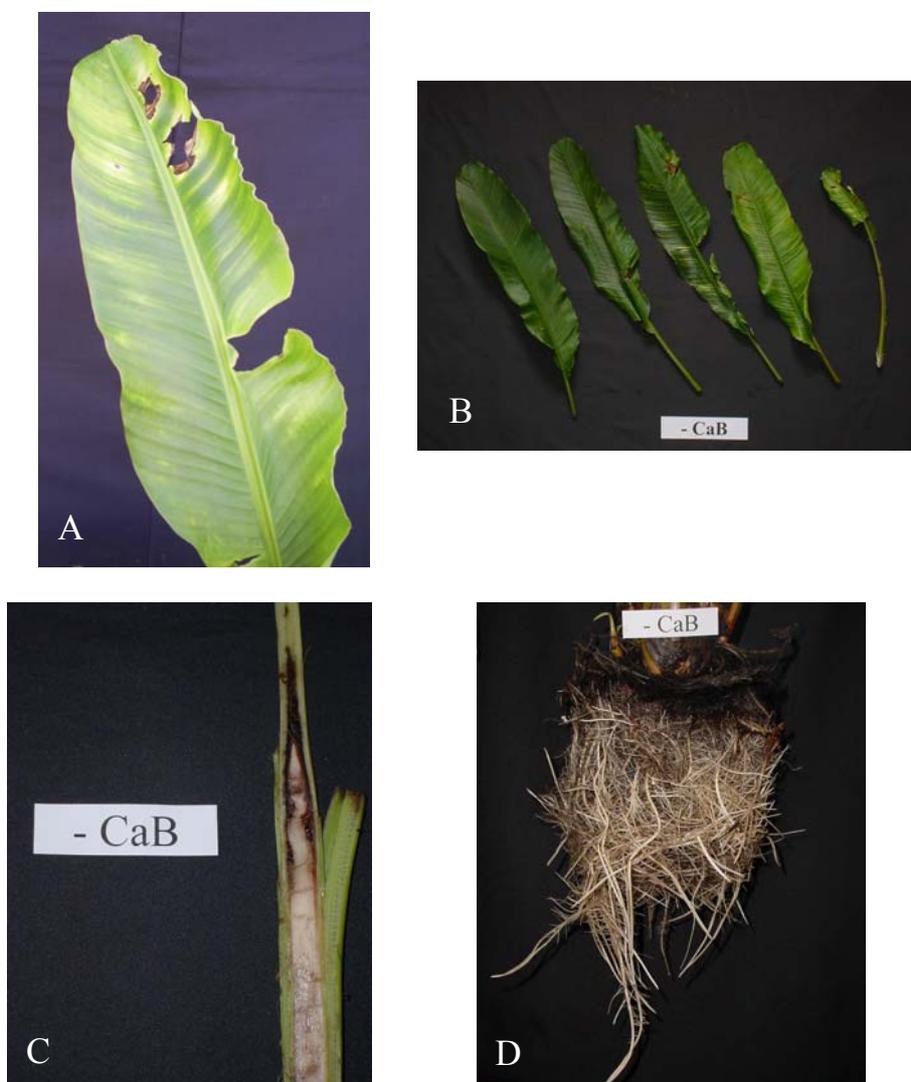
**FIGURA 2.9.** Sintomas visuais de deficiência de manganês em bananeira ornamental: detalhe do início da clorose internerval (A), detalhe da evolução da necrose (B), variação da intensidade dos sintomas da deficiência em função da idade das folhas (mais novas à direita e mais velhas à esquerda) (C), detalhe das manchas nos pecíolos (D), detalhe da clorose internerval (E) e aspecto das raízes de plantas sob omissão de Mn (F).

### **3.10 Deficiência de cálcio e boro**

As plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão conjunta de Ca e B, inicialmente apresentaram sintomas visuais típicos da carência de B. As plantas apresentaram crescimento retardado e várias alterações nas folhas. Inicialmente as folhas mais jovens apresentaram clorose internerval (Figura 10A), eram mal formadas e, com o avanço da carência, apresentavam necroses localizadas. As folhas apresentaram estreitamento do limbo, conferindo um aspecto lanceolado (Figura 10B).

Contudo, não foi possível observar sintomas de deficiência de Ca nas folhas como descritos para a omissão individual do nutriente, exceto pelo formato das folhas que foram mais estreitas do que sob omissão apenas de Ca. As alterações nas folhas, típicas da deficiência de B, com má formação do limbo foram tão intensas que as cloroses marginais observadas sob omissão de Ca não foram apresentadas. Soto (1992) menciona que os sintomas de deficiência de Ca em bananeiras sempre demoram mais a aparecer que os sintomas de deficiência de outros nutrientes.

No interior do pseudocaule foi observada necrose intensa dos tecidos, semelhante ao ocorrido nas plantas sob omissão apenas de B (Figura 10C). O sistema radicular foi severamente afetado. Inicialmente, o sistema radicular apresentou coloração marrom claro (Figura 10D). As extremidades das raízes apresentaram necroses causando interrupção do crescimento radicular. As raízes tornaram-se mais grossas emitindo várias raízes laterais, igualmente grossas.



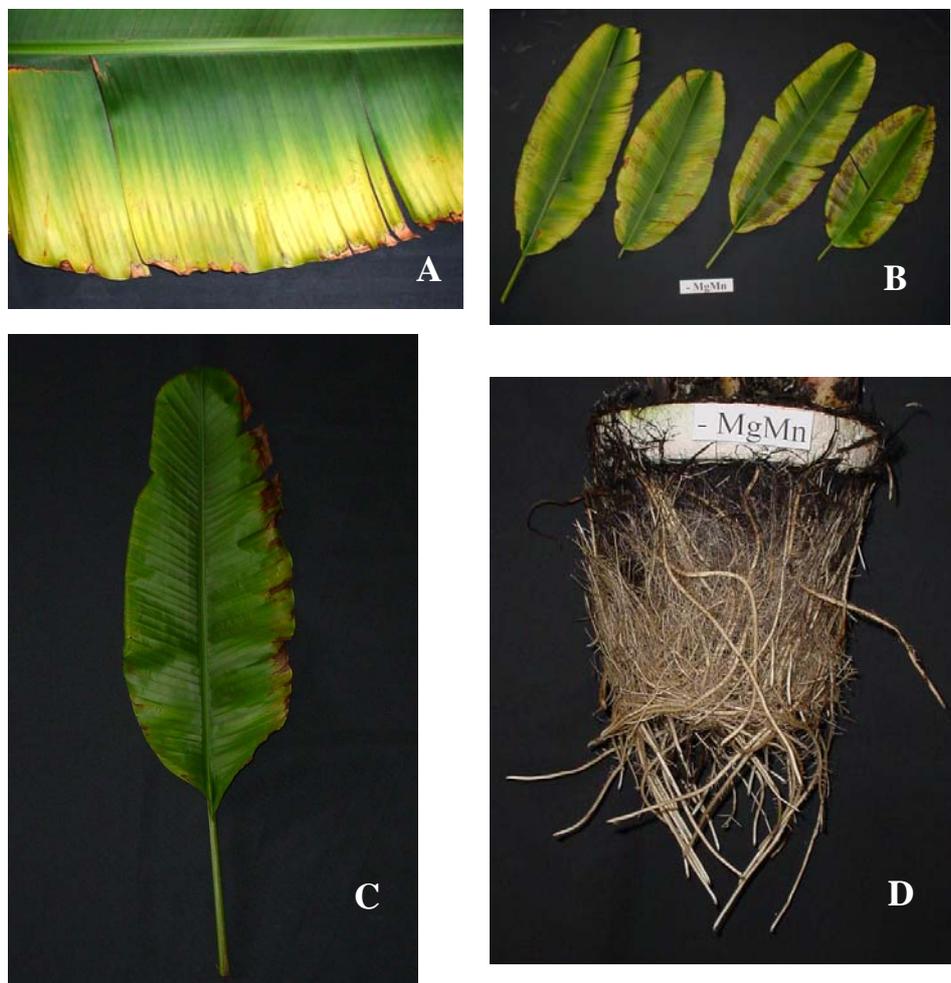
**FIGURA 2.10.** Sintomas visuais de deficiência de cálcio e boro em bananeira ornamental: detalhe da clorose internerval (A), variação da intensidade dos sintomas da deficiência em função da idade das folhas (mais novas à direita e mais velhas à esquerda) (B), corte longitudinal mostrando interior do pseudocaulo necrosado (C), e aspecto das raízes de plantas sob omissão de Ca e B (D).

### **3.11 Deficiência de magnésio e manganês**

As plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão conjunta de Mg e Mn, inicialmente apresentaram sintomas visuais típicos da carência de Mg. O crescimento das plantas não foi afetado devido a omissão conjunta desses nutrientes.

As folhas mais velhas apresentaram clorose paralela às margens do limbo foliar, que progredia para o interior da folha. As porções das folhas próximas da nervura central permaneceram verdes assim como a própria nervura central. Os sintomas típicos da deficiência de Mn ocorreram mais tardiamente, nas folhas intermediárias e nas mais jovens. Entretanto, não seguiram as mesmas fases observadas nas plantas sob omissão apenas de Mn. Estas apresentaram clorose internerval que surgiram primeiramente nas margens das folhas, sem a presença das pontuações escuras. Com o avanço das carências, as folhas intermediárias apresentaram sintomas de carências dos dois nutrientes. A clorose marginal, típica da deficiência de Mg, estava associada à clorose internerval, característica da deficiência de Mn, nas áreas do limbo que inicialmente eram verdes. Além disso, as folhas apresentaram aspecto de “mancha de óleo” nas margens do limbo que se desenrolava primeiramente, na ocasião da emissão da folha (Figura 11A). Sob carência severa dos nutrientes, as áreas cloróticas das folhas apresentaram necroses concentradas somente nessas áreas (Figura 11B). As folhas mais jovens apresentaram somente sintomas típicos da deficiência de Mn (Figura 11C) enquanto que as mais velhas apresentaram somente de Mg.

O sistema radicular foi afetado pela omissão dos nutrientes, tendo diminuição de seu volume (Figura 11D), quando comparado ao sistema radicular de plantas do tratamento completo.



**FIGURA 2.11.** Sintomas visuais de deficiência de magnésio e manganês em bananeira ornamental: detalhe da clorose marginal (Mg) e internerval (Mn) em uma folha intermediária (A), variação da intensidade dos sintomas da deficiência em função da idade das folhas (mais novas à esquerda e mais velhas à direita) (B), folha mais nova apresentando somente sintoma de deficiência de Mn (C), e aspecto das raízes de plantas sob omissão de Mg e Mn (D).

## **4 CONCLUSÕES**

Os sintomas visuais de deficiências nutricionais para a bananeira ornamental foram semelhantes aos descritos na literatura para a bananeira comestível.

A omissão dos nutrientes de forma isolada ou em combinações na solução nutritiva causou alterações morfológicas traduzidas em sintomas visuais de deficiência.

Há dominância dos sintomas de B em bananeira ornamental, quando esse nutriente é omitido em conjunto com o Ca.

Sob omissão simultânea de Mg e Mn, os sintomas apresentados foram característicos dos dois nutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S.(Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2006. p. 253-280.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana. Produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 47-59.

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis**. Jena: Gustav Fischer, 1992. 741 p.

BURKE, J. J.; HOLLOWAY, P.; DALLING, M. J. The effect of sulfur deficiency on the organization and photosynthetic capability of the wheat leaves. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 125, n. 3-4, p. 371-375, 1986.

CHARPENTIER, J. M.; MARTIN-PRÉVEL, P. Cultures sur milieu artificiel: carences atténes ou temporaires en éléments majeurs, carence on oligo-elements chez bananier. **Fruits**, Paris, v. 20, n. 10, p. 521-557, Oct. 1965.

DeBOER, D. L.; DUKE, S. H. Effects of sulfur nutrition on nitrogen and carbon metabolism in Lucerne (*Medicago sativa* L.). **Physiologia Plantarum**, v. 54, n. 3, p. 343-350, Mar. 1982.

DIETZ, K. J. Recovery of spinach leaves from sulfate and phosphate deficiency. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 134, n. 5, p. 551-557, July 1989.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Mineral nutrition of plants**. Sunderland: Sinauear Associates, 2004. 403 p.

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

FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004. p. 40-75.

GOOR, B. J.; LUNE, P. Redistribution of K, B, Mg, and Ca in apple trees determined by indirect method. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v. 48, n. 1, p. 21-26, Jan. 1980.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. L. **The water culture methods for growing plants whiout soil**. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32 p. (Bulletin, 347)

HOSTENSTEINER, S.; FELLER, U. Nitrogen metabolism and the remobilization during senescence. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 370, p. 927-937, Apr. 2002

LAHAV, E.; TURNER, D. W. **Banana nutrition**. Berne: International Potash Institute, 1983. 62 p. (IPI-Bulletin, 7).

LYNCH, J.; LAUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 2, p. 380-387, Mar./Apr. 1991.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic, 1997. 889 p.

MARTIN-PRÉVEL, P.; CHARPENTIER, J. M. Sintomas de carência em seis elementos minerais na bananeira. **Fertilité**, Paris, n. 22, p. 15-49, jun./jul. 1964.

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

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

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

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2006. p. 281-298.

NORTON, K. R. Boron deficiency in bananas. **Tropical Agriculture**, London, v. 42, n. 4, p. 361-365, Oct. 1965.

QUAGGIO, J. A.; PIZA JUNIOR, C. T. Frutíferas tropicais. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B.; ABREU, C. A. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 459-492.

RODRÍGUEZ, D.; KELTJENS, W. G.; GOUDRIAAN, J. Plant leaf area expansion and assimilate production in wheat (*Triticum aestivum* L.) growth under low phosphorus conditions. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 200, n. 2, p. 227-240, Mar. 1998.

ROMHELD, V.; MARSCHNER, H. Iron deficiency stress induced morphological and physiological changes in root tips of sunflower. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 53, n. 3, p. 354-360, 1981.

SOTO, M. **Bananos: cultivo y comercialización**. 2. ed. San José: C. R. Litografía/Impreta LIL, 1992. 674 p.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2006. p. 215-252.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

ZOBEL, R. W.; ALLOUSH, G. A.; BELESKY, D. P. Differential root morphology to no versus high phosphorus, in three hydroponically growth forage chicory cultivars. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 57, n. 1-2, p. 201-208, Aug. 2006.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2006. p. 299-325.

### **CAPÍTULO III**

#### **COMPOSIÇÃO QUÍMICA, EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES E ASPECTO DE CACHOS DE BANANEIRA ORNAMENTAL SOB OMISSÃO DE NUTRIENTES**

## RESUMO

Pinho, Paulo Jorge de. Composição química, exportação de nutrientes e aspecto dos cachos de bananeira ornamental sob omissão de nutrientes. In: \_\_\_\_\_ **Deficiências simples e múltiplas em bananeira ornamental (*Musa velutina* H. Wendl. & Drude):** nutrição mineral, desenvolvimento, produção, caracterização de sintomas visuais e alterações morfo-anatômicas. 2007. Cap. 3, p. 47-82. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

O objetivo deste trabalho foi de determinar a composição química, exportação de nutrientes e aspectos visuais de cachos de bananeira ornamental sob omissão de nutrientes. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação da área experimental do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG). O experimento foi iniciado em novembro de 2006, por um período de seis meses. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, com 5 repetições e 12 tratamentos. Os tratamentos consistiram de: Solução Hoagland & Arnon (1950) completa, solução nutritiva com omissão de N (-N), solução nutritiva com omissão de P (-P), solução nutritiva com omissão de K (-K), solução nutritiva com omissão de Ca (-Ca), solução nutritiva com omissão de Mg (-Mg) e solução nutritiva com omissão de S (-S), solução nutritiva com omissão de B (-B), solução nutritiva com omissão de Fe (-Fe), solução nutritiva com omissão de Mn (-Mn), solução nutritiva com omissão de Ca e B (-CaB) e solução nutritiva com omissão de Mg e Mn (-MgMn). Plantas sob omissão de N, K e B não emitiram inflorescências e, conseqüentemente, cachos. Na ocasião da colheita, os cachos foram fotografados e os efeitos dos tratamentos foram avaliados através de medidas e aparência visual dos mesmos. Foram avaliados o comprimento do engaço, número de pencas, número de frutos, comprimento e diâmetro do fruto central da primeira penca. Foram determinados os teores e acúmulos de nutrientes dos cachos. As omissões de nutrientes, tanto de forma simples quanto múltiplas afetaram a aparência dos cachos, causando alterações no comprimento do engaço, número de frutos, comprimento e diâmetro dos frutos e na matéria seca dos cachos. A cor e forma dos cachos foram igualmente afetadas. A intensidade da cor rósea dos cachos foram afetadas pela omissão simples de Mn, Mg e a omissão conjunta desses

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Prof<sup>a</sup>. Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Orientadora); Doutora Ana Rosa Ribeiro Bastos (Co-orientadora).

elementos. A ordem de extração de nutrientes pelos cachos foi: K> N> Ca> Mg> P> S> Fe> Zn> Mn> B> Cu.

## ABSTRACT

Pinho, Paulo Jorge de. Chemical composition, nutrients exportation and, visual aspects of pink velvet banana bunches under nutrients omission. In: \_\_\_\_\_ **Nutritional deficiencies in pink velvet banana plant (*Musa velutina* H. Wendll. & Drude):** chemical and morphological changes and characterization of visual symptoms.. 2007. Chap. 3, p. 47-82. Thesis (Doctorate in Soil Science and Plant Nutrition) – Federal University of Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

The objective of this work was to determine the chemical composition, appearance and nutrient export raceme under nutrient omission. The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Soil Science experimental area of Federal University of Lavras (Lavras-MG). The experiment started in November 2006 and last 6 months, following a completely randomized design with 5 replicates and 12 treatments. The treatments consisted of: complete Hoagland & Arnon solution (1950), with N (-N) omission, with P (-P) omission, with K (-K) omission, with Ca (-Ca) omission, with Mg (-Mg) omission, with S (-S) omission, with B (-B) omission, with Fe (-Fe) omission, with Mn (-Mn) omission, with Ca and B (-CaB) omission, and with Mg and Mn (-MgMn) omission. The obtained data were submitted to analyses of variance (ANOVA), as well as Scott & Knott test ( $p \leq 0,05$ ). Flowering has not occurred under N, K and B omission and hence there was not raceme emission. The racemes were photographed at harvest and the treatments effects were evaluated visually and through the following measurements: raceme stalk's length, number of banana bunches, number of bananas, length and diameter of the central banana from the first bunch, and the raceme nutrient uptake and accumulation. The nutrient omissions, both simple and multiple, affected the raceme appearance, altering the raceme stalk's length, number of fruits, length and diameter of the fruits and dry matter of bunches. The intensity of the pinky color of the bunches was affected by Mn and Mg omissions, both simple and multiple. The order of nutrient extraction by the bunches was: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Zn > Mn > B > Cu.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Prof<sup>a</sup>. Janice G. de Carvalho - UFLA (Major Professor); Doutora Ana Rosa Ribeiro Bastos.

## 1 INTRODUÇÃO

A expressão exigências nutricionais refere-se às quantidades de nutrientes que uma cultura retira do meio onde estão as raízes, para atender as suas necessidades, crescer e produzir adequadamente. Assim, a quantidade de nutrientes exigida é função dos seus teores no material vegetal e do total de matéria seca produzida.

A análise química por ocasião da colheita dá uma boa indicação das quantidades de nutrientes acumulados pela planta e sua produção, o que permite estimar as quantidades de nutrientes exportadas com os frutos para fora da área de produção, servindo como uma referência para os cálculos de adubação, principalmente quando resultados experimentais conclusivos não são disponíveis (Quaggio & Piza Júnior, 2001).

Apesar de existir na literatura dados relacionados à nutrição mineral de bananeiras, de várias cultivares, diferenças entre teores de nutrientes são encontradas em diferentes categorias taxonômicas vegetais, assim como entre variedades e cultivares, podendo variar grandemente dependendo da situação (Mills & Jones Junior, 1991)

O objetivo deste trabalho foi determinar a composição química, alterações morfológicas e exportação de nutrientes por cachos de bananeira ornamental por ocasião da colheita, em resposta a omissão simples ou múltipla de nutrientes.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG), definida geograficamente pelas coordenadas de 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste, altitude de 918 m.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições e doze tratamentos: Solução Hoagland & Arnon (1950) completa, com omissão de N (-N), com omissão de P (-P), com omissão de K (-K), com omissão de Ca (-Ca), com omissão de Mg (-Mg) com omissão de S (-S), com omissão de B (-B), com omissão de Fe (-Fe), com omissão de Mn (-Mn), com omissão de Ca e B (-CaB) e com omissão de Mg e Mn (-MgMn).

Foi realizada a desinfestação das sementes de bananeira ornamental por meio de imersão em solução de hipoclorito de sódio a 10% por 5 minutos. As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 72 células cada onde permaneceram até o início da fase experimental. O substrato utilizado foi vermiculita. Foi utilizada uma solução de sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )  $10^{-4}$  M para umedecer o substrato.

As mudas de bananeira ornamental foram transferidas para uma bandeja plástica contendo 36 L de solução referente a Hoagland & Arnon (1950) completa, com aeração constante, nas concentrações de 25, 50 e 100% da sua força iônica, as quais ficaram um período de 15 dias em cada concentração. Após o período de adaptação, as plantas foram individualizadas em baldes plásticos com capacidade de 10L, com aeração constante. Foram utilizadas placas de isopor de 30 cm de diâmetro e 4cm de espessura como suporte para as plantas. As soluções eram trocadas quinzenalmente durante o período experimental.

Na preparação de todas as soluções estoques dos nutrientes empregaram-se reagentes PA. As soluções nutritivas foram preparadas utilizando-se água deionizada e, durante o intervalo de renovação das soluções, o volume dos vasos foi completado, sempre que necessário, utilizando-se água deionizada.

Por ocasião da colheita, os cachos foram fotografados e os efeitos dos tratamentos foram avaliados através de medidas e aparência visual dos mesmos. Nessa ocasião foram medidos o comprimento do engajo, número de pencas, número de frutos, comprimento e diâmetro do fruto central da primeira penca. Os componentes dos cachos foram lavados em água destilada corrente e secos em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65-70°C por 72 h ou até que apresentasse peso constante.

O material vegetal foi pesado em balança de precisão (0,01g) para a obtenção do peso de matéria seca e moído em moinho tipo Wiley para determinação de macro e micronutrientes.

Os teores de N nos cachos foram determinados por micro Kjeldahl, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). No extrato, obtido por digestão nitroperclórica, foram dosados o P por colorimetria, o K por fotometria de chama, os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica e os de S total por turbidimetria (Malavolta et al., 1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias avaliadas pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o auxílio do programa computacional Sisvar (Ferreira, 2003).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Parâmetros de crescimento e produção de matéria seca**

Dentre os tratamentos avaliados, os que sofreram omissão de N, K e B não emitiram inflorescências e, conseqüentemente, cachos. Martin-Prével (1984) revela em estudo com bananeiras que o N tem grande importância do início do desenvolvimento das folhas até a emissão da inflorescência, havendo uma redução de sua absorção até a colheita. Já o K é absorvido em torno de dois terços, da fase de indução floral até a colheita. Em bananeiras, o N é responsável pelo aumento do número de pencas e pela emissão e crescimento dos rebentos, aumentando consideravelmente a quantidade total de matéria seca (Lahav & Turner, 1983). Verificou-se para os demais tratamentos efeitos sobre os parâmetros de crescimento e produção de matéria seca avaliados.

É importante ressaltar que, como a espécie estudada possui importância ornamental, o aspecto dos cachos quanto ao seu tamanho, forma e cor são os seus atributos relevantes.

Foi observado efeito dos tratamentos para o comprimento do engaço (CE). Os menores valores observados, para esse parâmetro, foram dos cachos que sofreram omissão de S e CaB, seguido do tratamento que sofreu omissão de P. Os engaços dos tratamentos -S e -CaB tiveram redução do comprimento de 62,13 e 59,22%, respectivamente, quando comparados ao CE do tratamento completo. Os demais tratamentos não influenciaram o CE. Apesar de não serem observadas diferenças significativas entre os demais tratamentos, as maiores médias para a variável CE foram do tratamento completo (Tabela 3.1).

**TABELA 3.1** Comprimento do engaço (CE), número de frutos (NF), comprimento do fruto central da primeira penca (CF), diâmetro do fruto central da primeira penca (DF) e matéria seca (MS) de cachos de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

<b>Tratamento</b>	<b>CE (cm)</b>	<b>NF</b>	<b>CF (cm)</b>	<b>DF (cm)</b>	<b>MS (g)</b>
Completo	34,33a	19,33a	6,33a	2,67a	33,33a
-P	19,67b	13,33c	4,67a	1,67a	6,33d
-Ca	31,33a	16,33b	5,67a	2,00a	11,00d
-Mg	32,33a	20,67a	6,33a	2,33a	35,00a
-S	13,00c	9,33d	2,67b	1,00b	14,00c
-Fe	34,00a	19,33a	6,00a	2,33a	38,33a
-Mn	31,33a	16,67b	6,67a	2,00a	26,67b
-CaB	14,00c	14,00c	3,00b	1,00b	15,00c
-MgMn	26,67a	17,33b	6,67a	2,00a	19,67c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tal como observado para CE, os menores valores para a variável comprimento do fruto central da primeira penca (CF) foram observados para os tratamentos -S e -CaB. Os demais tratamentos não afetaram o comprimento dos frutos. Contudo, apesar de não haver diferença significativa, os menores valores foram do tratamento sob omissão de P, revelando uma tendência à redução do comprimento dos frutos. Martin-Prével (1984) comenta que o P é, em geral, requerido em quantidades crescentes pelas bananeiras, havendo maior absorção a partir do estágio inicial de desenvolvimento das folhas até a emissão da inflorescência.

Os maiores valores de CF foram observados nos tratamentos sob omissão de Mn e MgMn, apresentando médias superiores às do tratamento completo, ainda que não tenham sido notadas diferenças significativas. A média

de CF para a omissão de Mg foi igual à média do tratamento completo, denotando que a omissão simples ou múltipla de Mg e Mn não afeta a característica avaliada. O tratamento -Fe apresentou igualmente médias sem diferenças significativas do tratamento completo. Entretanto, durante a condução do experimento, as plantas sob omissão desse nutriente apresentaram sintomas visuais de deficiência nos perfilhos, somente após a emissão dos cachos. Provavelmente, durante a fase de adaptação à solução nutritiva, as plantas obtiveram reservas de Fe suficientes para seu crescimento e desenvolvimento. A ocorrência da deficiência somente nos perfilhos parece ter ocorrido devido à alta demanda de Fe pelas “plantas mãe”. Infere-se desse modo que para a formação dos cachos, ocorreu competição pelo nutriente entre as “plantas mãe” e perfilhos que refletiram em sintomas visuais somente para os últimos.

Semelhante ao CE e CF, o diâmetro dos frutos (DF) foi mais afetado quando foi omitindo o S isoladamente e Ca e B de forma conjunta. As reduções foram de 62,55% para ambos os tratamentos, quando comparados à média de diâmetro dos frutos do tratamento completo. Ao contrário do CF, o DF do tratamento sob carência de P não foi afetado. Entretanto, sob omissão do nutriente, pôde-se observar uma tendência à redução do diâmetro. O maior diâmetro foi do tratamento completo.

A produção de matéria seca dos cachos foi afetada pelos tratamentos. A omissão de P e de S proporcionaram cachos de menor matéria seca, com reduções de 81,00 e 66,99% respectivamente. A omissão simples de Fe e Mg não afetaram a produção de matéria seca dos cachos. Sob omissão desses nutrientes foram observadas médias superiores às do tratamento completo, ainda que sem diferenças significativas.

O tratamento -Mn teve redução da produção de matéria seca de 19,98% quando comparado ao tratamento completo. Sob omissão múltipla de Mg e Mn,

os cachos apresentaram redução ainda maior de 40,98%. Assim, parece que o Mn influencia mais a produção de matéria seca que o Mg. Marchal & Mallesard (1979) encontraram em bananeira “Grand Naine” menores teores de Mg nos cachos ( $1,4 \text{ mg kg}^{-1}$ ) quando comparado com a parte aérea ( $12 \text{ mg kg}^{-1}$ -folhas (2,9) + bainhas (3,1) + pseudocaule (3,1) + rizoma (2,9)).

Os menores valores observados para matéria seca dos cachos foram dos tratamentos -P e -Ca. Apesar da omissão de Ca não ter afetado tão drasticamente as características morfológicas dos cachos, a produção de matéria seca foi bastante afetada, refletindo numa diminuição dos demais frutos dos cachos, mesmo que não tenha afetado tanto o comprimento e diâmetro do fruto central da primeira penca.

### **3.2 Aspecto visual dos cachos**

A cor e aparência dos frutos da bananeira ornamental talvez seja o aspecto mais importante da espécie em relação ao seu valor ornamental. Foi observado que os tratamentos -Mn, -Mg e -MgMn apresentaram variações de cor dos frutos (Figuras 3.1G, 3.1D e 3.1I). Esses tratamentos, apesar de apresentarem cachos de forma semelhantes ao tratamento completo (Figura 3.1A), a medida que amadureciam perdiam a intensidade da cor da casca. Manchas de cor rósea menos intensas foram observadas em pontos isolados nos frutos. Essas manchas eram relativamente grandes, cobrindo áreas consideráveis e tornavam-se pálidas com o avanço da maturação dos cachos. Cachos do tratamento -CaB apresentaram defeitos, com cachos mal formados com necroses do umbigo e frutos (Figura 3.1H). Plantas sob omissão de Fe apresentaram cachos com cor intensa, devido provavelmente às reservas do nutriente na ocasião da adaptação à solução nutritiva (Figura 3.1F). O tamanho dos cachos sob omissão de P e S foram menores (Figura 3.1B e 3.1E). Sob omissão de Ca,

os cachos não apresentaram modificações visuais evidentes, quando comparado ao tratamento completo (Figura 3.1 C).



**FIGURA 3.1.** Aspecto dos cachos de bananeira ornamental: Completo (A), omissão de P (B), omissão de Ca (C), omissão de Mg (D), omissão de S (E), omissão de Fe (F), omissão de Mn (G), omissão de CaB (H), omissão de MgMn (I).

### 3.3 Teor e acúmulo de nutrientes

A seguir encontram-se os resultados dos teores a acúmulos de nutrientes em cachos de bananeira ornamental.

#### 3.3.1 Teor e acúmulo de macronutrientes

##### 3.3.1.1 Teor e acúmulo de nitrogênio

Não foram observadas diferenças significativas entre os teores de N nos cachos de bananeira ornamental em função dos tratamentos. Entretanto, em função das diferenças na produção de matéria seca dos tratamentos, houve diferenças entre o acúmulo do nutriente nos cachos (Tabela 3.2).

**TABELA 3.2.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de N de cachos de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor		Acúmulo
		-----g kg <sup>-1</sup> -----	-----mg cacho <sup>-1</sup> -----	
Completo	33,33a	14,5a	483,3a	
-P	6,33d	16,5a	104,4e	
-Ca	11,00d	12,8a	140,8e	
-Mg	35,00a	13,7a	479,5a	
-S	14,00c	14,4a	201,6d	
-Fe	38,33a	12,8a	490,6a	
-Mn	26,67b	14,2a	378,7b	
-CaB	15,00c	16,8a	252,0c	
-MgMn	19,67b	15,6a	306,8c	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Os maiores acúmulos de N nos cachos ocorreram nos cachos do tratamento completo, -Mg e -Fe. Este fato reflete a maior produção de matéria seca desses tratamentos em relação aos demais. Os menores acúmulos foram observados nos tratamentos -P e -Ca, com redução de acúmulo, quando comparados ao tratamento completo, de 78,39 e 70,12% respectivamente.

Marchal & Mallesard (1979) avaliando o conteúdo de nutrientes e sua exportação por cachos de bananeira cultivar “Grand Nain”, observaram que os teores de N nos cachos foram 8,7 g kg<sup>-1</sup>. Os teores médios de N para todos os tratamentos foi de 1,45 g kg<sup>-1</sup> para a bananeira ornamental. A exportação desse nutriente pelos cachos dessa espécie são bem menores que para as outras bananeiras, visto que seus cachos não atingem pesos como de bananeiras comestíveis. Vários trabalhos tem sido conduzidos com diferentes cultivares de bananeira para avaliar a extração de nutrientes pela ocasião da colheita. Martin-Prével (1962) observou que, para a cultivar “Poyo”, a extração de N foi de 17 kg Mg<sup>-1</sup>, Gallo et al. (1972) concluíram que a cultivar “Nanicão”, extraiu nos frutos, 19 kg Mg<sup>-1</sup> de N. Extrapolando os valores extraídos pelos cachos da bananeira ornamental, para cada tonelada de cachos produzidos seriam extraídos, nos cachos, 14,5 kg Mg<sup>-1</sup> de N.

### **3.3.1.2 Teor e acúmulo de fósforo**

Os teores e acúmulos de P nos cachos foram afetados pela omissão dos nutrientes. Apesar de não haver diferenças significativas entre os teores de P nos cachos de plantas do tratamento completo e dos tratamentos sob omissão de P, Mg e Mn, houve uma tendência de diminuição da concentração de P em cachos sob omissão desse nutriente (Tabela 3.3).

**TABELA 3.3.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de P de cachos de bananeira ornamental de plantas sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor		Acúmulo ----mg cacho <sup>-1</sup> ----
		-----g kg <sup>-1</sup> -----		
Completo	33,33a	2,52d		83,99b
-P	6,33d	2,08d		13,16f
-Ca	11,00d	3,69b		40,59e
-Mg	35,00a	2,49d		87,15b
-S	14,00c	4,13b		57,82d
-Fe	38,33a	2,53d		96,97a
-Mn	26,67b	3,19c		85,08b
-CaB	15,00c	4,73a		70,95c
-MgMn	19,67b	3,74b		73,56c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os maiores teores de P nos cachos foram observados na omissão conjunta de Ca e B, seguidos dos tratamentos -S, -MgMn e -Ca, que diferiram significativamente do tratamento completo. Entretanto, quando se leva em consideração a produção de matéria seca, observa-se que o acúmulo de P em cachos do tratamento -P e -Ca, foi bastante afetado.

Os teores de P observados em cachos de bananeira ornamental, sob todos os tratamentos avaliados foram muito superiores aos teores observados para cachos bananas comestíveis encontrados na literatura. O teor médio do tratamento completo foi de 2,52 g kg<sup>-1</sup>. Para a cultivar “Grand Nain”, os teores médios de P em frutos apresentados por Marchal & Mallesrad (1979) foi de 1,04 g kg<sup>-1</sup>, representando 41,27% do teor encontrado para cachos do tratamento completo para bananeira ornamental.

Comparando-se a exportação de P pelos cachos de bananeira ornamental com as várias cultivares de bananeiras comestíveis, percebem-se diferenças igualmente discrepantes. Considerando-se uma produção de 1 Mg de cachos de bananeira ornamental, a exportação de P pelos cachos seria de 2,52 kg de P. Para a produção de 1 Mg de frutos em bananeira da cultivar “Pacovan” a exportação de P pelos frutos é de 0,30 kg (Neves et al., 1991).

### **3.3.1.3 Teor e acúmulo de potássio**

O maior teor de K foi observado em cachos de plantas que sofreram a omissão conjunta de Ca e B, seguidos dos tratamentos -MgMn, -P, -Ca e -S. O teor de K nos cachos do tratamento -CaB foram 81,30% superiores aos do tratamento completo. Entretanto, os acúmulos de K nos cachos dos tratamentos -P, -Ca e -S foram os menores observados. Este fato reflete o menor acúmulo de matéria seca destes cachos mostrando que houve efeito de concentração do nutriente (Tabela 3.4).

**TABELA 3.4.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de K de cachos de bananeira ornamental de plantas sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor		Acúmulo ----mg cacho <sup>-1</sup> ----
		-----g kg <sup>-1</sup> -----		
Completo	33,33a	23,0c		766,59b
-P	6,33d	30,9b		195,59d
-Ca	11,00d	30,8b		338,80c
-Mg	35,00a	21,0c		735,00b
-S	14,00c	30,6b		428,40c
-Fe	38,33a	25,5c		977,42a
-Mn	26,67b	27,4c		730,76b
-CaB	15,00c	41,7a		625,50b
-MgMn	19,67b	33,2b		653,04b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

O maior acúmulo de K foi observado nos cachos sob omissão de Fe, seguidos do tratamento completo, -Mg, -Mn, -CaB e -MgMn. Os altos acúmulos de K nos tratamentos -CaB e -MgMn foram devido aos altos teores de K encontrados nos cachos da bananeira, uma vez que pouca matéria seca foi produzida.

Marchal & Mallesrad (1979) encontraram teores de K em cachos de bananeira cultivar “Grand Nain” de 27,5 g kg<sup>-1</sup>. O teor médio observado para cacho do tratamento completo foi de 23,0 g kg<sup>-1</sup>. Para a produção de 1Mg de cachos de bananeira ornamental ocorreria a exportação de 23 kg de K, levando-se em consideração a extração pelos cachos do tratamento completo. Martin-Prével (1962), encontrou em frutos de bananeira da cultivar “Poyo”, exportação de 5,1 kg de K para cada Mg de frutos produzidos.

### 3.3.1.4 Teor e acúmulo de cálcio

A omissão de Ca ocasionou uma redução no teor desse nutriente em cachos, quando comparado com os demais tratamentos. Houve uma redução do teor de Ca nos cachos de 71,55% em relação ao tratamento completo (Tabela 3.5).

**TABELA 3.5.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de Ca de cachos de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor	Acúmulo
		-----g kg <sup>-1</sup> -----	----mg cacho <sup>-1</sup> ----
Completo	33,33a	7,91a	263,64b
-P	6,33d	4,92b	31,14d
-Ca	11,00d	2,25c	24,75d
-Mg	35,00a	8,29a	290,15b
-S	14,00c	6,86b	96,00c
-Fe	38,33a	9,12a	349,57a
-Mn	26,67b	10,26a	273,63b
-CaB	15,00c	6,27b	94,05c
-MgMn	19,67b	12,13a	238,59b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os maiores teores observados foram dos tratamentos -MgMn, -Mn, -Fe, -Mg e completo. A ausência de Ca pode ter induzido uma maior absorção de Mg e Mn devido as relações interiônicas de inibição competitiva entre esses. Ainda que não tenha tido diferenças significativas entre os tratamentos, o teor de Ca nos cachos do tratamento -MgMn foi 53,35% superior ao tratamento completo. Tendência semelhante ao teor de Ca foi observado para o acúmulo desse

nutriente no cacho. Ressalta-se, porém, que o tratamento -Fe em função da maior produção de matéria seca apresentou os maiores acúmulos de Ca nos cachos, sendo estatisticamente superior aos demais.

Os teores do nutriente em cachos de bananeira ornamental foram em média  $7,5 \text{ g kg}^{-1}$ . Entretanto, Marchal & Mallesard (1979), em frutos de bananeira cultivar “Grand Nain”, encontraram teores de  $0,7 \text{ g kg}^{-1}$ . Em relação à extração de Ca por cachos de bananeira ornamental, os acúmulos foram muito diferentes dos preconizados por vários autores para diferentes cultivares de bananeira. Martin-Prével (1962) menciona que para cada Mg de frutos da cultivar “Nain” são extraídos  $0,12 \text{ kg Mg}^{-1}$  de Ca e para a cultivar “Poyo” a extração é um pouco superior sendo extraídos, para a mesma quantidade de frutos,  $0,19 \text{ kg Mg}^{-1}$ . Para a cultivar “Prata”, Gomes (1988) menciona que é extraído  $0,21 \text{ kg Mg}^{-1}$  de Ca. Extrapolando-se os valores extraídos por cachos de bananeira ornamental para um Mg de cachos de bananeira ornamental, a extração de Ca seria de  $7,91 \text{ kg Mg}^{-1}$  para o tratamento completo.

#### **3.3.1.5 Teor e acúmulo de magnésio**

A omissão de Mg ocasionou os menores teores desse nutriente em cachos, tanto sob omissão simples do nutriente quanto sob omissão conjunta de Mg e Mn (Tabela 3.6).

**TABELA 3.6.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de Mg de cachos de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor		Acúmulo ----mg cacho <sup>-1</sup> ----
		-----g kg <sup>-1</sup> -----		
Completo	33,33a	3,07c		102,32a
-P	6,33d	3,53c		22,34c
-Ca	11,00d	6,07a		66,77b
-Mg	35,00a	1,46d		51,10b
-S	14,00c	4,56b		63,84b
-Fe	38,33a	2,97c		113,84a
-Mn	26,67b	3,34c		89,08a
-CaB	15,00c	7,12a		106,80a
-MgMn	19,67b	1,71d		33,64c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O acúmulo de Mg da omissão conjunta de Mg e Mn foi também muito baixa, tendo em vista as baixas produções de matéria seca dos cachos. De forma contrária, os maiores teores de Mg foram observados sob a omissão de Ca, seja de forma simples ou conjunta com B. Os teores de Mg para os tratamentos -CaB e -Ca foram 131,92 e 97,72% superiores ao tratamento completo, respectivamente. Esse fato pode ser explicado pela relação interiônica de inibição competitiva existente entre o Ca e Mg. Marchal & Mallesard (1979) mencionam que o teor de Mg em cachos de bananeira cultivar “Grand Nain” é de 1,4 g kg<sup>-1</sup> sendo que em cachos de bananeira ornamental o teor desse nutriente em cachos do tratamento completo foi de 3,07 g kg<sup>-1</sup>

A extração de Mg por cachos de bananeira ornamental apresentou valores discordantes dos preconizados pela literatura por vários autores para

diferentes cultivares de bananeira. Extrapolando-se os valores para a produção de 1 Mg de cachos de bananeira ornamental do tratamento completo extraíram 3,07 kg Mg<sup>-1</sup> do nutriente. Martin-Prével et al. (1968) observaram que frutos da cultivar “Gros Michel” extraem 0,26 kg Mg<sup>-1</sup> do nutriente. Montagut & Martin-Prével (1965) mencionam que as extrações de Mg por frutos de bananeiras das cultivares “Grand Nain” e “Poyo” são de 0,33 e 0,24 kg Mg<sup>-1</sup> respectivamente.

#### **3.3.1.6 Teor e acúmulo de enxofre**

O maior teor de S foi observado em cachos de plantas que sofreram omissões simples de Ca, S, P, e conjuntas de Ca e de B e de Mg e Mn. Cachos do tratamento -Ca apresentaram teor médio de 2,17 g kg<sup>-1</sup>, valor 102,80% superior ao tratamento completo. Contudo, em função da baixa produção de matéria seca, os seus acúmulos só não foram menores que o tratamento sob omissão conjunta de Ca e B (Tabela 3.7).

**TABELA 3.7.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de S de cachos de bananeira ornamental de plantas sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor	Acúmulo
		-----g kg <sup>-1</sup> -----	----mg cacho <sup>-1</sup> ----
Completo	33,33a	1,07b	35,66a
-P	6,33d	1,68a	10,63c
-Ca	11,00d	2,17a	23,87b
-Mg	35,00a	1,25b	43,75a
-S	14,00c	1,81a	25,34b
-Fe	38,33a	0,97b	37,18a
-Mn	26,67b	1,16b	30,94b
-CaB	15,00c	1,57a	23,55b
-MgMn	19,67b	1,56a	30,68b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os menores teores de S no tratamento completo, -Mg, -Fe e -Mn foram devidos as altas produções de matéria seca refletindo um efeito de diluição do nutriente. Esse fato é comprovado nos mais altos acúmulos desse nutriente nos tratamento supracitados.

Gallo et al. (1972) mencionam que em frutos de bananeira da cultivar “Nanicão” o teor de S é de 0,26 g kg<sup>-1</sup>. Entretanto, Marchal & Mallesard (1979) mencionam que os teores de S em cachos de bananeiras da cultivar “Grand Nain” apresentam valor de 1,0 g kg<sup>-1</sup>. O teor de S encontrado em cachos de bananeira ornamental do tratamento completo foi de 1,07 g kg<sup>-1</sup> encontrando-se bem próximo ao descrito pelos autores.

### 3.3.2 Teor e acúmulo de micronutrientes

#### 3.3.2.1 Teor e acúmulo de boro

Os maiores teores de B foram observados em cachos de plantas que sofreram a omissão P e de Ca. Entretanto, os cachos sob omissão de P apresentaram os menores acúmulos do nutriente, em função da menor produção de matéria seca, refletindo o efeito de concentração do nutriente (Tabela 3.8).

**TABELA 3.8.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de B de cachos de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor		Acúmulo	
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----	-----µg cacho <sup>-1</sup> -----	-----mg kg <sup>-1</sup> -----	-----µg cacho <sup>-1</sup> -----
Completo	33,33a	21,54b	0,71b	21,54b	0,71b
-P	6,33d	33,75a	0,21e	33,75a	0,21e
-Ca	11,00d	32,20a	0,35d	32,20a	0,35d
-Mg	35,00a	21,30b	0,74b	21,30b	0,74b
-S	14,00c	21,24b	0,30d	21,24b	0,30d
-Fe	38,33a	24,40b	0,94a	24,40b	0,94a
-Mn	26,67b	23,59b	0,63b	23,59b	0,63b
-CaB	15,00c	22,87b	0,34d	22,87b	0,34d
-MgMn	19,67b	21,54b	0,51c	21,54b	0,51c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

O tratamento -Ca apresentou comportamento semelhante ao do -P. Apesar de apresentar altos teores de B, quando comparado aos demais tratamentos, em função de sua baixa produção de matéria seca, o tratamento -Ca

apresentou baixo acúmulo de B. Quando comparados ao tratamento completo, os tratamentos -P e -Ca apresentaram teores 56,68 e 49,49% superiores.

Gallo et al. (1972) avaliando a composição química de bananeira cultivar “Nanicão”, em várias regiões do Estado de São Paulo, encontraram teor médio de B em cachos de 11,37 mg kg<sup>-1</sup>. O teor médio observado para cachos de bananeira ornamental foi de 21,53 mg kg<sup>-1</sup>, valor 47,21% superior ao descrito pelos autores para a cultivar “Nanicão”.

### **3.3.2.2 Teor e acúmulo de cobre**

Os maiores teores de Cu foram observados em cachos de plantas que sofreram a omissão conjunta de Ca e B e omissão simples de P. Contudo, os cachos sob carência de P apresentaram os menores acúmulos de Cu. Quando comparados os teores e acúmulos de Cu do tratamento -P ao tratamento completo, percebe-se que, para teores, foram observados valores 105,50% superiores e que, seus acúmulos de Cu foram 60,87% inferiores. Este fato é explicado pela baixa produção de matéria seca dos cachos sob carência de P, refletindo em um efeito de concentração dos teores de Cu e pela inibição não competitiva que ocorre entre o P e Cu (Malavolta, 2006). Assim, a omissão de P pode ter favorecido a absorção de Cu (Tabela 3.9).

**TABELA 3.9.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de Cu de cachos de bananeira ornamental de plantas sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor	
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----	-----µg cacho <sup>-1</sup> -----
Completo	33,33a	7,09b	0,23a
-P	6,33d	14,57a	0,09b
-Ca	11,00d	6,78b	0,07b
-Mg	35,00a	8,33b	0,29a
-S	14,00c	7,94b	0,11b
-Fe	38,33a	6,71b	0,26a
-Mn	26,67b	8,45b	0,22a
-CaB	15,00c	19,67a	0,29a
-MgMn	19,67b	7,09b	0,15b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Os maiores acúmulos de Cu em cachos foram observados, via de regra, nos tratamentos que acumularam mais matéria seca.

O teor médio de Cu encontrado em cachos de plantas do tratamento completo foi de 7,09 mg kg<sup>-1</sup>. Gallo et al. (1972) encontraram teores médios de 4,75 mg kg<sup>-1</sup> de Cu em cachos de bananeira cultivar “Nanicão”. Segundo Dordas et al. (2001) a redistribuição de Cu é geralmente muito baixa, embora seja bastante variável entre espécies, e é fortemente afetada pela fenologia da planta. Uma significativa quantidade de Cu pode ser retranslocada dos órgãos vegetativos para flores e frutos durante a maturação e senescência, embora sob condições normais esse seja bastante imóvel (Loneragan et al., 1980). Dantas et al. (2001) mencionam que em bananeiras selvagens a polinização é essencial para o desenvolvimento de frutos, os quais apresentam grandes quantidades de

sementes, o mesmo não ocorrendo em bananeiras comestíveis onde os frutos são produzidos por partenocarpia. Esse fato possivelmente contribui para os mais altos acúmulos de Cu na bananeira ornamental em relação à comestível.

### 3.3.2.3 Teor e acúmulo de ferro

O maior teor de Fe foi observado em cachos de plantas que sofreram a omissão conjunta de Ca e B havendo um efeito de concentração do nutriente, pois, pouca matéria seca foi produzida. Entretanto, seus acúmulos foram inferiores ao tratamento completo, que apresentou o maior acúmulo do nutriente (Tabela 3.10).

**TABELA 3.10.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de Fe de cachos de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor		Acúmulo	
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----	-----μg cacho <sup>-1</sup> -----		
Completo	33,33a	56,12c	1,87a		
-P	6,33d	62,37b	0,39g		
-Ca	11,00d	54,70c	0,60f		
-Mg	35,00a	49,84d	1,74a		
-S	14,00c	56,58c	0,79e		
-Fe	38,33a	42,06d	1,61b		
-Mn	26,67b	45,73d	1,22c		
-CaB	15,00c	74,19a	1,11c		
-MgMn	19,67b	56,12c	0,96d		

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os cachos sob omissão de Fe apresentaram os menores teores do nutriente, seguidos pelos tratamentos -Mn e -Mg. Contudo, em função da sua produção de matéria seca, seus acúmulos foram próximos aos do tratamento completo.

Teores médios de Fe em cachos de bananeira cultivar “Nanicão” são de 48,74 mg kg<sup>-1</sup> (Gallo et al., 1972). Em cachos de bananeira ornamental valores próximos aos encontrados para a cultivar “Nanicão” foram observados apenas nos tratamentos que apresentaram os menores teores.

#### **3.3.2.4 Teor e acúmulo de manganês**

Os menores teores de Mn foram observados nos cachos do tratamento completo, -Mg, -S, -Fe, -Mn e -MgMn não sendo observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os acúmulos de Mn nos cachos dos tratamentos -Mn e -MgMn foram os menores observados, ainda que a produção de matéria seca do último tratamento não tenha sido tão baixa quando comparada com os demais (Tabela 3.11).

**TABELA 3.11.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de Mn de cachos de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor	Acúmulo
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----	-----µg cacho <sup>-1</sup> -----
Completo	33,33a	31,44c	1,05a
-P	6,33d	105,39a	0,67b
-Ca	11,00d	68,87b	0,76b
-Mg	35,00a	37,31c	1,31a
-S	14,00c	39,54c	0,55b
-Fe	38,33a	33,96c	1,30a
-Mn	26,67b	11,94c	0,32b
-CaB	15,00c	102,75a	1,54a
-MgMn	19,67b	31,44c	0,24b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Os maiores teores do nutriente foram observados em cachos sob omissão simples de P e sob omissão conjunta de Ca e B. Contudo, sob carência de P o acúmulo de Mn foi baixo em função da sua baixa produção de matéria seca. O tratamento -CaB, apesar de não ter tido grande produção de matéria seca, apresentou os maiores acúmulos de Mn, juntamente com os tratamentos completo, -Mg e -Fe.

Os teores de Mn em cachos de bananeira ornamental sob os diversos tratamentos foram contrastantes em relação aos teores apresentados por Gallo et al. (1972) para a bananeira cultivar “Nanicão”. Os autores mencionam que teores médios de Mn para cachos de diferentes localidades de São Paulo foram de 56,05 mg kg<sup>-1</sup>. Em cachos de plantas do tratamento completo os teores de Mn

foram mais baixos que os descritos pelos autores, apresentando valores 43,91% inferiores os descritos para bananeiras da cultivar “Nanicão”.

### 3.3.2.5 Teor e acúmulo de zinco

Não foram observadas diferenças significativas entre os teores de Zn nos cachos de bananeira ornamental em função dos tratamentos. Entretanto, em função das diferenças na produção de matéria seca dos tratamentos, houve diferenças entre o acúmulo do nutriente nos cachos (Tabela 3.12).

**TABELA 3.12.** Produção de matéria seca, teor e acúmulo de Zn de cachos de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

Tratamento	Matéria seca (g)	Teor		Acúmulo
		-----mg kg <sup>-1</sup> -----	-----μg cacho <sup>-1</sup> -----	
Completo	33,33a	54,33a	1,81a	
-P	6,33d	72,00a	0,45c	
-Ca	11,00d	63,67a	0,70c	
-Mg	35,00a	64,00a	2,24a	
-S	14,00c	52,00a	0,73c	
-Fe	38,33a	49,33a	1,89a	
-Mn	26,67b	65,33a	1,74a	
-CaB	15,00c	98,00a	1,48b	
-MgMn	19,67b	54,33a	1,43b	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Os maiores acúmulos de Zn nos cachos ocorreram nos cachos dos tratamentos -Mg, -Fe, -Mn e completo. Este fato reflete a maior produção de

matéria seca desses tratamentos em relação aos demais. Os menores acúmulos foram observados nos tratamentos -P e -Ca, com redução de acúmulo, quando comparados ao tratamento completo, de 75,14 e 61,11% respectivamente.

### **3.3.3 Ordem de exportação de nutrientes pelos cachos**

A ordem de exportação de macronutrientes observada por cachos de bananeira ornamental foi a seguinte: K> N> Ca> Mg> P> S. Salomão et al. (2004) avaliando o acúmulo e distribuição de nutrientes em banana “Mysore” observaram que, em frutos em seu máximo estágio de acúmulo de matéria fresca a ordem de extração foi: K> N> Mg> P> Ca. Borges & Silva (1995), avaliando a extração de nutrientes em banana das cultivares “Nanica”, “Nanicão”, “Mysore”, “Pacovan” e “Prata” encontraram a ordem de extração de macronutrientes seguinte: K> N> Mg> P = Ca. Gallo et al. (1972), encontraram para a cultivar “Nanicão” a seguinte extração: K> N> Mg> Ca> P> S. Em geral, tal como apresentado por Borges et al. (1999), é consenso para a maioria dos autores que o K é o nutriente mais exigido por bananeiras, como foi observado também para a bananeira ornamental.

A ordem de extração de micronutrientes observada em cachos de bananeira ornamental foi a seguinte: Fe> Zn> Mn> B> Cu. Salomão et al. (2004) em banana “Mysore” observaram que a ordem dos micronutrientes estudados foi: Mn> Fe > Zn. Gallo et al. (1972) apresentam a seguinte ordem de extração de micronutrientes por cachos de banana “Nanicão” para diferentes áreas produtoras do estado de São Paulo: Mn> Fe> B> Zn> Cu. Hiroce et al. (1977), mencionam que para banana “Nanicão”, a ordem de exportação de micronutrientes é a seguinte: Fe> Mn> B> Zn> Cu.

Segundo Diniz (1996) existem diferenças dos teores de nutrientes nas plantas de bananeira variando entre cultivares, entre diferentes partes da planta e

nos diferentes estádios de desenvolvimento. Discrepâncias em extrações dos nutrientes entre a bananeira ornamental e bananeiras comestíveis podem ser explicadas pelas diferenças genótípicas entre as espécies acarretando diferenças na extração de nutrientes.

## 4 CONCLUSÕES

A omissão de nutrientes tanto de forma simples quanto múltiplas afetou os parâmetro de crescimento dos cachos assim como seu aspecto visual.

Cachos dos tratamentos -Mg, -Mn e -MgMn apresentaram intensidade de cor menor que cachos do tratamento completo.

Sob omissão de N, K e B não houve emissão de cachos.

O crescimento dos cachos foi severamente afetado sob a omissão conjunta de Ca e B.

A omissão de Mn e MgMn afetaram a cor dos frutos e dos cachos produzidos.

A ordem de extração de nutrientes pelos cachos de bananeira ornamental foi a seguinte: K> N> Ca> Mg> P> S> Fe> Zn> Mn> B> Cu.

As diferenças entre os valores de teores e acúmulos nos cachos de bananeira ornamental indicam necessidades de pesquisas futuras tendo em vista diferenças nutricionais existentes entre a espécie e outras bananeiras para fins comestíveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, A. L.; SILVA, S. O. Extração de nutrientes por cultivares de banana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, n. 1, p. 57-66, 1995.

DANTAS, J. L. L.; SHEPHERD, K.; SILVA, S. O.; SOARES FILHO, W. S. Classificação botânica, origem, evolução e distribuição geográfica. In: ALVES, E.J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1999. p. 27-34.

DINIZ, J. D. N. **Crescimento e absorção mineral em explantes de bananeira (*Musa sp.* AAB), cv, Prata Anã, *in vitro***. 1996. 96 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

DORDAS, C.; SAH, R.; BROWN, P. H.; ZENG, Q.; HU, H. Remobilização de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B.; ABREU, C. A. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 43-69.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema de análises de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

GALLO, J. R.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; HIROCE, R.; FURLANI, A. M. C.; RAMOS, M. T. B.; MOREIRA, R. S. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata* Simmonds, cultivar Nanicão). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 70-79, 1972.

GOMES, J. A. **Absorção de nutrientes pela banana, cultivar Prata (*Musa* AAB), subgrupo Prata) em diferentes estádios de desenvolvimento**. 1988. 98 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

HIROCE, R.; CARVALHO, A. M.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; SANTOS, R. R.; GALLO, J. R. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 14, p. 155-164, maio 1977.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. L. **The water culture methods for growing plants whiout soil**. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32 p. (Bulletin, 347).

QUAGGIO, J. A.; PIZA JUNIOR, C. T. Frutíferas tropicais. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B.; ABREU, C. A. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 459-492.

LAHAV, E.; TURNER, D. W. **Banana nutrition**. Berne: International Potash Institute, 1983. 62 p. (IPI-Bulletin 7).

LONERAGAN, J. F.; SNOWBALL, K.; ROBSON, A. D. Cooper supply in relation to content and redistribution of cooper among organs of the wheat plant. **Annals of Botany**, London, v. 45, n. 6, p. 621-632, 1980.

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

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

MARCHAL, J.; MALLESARD, R. Comparasion des immobilisations minérales de quatre cultivars de bananiers à fruits pour cuisson et de deux "Cavendish". **Fruits**, Paris, v. 34, n. 6, p. 373-392, juin 1979.

MARTIN-PRÉVEL, P. Lés éléments minéraux dans le bananier et dans son régime. **Fruits**, Paris, v. 17, n. 3, p. 123-128, mar. 1962.

MARTIN-PRÉVEL, P. Exigências nutricionais da bananicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1984. p. 118-134.

MARTIN-PRÉVEL, P.; LACOEUILHE, J. J.; MARCHAL, J. Lés éléments minéraux dans le bananier ‘Gros Michel’ au Cameroun. **Fruits**, Paris, v. 23, n. 5, p. 259-269, mai 1968.

MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. **Plant analysis handbook II**: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Athens: Micromacro Publishing, 1991. 422 p.

NEVES, R. L. L.; FERREIRA, F. F. H.; MACIEL, R. F. P.; FROTA, J. N. E. Extração de nutrientes em banana (*Musa sp.*) cv. Pacovan. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 22, n. 1/2, p. 115-120, 1991.

SALOMÃO, L. C. C.; PUSCHMANN, R.; SIQUEIRA, D. L.; NOLASCO, C. A. Acúmulo e distribuição de nutrientes em banana “Mysore” em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 290-294, ago. 2004.

## **CAPÍTULO IV**

### **DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL EM BANANEIRA ORNAMENTAL: EFEITOS NO CRESCIMENTO E NO ESTADO NUTRICIONAL DAS PLANTAS**

## RESUMO

Pinho, Paulo Jorge de. Deficiência nutricional em bananeira ornamental: efeito no crescimento e no estado nutricional das plantas. In: \_\_\_\_ **Deficiências simples e múltiplas em bananeira ornamental (*Musa velutina* H. Wedll. & Drude)**: nutrição mineral, desenvolvimento, produção, caracterização de sintomas visuais e alterações morfo-anatômicas. 2007. Cap. 4, p. 83-135. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

A deficiência nutricional acarreta distúrbios que podem ser observados pelos sintomas visíveis, pela redução do crescimento dos teores dos nutrientes omitidos nas soluções e pelas alterações dos teores dos demais nutrientes. O objetivo deste trabalho foi de avaliar os efeitos das omissões simples e múltiplas de nutrientes no crescimento e na nutrição de plantas de bananeira ornamental. O trabalho foi realizado em casa-de-vegetação da área experimental do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG). O experimento foi iniciado em novembro de 2006, por um período de seis meses. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, com 5 repetições e 12 tratamentos. Os tratamentos consistiram de: Solução Hoagland & Arnon (1950) completa,, solução nutritiva com omissão de N (-N), solução nutritiva com omissão de P (-P), solução nutritiva com omissão de K (-K), solução nutritiva com omissão de Ca (-Ca), solução nutritiva com omissão de Mg (-Mg) e solução nutritiva com omissão de S (-S), solução nutritiva com omissão de B (-B), solução nutritiva com omissão de Fe (-Fe), solução nutritiva com omissão de Mn (-Mn), solução nutritiva com omissão de Ca e B (-CaB) e solução nutritiva com omissão de Mg e Mn (-MgMn). Durante o período experimental foi avaliado semanalmente a altura das plantas, diâmetro do pseudocaule, número de folhas emitidas. Ao fim da fase experimental, por ocasião da colheita, foram avaliados ainda o comprimento e largura da terceira folha. As plantas, depois de colhidas, foram divididas em folhas + pseudocaule, rizoma, raiz e perfilhos para determinação da composição química de cada parte. Para comparação dos teores foliares em bananeira ornamental, na emissão da inflorescência, foi coletada a folha III para determinação química. Foram

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Profª. Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Orientadora);  
Doutora Ana Rosa Ribeiro Bastos (Co-orientadora).

determinadas as curvas de crescimento e a área abaixo da curva do crescimento das plantas sob cada tratamento.

## ABSTRACT

Pinho, Paulo Jorge de. Nutritional deficiency of pink velvet banana plant: effect on plants development and nutritional status. In: \_\_\_\_ **Nutritional deficiencies in pink velvet banana plant (*Musa velutina* H. Wendll. & Drude):** chemical and morphological changes and characterization of visual symptoms. 2007. Chap. 4, p. 83-135. Tesis (Doctor in Soil Science and Plant Nutrition) – Federal University of Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

Nutritional deficiency cause disturbs that can be observed by visible symptoms, growth reduction, uptake of nutrients omitted from the solutions and by the plant content changes of the other nutrients. The objective of this work was to evaluate the effects of simple and multiple nutrient omissions on growth and mineral nutrition of an ornamental banana. The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Soil Science experimental area of Federal University of Lavras (Lavras-MG). The experiment started in November 2006 and last 6 months, following a completely randomized design with 5 replicates and 12 treatments. The treatments consisted of: complete Hoagland & Arnon solution (1950), with N (-N) omission, with P (-P) omission, with K (-K) omission, with Ca (-Ca) omission, with Mg (-Mg) omission, with S (-S) omission, with B (-B) omission, with Fe (-Fe) omission, with Mn (-Mn) omission, with Ca and B (-CaB) omission, and with Mg and Mn (-MgMn) omission. The obtained data were submitted to analyses of variance (ANOVA) as well as Scott & Knott test ( $p \leq 0,05$ ). During the experiment time, the height of the plants, diameter of the pseudostem and number of leaves emitted were measured weekly. At the end of the experiment, by the harvest time, the length and width of the leaf III were also measured. The plants were divided into leaves + pseudostem, rhizome, root and suckers for the mineral contents determination of each part. For the comparing of nutrient contents on the leaves, by the flowering emission time, the leaf III was collected for analyses of mineral contents. The curves of growth and the area below them were assessed for each treatment.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Prof<sup>a</sup>. Janice G. de Carvalho - UFLA (Major Professor); Doutora Ana Rosa Ribeiro Bastos.

## **1 INTRODUÇÃO**

Plantas desenvolvidas com limitações nutricionais apresentam crescimento vegetativo reduzido e baixa produção de flores e frutos, além de deformações morfológicas (Bergmann, 1992).

O uso de análises químicas de material vegetal é baseado na premissa que existe uma relação entre a taxa de crescimento e o teor de nutrientes na planta (Marschner, 1995).

A concentração de nutrientes diferem não somente em diferentes espécies vegetais, mas também nas diversas partes das plantas. Essa variabilidade é afetada pelo tipo de planta, idade fisiológica do tecido, posição do tecido nas plantas, disponibilidade de nutrientes no substrato, concentração de outros nutrientes e vários fatores edafoclimáticos (Mills & Jones Junior, 1991).

O objetivo deste trabalho foi de avaliar os efeitos das omissões de nutrientes no crescimento e no estado nutricional de bananeira ornamental.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG), definida geograficamente pelas coordenadas de 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste, altitude de 918 m.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições e doze tratamentos: Solução Hoagland & Arnon (1950) completa, com omissão de N (-N), com omissão de P (-P), com omissão de K (-K), com omissão de Ca (-Ca), com omissão de Mg (-Mg) com omissão de S (-S), com omissão de B (-B), com omissão de Fe (-Fe), com omissão de Mn (-Mn), com omissão de Ca e B (-CaB) e com omissão de Mg e Mn (-MgMn).

Foi realizada a desinfestação das sementes de bananeira ornamental por meio de imersão em solução de hipoclorito de sódio a 10% por 5 minutos. As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 72 células cada, onde permaneceram até o início da fase experimental. O substrato utilizado foi vermiculita. Foi utilizada uma solução de sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )  $10^{-4}$  M para umedecer o substrato.

As mudas de bananeira ornamental foram transferidas para uma bandeja plástica contendo 36 L de solução referente a Hoagland & Arnon (1950) completa, com aeração constante, nas concentrações de 25, 50 e 100% da sua força iônica, as quais ficaram um período de 15 dias em cada concentração. Após o período de adaptação, as plantas foram individualizadas em baldes plásticos com capacidade de 10L, com aeração constante. Foram utilizadas placas de isopor de 30 cm de diâmetro e 4cm de espessura como suporte para as plantas. As soluções eram trocadas quinzenalmente durante o período experimental.

Na preparação de todas as soluções estoques dos nutrientes empregaram-se reagentes PA. As soluções nutritivas foram preparadas utilizando-se água deionizada e, durante o intervalo de renovação das soluções, o volume dos vasos foi completado, sempre que necessário, utilizando-se água deionizada.

Durante o período experimental as plantas foram avaliadas semanalmente quanto a sua altura, diâmetro do pseudocaule a 5cm do suporte das plantas e número de folhas emitidas. Na ocasião da colheita foram realizadas avaliações quanto a altura das plantas, diâmetro do pseudocaule a 5cm do suporte das plantas, número de folhas, número de perfilhos, comprimento e largura da terceira folha. As plantas foram divididas em folhas + pseudocaule da “planta mãe”, rizoma, raízes e perfilhos. As diferentes partes da planta foram lavadas em água destilada corrente e secas em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65-70°C por 72 h ou até que apresentasse peso constante.

O material vegetal foi pesado em balança de precisão (0,01g) para a obtenção do peso de matéria seca e moído em moinho tipo Wiley para determinação de macro e micronutrientes.

Os teores de N foram determinados por micro Kjeldahl, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). No extrato, obtido por digestão nitroperclórica, foram dosados os teores totais de P por colorimetria, o K por fotometria de chama, os de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica e os de S total por turbidimetria (Malavolta et al., 1997).

As curvas de crescimento foram obtidas através de testes em parcelas subdivididas no tempo. A área abaixo da curva de crescimento das plantas foi obtida através da fórmula adaptada de Shaner & Finner (1977):

$$AACCP = \sum_{i=1}^n [Y_{i+n1} + Y_i]/2 [X_i + 1 - X_i]$$

Onde:

$Y_i$  = Altura das plantas (cm)

$X_i$  = Tempo (dias)

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias avaliadas pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional Sisvar (Ferreira, 2003).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Devido a escassez ou inexistência de informações disponíveis sobre a nutrição mineral e sua influência no crescimento de bananeira ornamental, os resultados encontrados neste estudo foram comparados com efeitos de nutrientes no crescimento e teores considerados adequados para bananeiras cultivadas para fins alimentícios.

#### **3.1 Produção de matéria seca e parâmetros de crescimento**

##### **3.1.1 Produção de matéria seca**

A produção de matéria seca para as diferentes partes das plantas analisadas foi afetada pelos tratamentos, conforme mostrado na Tabela 4.1.

**TABELA 4.1.** Produção de matéria seca de folhas e pseudocaule (FP), rizoma (RZ), raiz (RA) das “plantas mãe” e seus perfilhos (PER), sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla, na colheita.

<b>Tratamento</b>	<b>FP (g)</b>	<b>PER (g)</b>	<b>RZ (g)</b>	<b>RA (g)</b>
Completo	135,08a	309,33a	37,22a	122,61a
-N	62,24c	28,33e	22,58b	22,51e
-P	98,33b	41,00e	20,86b	44,67d
-K	14,14d	*NEP	2,16c	5,11e
-Ca	101,43b	208,67b	32,65a	96,67b
-Mg	129,77a	162,33c	30,16a	60,74c
-S	54,02c	132,00c	13,95b	89,00b
-B	51,27c	77,33d	23,08b	20,79e
-Fe	127,86a	237,00b	42,47a	88,13b
-Mn	138,12a	139,00c	35,56a	49,44c
-CaB	65,08c	110,33c	21,19b	33,26d
-MgMn	110,64b	127,33c	26,17a	38,09d

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade. \*Não emitiu perfilhos

### **3.1.1.1 Produção de matéria seca de folhas e pseudocaule**

A menor produção de matéria seca de folhas e pseudocaule (FP) foi observada sob omissão de K. Devido a intensidade dos sintomas visuais de deficiências apresentados pelas plantas sob omissão do nutriente, as plantas foram as primeiras a serem colhidas. Houve uma redução na produção de matéria seca de FP de 89,53%, quando comparado à produção do tratamento completo (Tabela 4.1).

O K, juntamente com o N, estão diretamente relacionados com o crescimento, produção e qualidade de frutos de bananeiras (Gallo et al., 1972). O K atua como ativador enzimático e participa de processos como abertura de estômatos, fotossíntese, transporte de carboidratos e respiração (Malavolta, 2006). Lahav & Turner (1983) mencionam que o suprimento inadequado de K para as bananeiras reduzem a produção de matéria seca das plantas, assim como a distribuição de matéria seca nas partes dessas, tendo em vista que a produção de matéria seca é o balanço entre a fotossíntese total e respiração.

Em relação aos demais tratamentos, observaram-se que, para a produção de matéria seca de FP, os tratamentos -B, -S, -N e -CaB apresentaram reduções de 62,04, 60,01, 53,92 e 51,82% respectivamente. O B, apesar de não participar de nenhum composto ou enzima específica, facilita o transporte de açúcares através das membranas, participa no metabolismo de ácidos nucléicos e de fitormônios, na formação de paredes celulares e sua estabilidade e na divisão celular (Malavolta, 2006). Assim, a deficiência de B inibe ou paralisa o crescimento dos tecidos meristemáticos da parte aérea e das raízes (Gupta, 1979). O S, é componente estrutural de aminoácidos e proteínas. Participa de processos como fotossíntese, respiração e síntese de gorduras (Malavolta, 2006). Plantas com carência de S apresentam taxas de crescimento reduzido (Mengel & Kirkby, 1987). Segundo Murray (1959), a carência de S afeta principalmente órgãos jovens, nos quais induz a perturbações metabólicas que dificultam a formação da clorofila, culminando com a paralisação das atividades vegetativas. A sua carência é caracterizada por uma baixa taxa de crescimento, tornando as plantas pequenas com aspecto estiolado (Mengel & Kirkby, 1987). Segundo Lahav & Turner (1983), o N é considerado um dos mais importantes nutrientes para o crescimento das bananeiras.

As maiores produções de matéria seca para FP foram os tratamentos -Mn, completo, -Mg e -Fe. Ressaltando-se, entretanto, que as plantas sob

omissão de Fe apresentaram sintomas visuais de deficiência desse nutriente apenas nos perfilhos, após a emissão dos cachos. Provavelmente, durante a fase de adaptação das plantas à solução nutritiva, as plantas adquiriram reservas desse nutriente e, assim, essas apresentaram comportamento semelhante às plantas do tratamento completo.

Martin-Prével & Charpentier (1964), mencionam que a carência de Mg provoca diminuição do crescimento das plantas, sendo que o mesmo não foi observado para a bananeira ornamental no período estudado.

As omissões simples de Mg e de Mn não afetaram a produção de matéria seca de FP. Ainda que não houve diferença significativa do tratamento completo, a produção de matéria seca do tratamento -Mn apresentou médias superiores. Entretanto, sob omissão conjunta de Mg e Mn houve uma redução na produção de matéria seca de FP.

### **3.1.1.2 Produção de matéria seca de rizoma**

A menor produção de matéria seca de rizoma (RZ) foi observada sob a omissão de K, seguido dos tratamentos -S, -P, -CaB, -N e -B, seguindo a mesma tendência da matéria seca de FP (Tabela 4.1).

Os maiores valores de matéria seca de RZ foram observados nos tratamentos -Fe, completo, -Mn, -Ca, -Mg e -MgMn. Ainda que não tenha sido observada diferença significativa para matéria seca de RZ, o tratamento -Fe apresentou médias 14,10% superiores ao tratamento completo. Gomes (1988) avaliando o comportamento de bananeira da cultivar “Prata” em diferentes estádios de desenvolvimento menciona que o ganho de matéria seca dos rizomas ocorra proporcionalmente ao desenvolvimento da parte aérea da planta, para possibilitar sua melhor sustentação física.

### **3.1.1.3 Produção de matéria seca de raiz**

A produção de matéria seca de raízes (RA) de plantas submetidas às omissões de nutrientes foi severamente afetada. Tal como observado para as outras partes das plantas, a omissão de K apresentou as menores médias de produção de matéria seca. Entretanto, esse tratamento não apresentou diferenças significativas de produção de matéria seca de RA do tratamento -B e -N (Tabela 4.1).

Os tratamentos -K, -B e -N apresentaram reduções de produção de matéria seca de RA de 95,83, 83,04 e 81,64% respectivamente. Martin-Prével & Charpentier (1964) avaliando o comportamento de bananeiras cultivar “Poyo” sob omissão de N relataram que sob omissão do nutriente as plantas apresentaram sistema radicular de bom tamanho e com aspecto sadio. Entretanto, as plantas de bananeira ornamental, sob omissão de N apresentaram sistema radicular menos denso e, conseqüentemente, menor produção de matéria seca. Sob carência de N, o crescimento de raízes é afetado e, particularmente, as ramificações são restritas. Contudo, a relação raiz/parte aérea é comumente aumentada (Mengel & Kirkby, 1987). Norton (1965) caracterizou os sintomas visuais da deficiência de B em bananeira da cultivar “Gros Michel” em solução nutritiva de Hoagland & Arnon, relatando que o crescimento de raízes foi severamente afetado pela carência do nutriente. Inicialmente as plantas apresentaram muitas raízes pequenas com poucas ou nenhuma ramificação. Com o avanço da carência as plantas apresentaram raízes necrosadas culminando na diminuição da produção dessas.

A maior produção de matéria seca de RA foi observada no tratamento completo, seguido dos tratamentos -Ca, -Fe e -S.

A carência de Ca afeta particularmente os pontos de crescimento da raiz, causando o aparecimento de núcleos poliplóides, células binucleadas, núcleos

constritos e divisões amitóticas causando seu escurecimento e posterior morte da raiz, levando a uma paralisação do crescimento (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1996; Malavolta et al., 1997). As plantas sob omissão de Ca, apesar de apresentarem menor produção de matéria seca de RA em relação ao tratamento completo, apresentaram a maior produção em relação aos demais tratamentos, juntamente com -S e -Fe.

O S possui funções fisiológicas semelhantes ao N no metabolismo celular e de proteínas. Sob carência de S o crescimento da parte aérea das plantas é mais severamente afetado que o crescimento de raízes (Bergmann, 1992).

#### **3.1.1.4 Produção de matéria seca de perfilhos**

A omissão de K afetou severamente as plantas. Dessa forma foi necessária a colheita das plantas antes que essas emitissem perfilhos.

A produção de perfilhos e, conseqüentemente, de matéria seca foi afetada pelos tratamentos (Tabela 4.1).

As menores médias de matéria seca de perfilhos (PER) foram observadas nos tratamentos sob omissão de N e P, sendo que as reduções foram de 90,84 e 86,75% respectivamente, quando comparado ao tratamento completo. Bergmann (1992) relata que, devido à sua função, a deficiência de N está diretamente relacionada à redução da taxa de crescimento longitudinal e à inibição de desenvolvimento dos brotos. Lahav & Turner (1983) mencionam que o N é responsável, além do aumento de número de pencas nos cachos, pela emissão e crescimento dos perfilhos. O P tem função estrutural e no armazenamento e transferência de energia (Malavolta, 2006). Segundo Borges et al. (1999) sob carência desse nutriente ocorre uma forte redução no crescimento de novos perfilhos em plantas de bananeira.

### 3.1.2 Parâmetros de crescimento

Para as avaliações de crescimento realizadas nas plantas cultivadas com omissão simples e múltiplas, na colheita, verificou-se que as deficiências nutricionais proporcionaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 4.2).

**TABELA 4.2.** Altura (ALT), diâmetro do pseudocaule (DP), número de perfilhos (NP), número de folhas (NF), comprimento da terceira folha (C3F) e largura da terceira folha (L3F) de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla na colheita.

<b>Tratamento</b>	<b>ALT</b>	<b>DP</b>	<b>NP</b>	<b>NF</b>	<b>C3F</b>	<b>L3F</b>
Completo	107,33a	4,67c	16,00a	7,00b	79,67a	29,00a
-N	97,00b	4,00d	11,00b	7,00b	70,00b	21,00d
-P	94,67b	4,67c	9,33c	8,33b	66,00c	20,00d
-K	27,00d	2,00e	*NEP	11,33a	40,33d	14,00e
-Ca	98,00b	4,00d	12,00b	7,67b	70,67b	26,00b
-Mg	111,00a	5,70b	8,67c	7,67b	83,00a	31,33a
-S	95,67b	4,00d	12,33b	8,33b	60,67c	12,33e
-B	75,00c	4,67c	10,33b	8,00b	64,67c	23,67c
-Fe	109,00a	4,00d	14,00a	8,00b	75,67b	30,66a
-Mn	116,33a	5,33b	9,00c	8,33b	87,33a	31,67a
-CaB	93,67b	4,00d	8,00c	8,00b	64,33c	18,33d
-MgMn	106,67a	6,33a	7,00c	8,67b	78,33a	27,67b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5%. \*Não emitiu perfilhos.

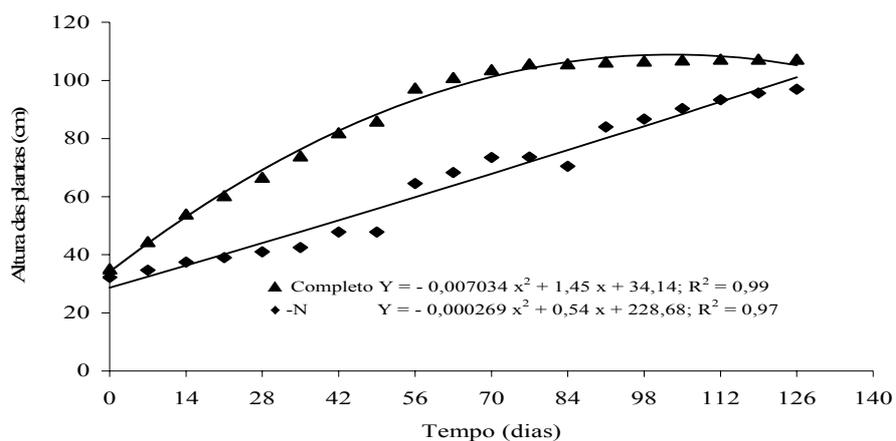
### **3.1.2.1 Altura das plantas**

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre a altura das plantas. O tratamento que mais influenciou a altura das plantas foi quando se omitiu K. Entretanto, a comparação do tratamento -K torna-se difícil devido o tempo de colheita deste ter sido diferente dos demais. A colheita prematura das plantas sob omissão de K ocorreu decorrente da intensidade dos sintomas visuais de deficiência do nutriente.

Em relação aos demais tratamentos, os menores valores de altura de plantas foram observados quando se omitiu B na solução nutritiva.

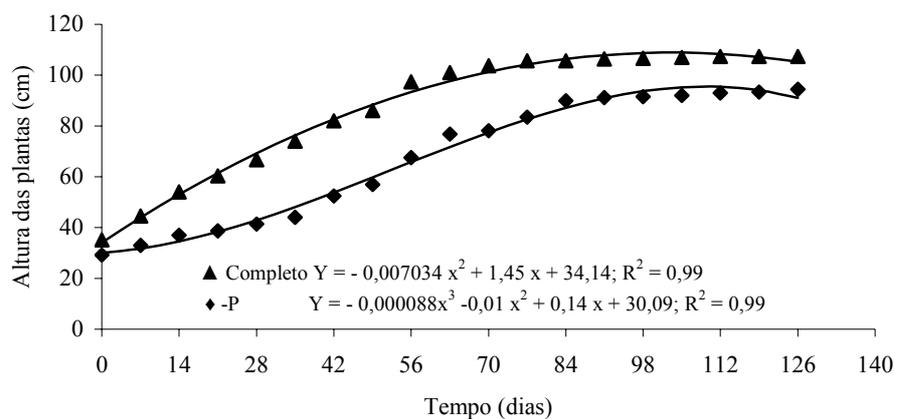
As maiores médias de altura de plantas observadas foram para os tratamentos -Mn, -Mg, -Fe, completo e -MgMn. Entretanto, ressalta-se que esses valores de altura são referentes à última avaliação para este parâmetro, ou seja, no momento da colheita das plantas. Durante o crescimento das plantas ocorreu a emissão de, em média, uma folha por semana e, após a emissão da inflorescência não houve nova emissão de folhas. Segundo Moreira (1987) quando as bananeiras emitem 60% das suas folhas totais, ocorre a diferenciação da gema apical de crescimento, dando origem a inflorescência e, assim, há a paralisação da produção de folhas.

A emissão de inflorescências das plantas do tratamento completo ocorreu, aproximadamente, na 14<sup>a</sup> semana após o início do experimento, fazendo com que as plantas estabilizassem o seu crescimento a partir dessa data. As plantas sob omissão de N apresentaram um comportamento de crescimento quase constante, mas, menos intenso que plantas do tratamento completo, atingindo uma altura final 9,62% inferior em relação às plantas do último tratamento (Figura 4.1).



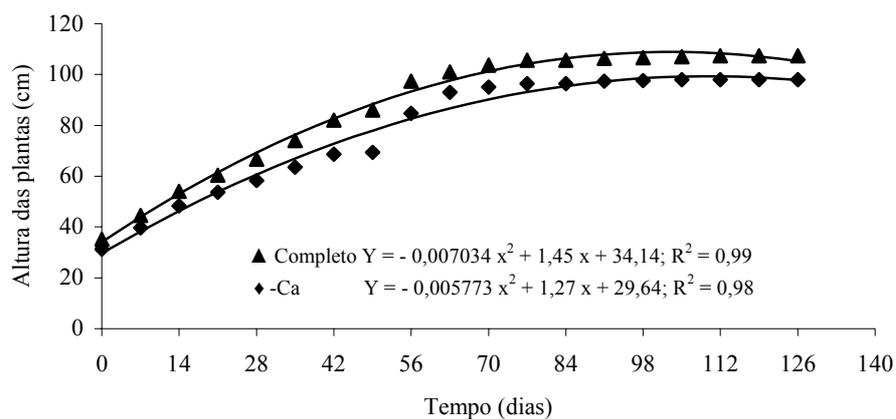
**FIGURA 4.1.** Curva de crescimento de plantas sob omissão de N e do tratamento completo.

O comportamento da curva de crescimento de plantas sob omissão de P é apresentado na Figura 4.2. As plantas apresentaram um crescimento inicial mais lento até aproximadamente os 77 dias após o início do experimento. Após esse período houve um crescimento mais intenso até os 126 dias, quando as plantas emitiram as inflorescências estabilizando o seu crescimento. Martin-Prével (1980) relatou que a absorção de P é relativamente baixa, principalmente durante os primeiros estádios de desenvolvimento das plantas.



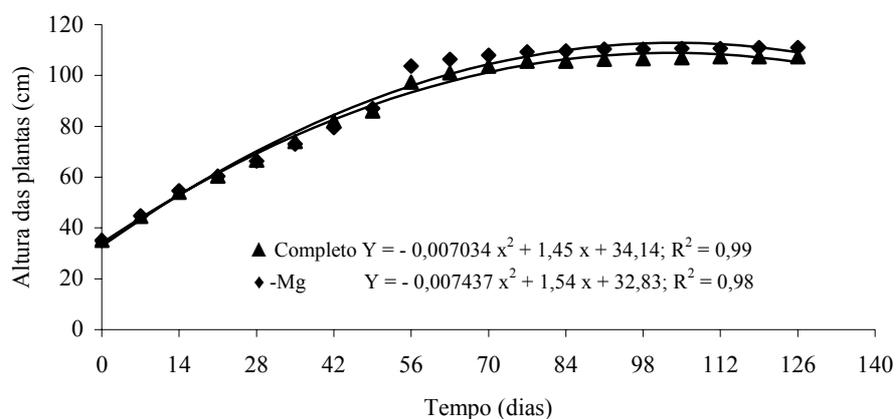
**FIGURA 4.2.** Curva de crescimento de plantas sob omissão de P e do tratamento completo.

A curva de crescimento de plantas do tratamento -Ca apresentou um padrão semelhante ao de plantas do tratamento completo, com estabilização do crescimento entre a 16ª e 17ª semana após o início do experimento (Figura 4.3). As inflorescências desse tratamento foram emitidas mais tardiamente que das plantas do tratamento completo, contudo a redução de altura final foi semelhante às reduções nos tratamentos -N, -P, -S e -CaB, não apresentando diferenças significativas entre eles.



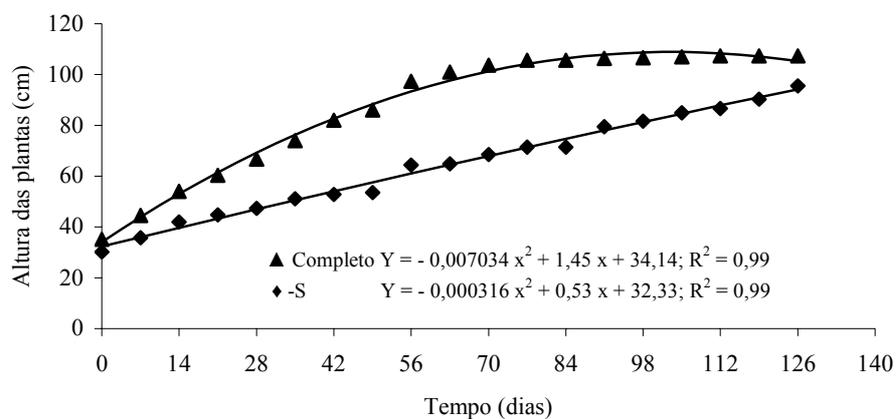
**FIGURA 4.3.** Curva de crescimento de plantas sob omissão de Ca e do tratamento completo.

Sob omissão de Mg as plantas apresentaram um padrão de crescimento semelhante ao de plantas do tratamento completo (Figura 4.4). As emissões de inflorescências ocorreram em datas próximas, fazendo com que não fossem observadas diferenças significativas entre as alturas finais de plantas desses tratamentos.



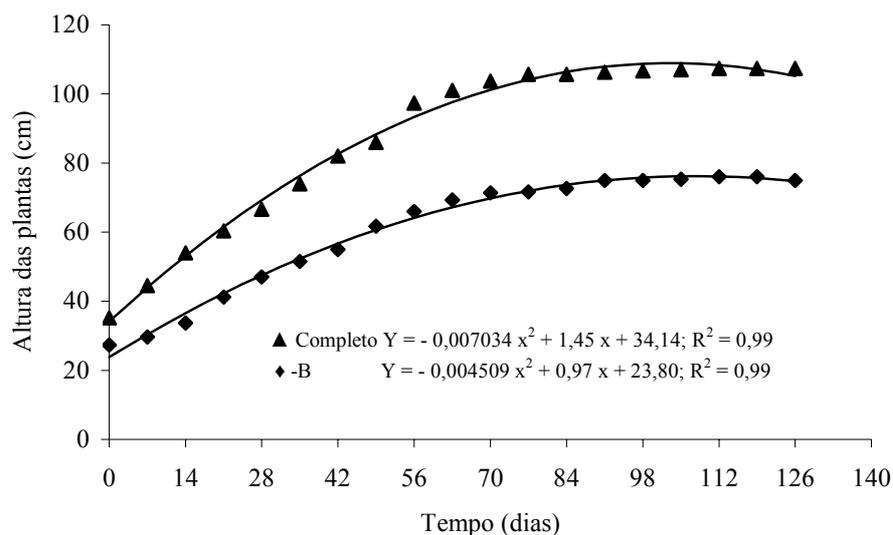
**FIGURA 4.4.** Curva de crescimento de plantas sob omissão de Mg e do tratamento completo.

A curva de crescimento de plantas sob omissão de S foi semelhante à curva de crescimento de plantas sob omissão de N. Entretanto, houve emissão de inflorescência mesmo sob omissão de S. As emissões ocorreram aproximadamente na 17ª semana após o início do experimento. Era de se esperar que o comportamento fosse semelhante ao de plantas que emitindo inflorescências estabilizassem o crescimento (Figura 4.5).



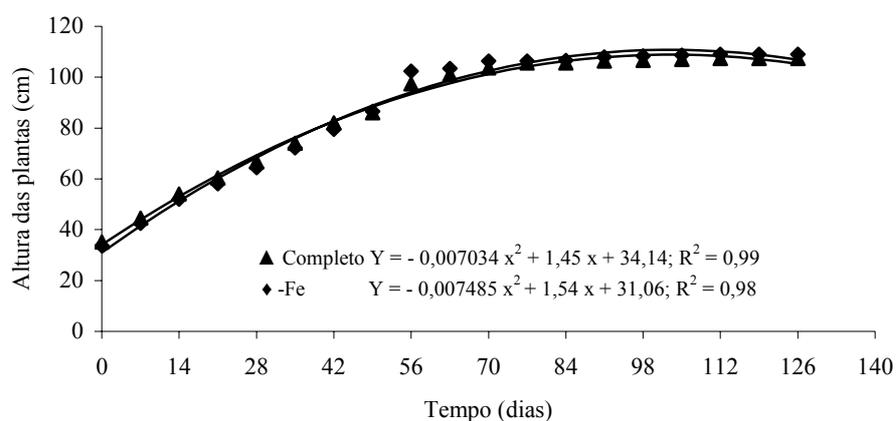
**FIGURA 4.5.** Curva de crescimento de plantas sob omissão de S e do tratamento completo.

Sob omissão de B as plantas apresentaram um padrão de crescimento mais lento quando comparado com plantas do tratamento completo (Figura 4.6). A redução em altura para plantas do tratamento -B foi de 30,12%, quando comparado ao tratamento completo no momento da colheita. A estabilização do crescimento de plantas não ocorreu pela emissão de inflorescências e sim, provavelmente, por distúrbios do crescimento de tecidos meristemáticos.



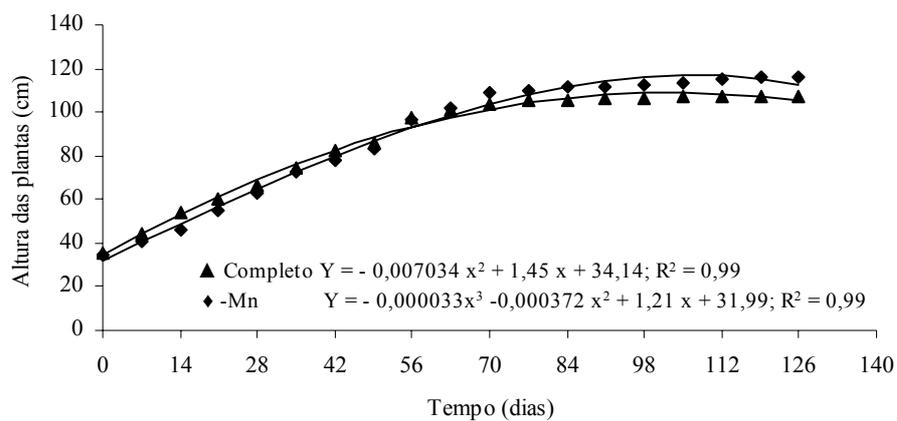
**FIGURA 4.6.** Curva de crescimento de plantas sob omissão de B e do tratamento completo.

O crescimento de plantas sob omissão de Fe não foi afetado pela omissão do nutriente. Dessa forma os padrões de crescimento das plantas do tratamento -Fe foram semelhantes aos padrões de plantas do tratamento completo (Figura 4.7). Provavelmente, durante a fase de adaptação à solução nutritiva, as plantas obtiveram reservas de Fe suficientes para seu crescimento e desenvolvimento ocorrendo, inclusive, sintomas visuais de deficiências somente nos seus perfilhos.



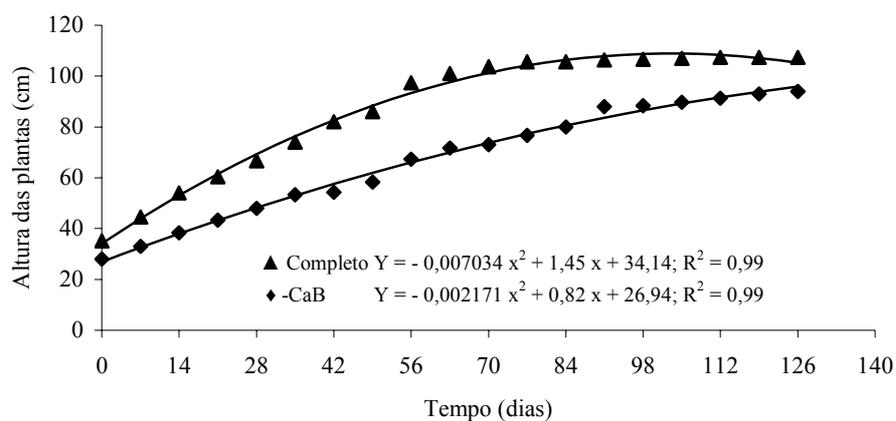
**FIGURA 4.7.** Curva de crescimento de plantas sob omissão de Fe e do tratamento completo.

A Figura 4.8 apresenta os padrões de crescimento de plantas sob omissão de Mn. As emissões de inflorescências ocorreram entre 112 e 119 dias após o início do experimento, próximo a data de emissão das plantas do tratamento completo. Não houve diferenças significativas entre as alturas finais de plantas sob omissão de Mn e de plantas do tratamento completo.



**FIGURA 4.8.** Curva de crescimento de plantas sob omissão de Mn e do tratamento completo.

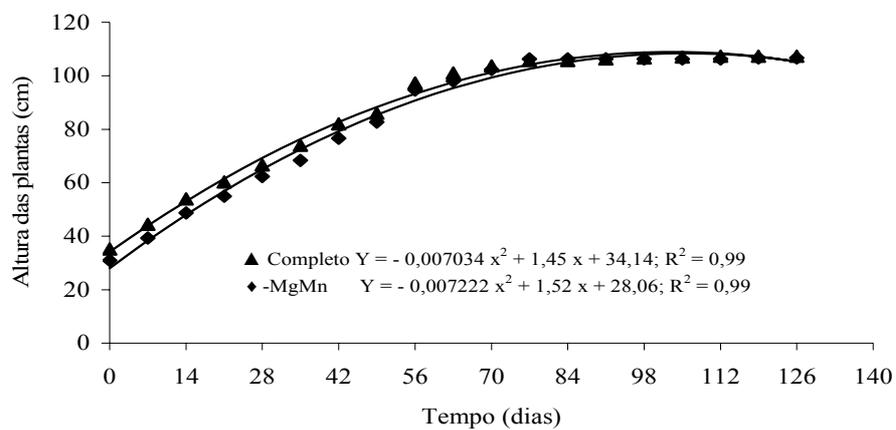
De forma semelhante ao que ocorreu para plantas sob omissão de S, mesmo após a emissão de inflorescências houve aumento do crescimento de plantas do tratamento -CaB (Figura 4.9). A média final de altura de plantas sob omissão conjunta de Ca e B, não apresentou diferenças significativas em relação ao tratamento -Ca, mas foi superior às médias finais do tratamento -B.



**FIGURA 4.9.** Curva de crescimento de plantas sob omissão conjunta de Ca e B e do tratamento completo.

Não foram observadas diferenças significativas entre as alturas dos tratamentos completo e sob omissão conjunta de Mg e Mn (Figura 4.10).

A estabilização do crescimento de plantas sob omissão de conjunta de Mg e Mn ocorreu após a emissão de inflorescências aos 119 dias após o início do experimento.



**FIGURA 4.10.** Curva de crescimento de plantas sob omissão conjunta de Mg e Mn e do tratamento completo.

A Tabela 4.3 apresenta a área abaixo da curva de crescimento de plantas (AACCP) em função dos tratamentos.

**TABELA 4.3.** Área abaixo da curva de crescimento de plantas (AACCP) de bananeira ornamental em função da omissão de nutrientes de foram simples e múltiplas.

<b>Tratamento</b>	<b>AACCP</b>
Completo	11107,67a
-N	8088,33b
-P	8556,33b
-K	391,00c
-Ca	9943,67b
-Mg	11401,00a
-S	8079,00b
-B	7694,33b
-Fe	11161,67a
-Mn	11283,00a
-CaB	8460,67b
-MgMn	10790,67a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Como pode ser observado na Tabela 4.3, a AACCP apresentou o mesmo comportamento que a altura final das plantas. A menor AACCP foi observada para plantas sob omissão de K, devido ao tempo de colheita desse tratamento ter sido antecipado em relação aos demais tratamentos. Como o comportamento das curvas de crescimento de plantas dos tratamentos completo, -Mg, -Mn, -MgMn e -Fe foram semelhantes, a AACCP não apresentou diferenças significativas entre eles. O mesmo ocorreu quando se compara as curvas de crescimento das plantas dos tratamentos -N, -P, -Ca, -S, -B e -CaB. Apesar dos padrões de crescimento desses últimos tratamentos terem sido diferentes entre eles, as AACCP não apresentaram diferenças significativas entre os mesmos.

### **3.1.2.2 Diâmetro do pseudocaule**

O menor valor de diâmetro de pseudocaule (DP) foi observado em plantas sob omissão de K, representando apenas 42,83% do DP das plantas do tratamento completo. Brasil et al. (2000) estudando adubação nitrogenada e potássica em bananeira, observaram que até os 240 dias de plantio, apenas o N influenciou a circunferência do pseudocaule.

O maior DP foi observado no tratamento sob omissão conjunta de Mg e Mn, seguido dos tratamentos -Mg e -Mn. Plantas sob omissão simples de B não apresentaram diferenças significativas de DP de plantas do tratamento completo.

A omissão conjunta de Ca e B, apesar de apresentar diferenças significativas do tratamento completo para DP, as médias foram semelhantes. Entretanto, durante a condução do experimento, foi observado que as bainhas das folhas de plantas sob omissão simples de B ou conjunta de Ca e B destacavam-se do pseudocaule tornando-o mais grosso.

### **3.1.2.3 Número de perfilhos**

O tratamento -K, devido, provavelmente, ao curto período em fase experimental, não emitiu perfilhos.

Os tratamentos que emitiram menos perfilhos foram os sob omissão de conjunta de Mg e Mn e de Ca e B e sob omissão simples de Mn, P e Mg.

Os tratamentos que mais emitiram perfilhos foram os tratamentos completo e o sob omissão de Fe. O comportamento semelhante do tratamento -Fe ao completo pode ser explicado pelo tempo de adaptação à solução nutritiva ter ido suficiente para o acúmulo de reservas por parte das “plantas mãe”, que assim puderam emitir novos perfilhos.

#### **3.1.2.4 Número de folhas**

O número de folhas foi pouco afetado pela omissão dos nutrientes. Somente o tratamento -K apresentou número de folhas superior aos demais tratamentos no momento da colheita. Entretanto, vários autores reportam que as emissões de novas folhas são afetadas por carências nutricionais. Martin-Prével & Charpentier (1964) descrevem que, dos sintomas visuais de deficiência de macronutrientes observados em bananeira cultivar “Poyo”, a ausência de Mg diminuiu a taxa de emissão de folhas e, com o avanço da carência essa se tornou mais acelerada. Ainda segundo os autores, para plantas que sofreram omissões de N e de S, o ritmo de emissão de folhas foi diminuído.

#### **3.1.2.5 Comprimento e largura da terceira folha**

A omissão de nutrientes de forma simples ou múltipla afetou o crescimento das folhas tanto em comprimento quanto em largura (Tabela 4.2). O menor valor para comprimento da terceira folha (C3F) foi observado no tratamento sob omissão de K. Martin-Prével & Charpentier (1964) estudaram os efeitos das omissões de macronutrientes em bananeira da cultivar “Poyo” e descrevem que as plantas sob omissão de K apresentavam comprimento de folhas menores que as plantas do tratamento completo. Entretanto, devido à intensidade dos sintomas de deficiência de K em bananeira ornamental, foi necessário a colheita das plantas em época diferente das plantas do tratamento completo.

Das plantas que foram colhidas em tempo igual às do tratamento completo, os menores valores de C3F foram observados sob omissão simples de S, omissão conjunta de Ca e B, omissão simples de B e P. As reduções de C3F de plantas de bananeira ornamental sob omissão desses nutrientes pode ser explicada por suas funções fisiológicas nas plantas. O S é um componente

estrutural de aminoácidos e proteínas além de participar de processos como fotossíntese e respiração (Malavolta, 2006). Sob omissão do nutriente a divisão celular é afetada e, conseqüentemente, o crescimento é inibido. Entretanto, a inibição da síntese não é a única causa, mas, também por que o sistema enzimático torna-se parcialmente ineficiente (Bergmann, 1992). O B possui várias funções na plantas atuando em processos como síntese da parede celular, metabolismo de fenóis, lignificação e atua na integridade das membranas. A sua deficiência causa a morte de pontos de crescimento ou simplesmente inibe o crescimento através da inibição da ATPase e da absorção de outros nutrientes (Malavolta, 2006). A principal função do P é a armazenagem e transferência de energia, além de ser constituinte do DNA e RNA e participar da síntese de proteínas (Mengel & Kirkby, 1987).

Os maiores valores de C3F foram observados nos tratamentos -Mn, -Mg, completo e -MgMn. Martin-Prével & Charpentier (1964) relatam que, para bananeiras da cultivar “Poyo”, a omissão de Mg apesar de ter diminuído a largura das folhas que apresentavam sintomas de deficiência, essas eram extremamente compridas.

A largura das folhas foi igualmente afetada pela omissão de nutrientes. A omissão de K e de S proporcionaram os menores valores de largura da terceira folha (L3F) das plantas. As reduções da L3F de plantas sob omissão de S é o resultado do número e tamanho menor de células das folhas (Burke et al., 1986). Dos demais tratamentos, reduções da L3F foram observadas sob omissão simples de N e P e múltiplas de Ca e B. A redução da expansão foliar é o efeito mais notável de plantas sob carência de P (Freedman et al., 1989). O N é um nutriente responsável pelo aumento da área foliar (Moreira, 1987) e sua deficiência causa a redução no tamanho da folha (Moreira, 1987; Medina, 1993; Azeredo et al., 1986). Santos (1997) avaliando a resposta de bananeira cultivar “Prata-Anã” a doses de nitrato de potássio observaram aumento de 131,07%, em

relação ao completo, na área foliar de plantas submetidas a doses de 5,1g planta<sup>-1</sup> de  $KNO_3$ .

Os maiores valores de L3F foram observados nos tratamentos -Mn, -Mg, -Fe e completo. O tratamento sob omissão de Fe apresentou sintomas visuais de deficiências somente nos perfilhos, após a emissão dos cachos. Assim, a L3F das “plantas mãe” que foram avaliadas não apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento completo. Sob omissão de Mg, apesar das folhas apresentarem sintomas visuais de deficiência e não haver diferenças significativas para L3F em relação ao tratamento completo, a largura do limbo foliar foi 7,93% superior. Entretanto, Martin-Prével & Charpentier (1964) relatam que bananeiras da cultivar “Poyo” sob omissão de Mg apresentaram folhas de largura reduzida.

### **3.2 Teor e acúmulo de nutrientes**

#### **3.2.1 Teor e acúmulo de macronutrientes**

##### **3.2.1.1 Teor e acúmulo de nitrogênio, fósforo e enxofre**

Os teores e acúmulos de nitrogênio, fósforo, enxofre nas partes das plantas amostradas, em função dos tratamentos, encontram-se na Tabela 4.4. Verifica-se que praticamente em todos os tratamentos nos quais se omitiu o nutriente, o seu teor nas diversas partes da planta foi, geralmente, menor quando comparado com os do tratamento completo. Somente os tratamentos -N e -P que, de forma geral, não apresentaram diferenças significativas do tratamento completo.

**TABELA 4.4.** Teores ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e acúmulos ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) de nitrogênio, fósforo e enxofre nas folhas e pseudocaule (FP), raízes (RA), rizoma (RZ) e perfilhos (PER) de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla na colheita.

Tratamento	N		P		S	
	Folhas + Pseudocaule (FP)					
	Teor	Acúmulo	Teor	Acúmulo	Teor	Acúmulo
Completo	8,2d	111,19b	1,90f	256,04b	2,12b	285,58a
-N	7,1d	44,22c	1,27f	78,54c	3,10a	192,32c
-P	16,6b	163,14a	0,94f	92,17c	1,58c	156,04d
-K	24,6a	34,36c	8,18a	114,67c	2,29b	32,25f
-Ca	7,3d	73,77c	2,99e	304,14b	3,17a	320,97a
-Mg	10,2d	124,81b	3,22e	420,95a	2,21b	288,69a
-S	19,4b	104,77b	7,19b	387,47a	0,66d	34,98f
-B	14,4c	74,69c	6,61b	338,44b	1,79c	91,54e
-Fe	12,7c	162,05a	2,89e	369,18b	1,95c	248,81b
-Mn	14,3c	195,21a	3,59d	496,45a	1,64c	226,89b
-CaB	11,3c	74,36c	5,15c	333,17b	2,39b	155,11d
-MgMn	11,7c	129,45b	4,05d	445,29a	1,74c	191,46c
Perfilhos (PER)						
Completo	10,4c	320,29a	2,03e	624,25c	1,45b	449,15a
-N	8,9c	25,41d	1,81e	50,90d	1,93a	53,57d
-P	21,2a	87,34d	1,00e	41,31d	1,39b	57,73d
-Ca	7,4c	154,49c	3,36d	694,99c	1,66a	342,94b
-Mg	13,7b	222,63b	3,29d	534,34c	1,30b	211,65c
-S	23,1a	303,91a	7,48a	983,07a	0,52c	67,94d
-B	21,9a	170,00c	7,14a	544,65c	1,40b	107,66d
-Fe	8,7c	212,72b	3,05d	710,55c	1,20b	285,53b
-Mn	11,5b	165,53c	4,34c	589,86c	1,30b	178,07c
-CaB	14,3b	149,06c	7,57a	797,36b	1,91a	211,16c
-MgMn	18,4a	229,74b	5,09b	633,88c	1,36b	174,21c

...continua...

**TABELA 4.4., cont.**

<b>Rizoma (RZ)</b>						
Completo	5,8e	20,97b	1,07d	39,27b	0,86c	31,09a
-N	3,9e	8,70c	0,72d	16,18c	1,33b	29,93a
-P	18,4b	38,6a	0,54d	11,21c	1,39b	29,15a
-K	19,4b	4,19c	5,49a	11,56c	1,43b	2,96b
-Ca	4,5e	14,75b	1,60c	52,32b	1,30b	42,68a
-Mg	9,7d	28,85a	1,46c	43,59b	1,06c	31,39a
-S	26,6a	36,89a	2,28c	31,76c	0,38d	5,29b
-B	19,8b	44,42a	3,04b	66,75a	1,21b	26,84a
-Fe	6,9e	29,57a	1,59c	67,47a	1,01c	42,80a
-Mn	13,6c	46,98a	1,72c	61,68a	1,04c	36,98a
-CaB	11,7d	24,19b	3,54b	73,20a	1,74a	36,72a
-MgMn	15,4c	40,87a	2,00c	52,90b	1,23b	33,14a
<b>Raiz (RA)</b>						
Completo	10,4d	126,46a	1,74e	214,49a	1,71c	208,92 <sup>a</sup>
-N	11,1d	25,03e	1,44f	32,55c	4,47a	100,38c
-P	14,7c	65,67c	1,00f	45,19c	1,76c	78,68c
-K	22,9a	11,29e	5,83a	29,29c	1,61c	8,07d
-Ca	7,0e	68,15c	2,43d	235,15a	2,42b	233,68a
-Mg	13,5c	82,14c	1,92e	117,73b	1,76c	107,58c
-S	14,6c	129,40a	2,72c	239,66a	0,65d	58,13c
-B	17,7b	36,80d	3,85b	79,36b	1,81c	37,79d
-Fe	11,6d	102,01b	2,12d	186,94b	1,76c	157,32b
-Mn	14,9c	73,38c	2,19d	106,38b	1,51c	75,06c
-CaB	13,2c	43,99d	2,85c	95,10b	2,27b	75,35c
-MgMn	17,2b	64,25c	2,30d	84,64b	1,81c	69,47c

Médias seguidas de mesma letra colunas não diferem entre si pelo teste Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

Plantas cultivadas com a omissão de N não apresentaram diferenças significativas nos teores desse nutriente em nenhuma parte das plantas quando comparado ao tratamento completo (Tabela 4.4). Entretanto, os teores de N foram os menores observados entre os tratamentos para as diversas partes das plantas. Em função das diferenças na produção de matéria seca dos tratamentos, houve diferenças entre o acúmulo do nutriente nas diversas partes. Esse resultado pode ser explicado por Salvador et al. (1994) onde os autores relatam que à medida que a planta cresce, há uma diluição dos teores, diminuindo a concentração dos nutrientes.

De uma forma geral, sob omissão de K as plantas apresentaram os maiores teores de N, em todas as partes avaliadas. Entretanto, as plantas do tratamento -K, devido a intensidade dos sintomas visuais de deficiência, tiveram que ser colhidas antes do restante dos tratamentos. Desta forma, a sua produção de matéria seca foi, para todas as partes das plantas, bem menores que dos demais tratamentos. Essas baixas produções de matéria seca levaram a um menor acúmulo de N, quando comparado aos demais tratamentos, refletindo um efeito de concentração do nutriente.

As relações interiônicas descritas pela literatura mencionam os efeitos antagônicos entre N e B (Malavolta, 2006). Os teores de N para todas as partes das plantas foram sempre superiores ao tratamento completo quando se omitiu B de forma simples ou quando associado ao Ca. Entretanto, devido as baixas produções de matéria seca de plantas sob os tratamentos -B e -CaB, os acúmulos de N foram inferiores ao tratamento completo, exceto para RZ, onde em ambos tratamentos foram superiores.

O acúmulo de N nas “plantas mãe” de FP do tratamento completo foi de 42,99% do total acumulado. Gomes (1988) trabalhando com bananeiras da

cultivar “Prata” observaram que as folhas e pseudocaule absorveram 65% do N total acumulado pelas plantas.

O teor foliar médio de N da folha III de plantas do tratamento completo foi de 21,5 g kg<sup>-1</sup>. Os teores foliares de N preconizados por Malavolta et al. (1997) e Prezotti (1992) para bananeira são de 27 a 36 g kg<sup>-1</sup>, Silva et al. (2002) preconizam teores de N de 25 a 29 g kg<sup>-1</sup> para bananeira “Prata-Anã” na Região Norte de Minas.

Os teores de P em plantas cultivadas sob omissão desse nutriente apresentaram diferenças significativas somente nas raízes (RA) com valores médios 57,47% inferiores, em relação ao tratamento completo. Segundo Mills & Jones Junior (1991), a absorção de P pode ser diminuída pela presença de íon nitrato ( $NO_3^-$ ), que foram, na solução nutritiva utilizada, a principal fonte de N. Em função das baixas produções de matéria seca, para as diferentes partes das plantas, houveram menores acúmulos de P, quando comparado ao tratamento completo.

Ao contrário do esperado, as omissões simples de Ca e de Mg não diminuíram os teores de P nas plantas. Segundo Mills & Jones Junior (1991) aumentos das concentrações de Ca aumentam a absorção de P, pois o Ca estimula o transporte de P nas membranas das mitocôndrias. Malavolta (2006) menciona que o Mg aumenta a absorção de fosfato ( $H_2PO_4^-$ ) porque abaixa os valores de Km, além disso, como o Mg participa de reações de fosforilação nas quais entra o trifosfato de adenosina (ATP), não seria errado admitir que o nutriente tem um efeito sinérgico mais amplo.

Os teores de P no tratamento sob omissão de Fe foram, para todas as partes analisadas, superiores ao tratamento completo. Segundo Mills & Jones Junior (1991), o Fe pode interferir na absorção, translocação e assimilação de P, devido a formação de fosfatos de ferro. Os acúmulos de P na omissão de Fe em

FP e PER não apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento completo. Ainda, o acúmulo de P em RZ foi 71,81% superior e, somente nas RA foi inferior ao tratamento completo.

O teor foliar médio de P da folha III de plantas do tratamento completo foi de 3,68 g kg<sup>-1</sup>. Os teores foliares de P preconizados por Malavolta et al. (1997) e Prezotti (1992) para bananeira são de 1,8 a 2,7 g kg<sup>-1</sup>, Silva et al. (2002) preconizam teores de P 1,5 a 1,9 g kg<sup>-1</sup> para bananeira “Prata-Anã” na Região Norte de Minas.

Os teores médios de S em plantas sob omissão desse nutriente foram, para todas as partes avaliadas, inferiores ao tratamento completo. Os baixos teores associados às baixas produções de matéria seca culminaram nos menores acúmulos de S em plantas sob omissão desse nutriente.

O teor foliar médio de S da folha III de plantas do tratamento completo foi de 1,94 g kg<sup>-1</sup>. Na literatura são descritas as faixas de suficiência de S para bananeiras em diferentes sistemas de cultivo em diferentes regiões. Para a Região Norte de Minas, a faixa de suficiência de S, para bananeira “Prata-Anã” cultivada sob irrigação é de 1,7 a 2,00 g kg<sup>-1</sup>. Malavolta et al. (1997) e Prezotti (1992) mencionam a faixa de suficiência de S de 2,00 a 3,00 g kg<sup>-1</sup>.

### **3.2.1.2 Teor e acúmulo de potássio, cálcio e magnésio**

Os teores e acúmulos de potássio, cálcio e magnésio nas partes das plantas amostradas, em função dos tratamentos, encontram-se na Tabela 4.5. Verifica-se que praticamente em todos os tratamentos nos quais se omitiu o nutriente, o seu teor nas diversas partes da planta foi, geralmente, menor quando comparado com os do tratamento completo.

**TABELA 4.5.** Teores ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e acúmulos ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) de potássio, cálcio e magnésio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas folhas e pseudocaule (FP), perfilhos (PER), rizoma (RZ) e raízes (RA) de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla na colheita.

Tratamento	K		Ca		Mg	
	Folhas + Pseudocaule (FP)					
	Teor	Acúmulo	Teor	Acúmulo	Teor	Acúmulo
Completo	12,20d	1644,09c	23,68a	3183,46a	6,76a	907,91b
-N	36,30a	2258,20b	6,75c	408,69c	0,95c	58,47f
-P	35,10a	3454,36a	15,01b	1477,27b	7,36a	722,50c
-K	9,30d	134,43d	15,58b	222,41c	4,33b	61,29f
-Ca	17,60c	1754,05c	3,49c	352,45c	6,98a	707,64c
-Mg	18,80c	2510,42b	22,68a	2966,45a	0,86c	110,39f
-S	31,80a	1717,94c	24,82a	1347,50b	4,66b	248,89e
-B	21,40c	1111,87c	19,82a	1000,57b	6,29a	319,24d
-Fe	10,80d	1386,37c	21,55a	2758,22a	6,69a	855,25b
-Mn	22,00c	3033,93a	22,14a	3068,95a	7,33a	1012,63a
-CaB	32,00a	2082,50b	3,59c	233,27c	5,94a	385,63d
-MgMn	25,60b	2817,47a	22,74a	2506,78a	1,02c	113,81f
Perfilhos (PER)						
Completo	16,20c	4971,65a	6,86c	2126,19a	2,47d	760,93b
-N	36,30a	1036,32b	1,52d	42,54d	1,48e	42,09c
-P	34,50a	1423,68b	5,34c	222,07d	5,73b	236,54c
-Ca	23,60b	4904,79a	1,13d	236,26d	4,54c	944,54a
-Mg	24,60b	3992,85a	6,72c	1096,49c	1,12e	182,63c
-S	34,20a	4512,80a	8,05b	1075,54c	4,92c	653,97b
-B	30,80a	2410,12b	5,49c	423,97d	4,31c	335,01c
-Fe	22,50b	5219,19a	6,77c	1590,61b	3,08d	719,89b
-Mn	31,80a	4412,57a	6,36c	865,07c	4,08c	549,49b
-CaB	32,00a	3450,34a	1,59d	176,25d	6,74a	727,38b
-MgMn	33,20a	4262,54a	9,58a	1239,93c	1,61e	202,32c

...continua...

**TABELA 4.5., cont.**

<b>Rizoma (RZ)</b>						
Completo	3,00d	109,18d	3,05c	111,13d	6,61a	242,32a
-N	35,10a	790,96a	2,98c	67,21e	1,22b	27,44c
-P	31,80a	662,65b	3,38c	70,31e	1,15b	23,98c
-K	9,90c	20,84d	8,01a	17,39f	6,80a	14,45c
-Ca	9,60c	313,69c	1,03d	33,46f	2,89b	94,41c
-Mg	14,60c	439,09b	6,92a	203,47b	2,15b	63,88c
-S	24,60b	340,84c	5,89b	83,01e	3,61b	47,54c
-B	38,20a	848,95a	5,28b	100,47d	7,09a	166,11b
-Fe	4,80d	203,86c	4,74b	201,17b	6,06a	257,30a
-Mn	15,80c	523,97b	4,82b	164,17c	1,43b	54,32c
-CaB	29,20b	570,11b	1,63d	34,01f	3,09b	65,56c
-MgMn	22,00b	586,85b	9,16a	239,89a	2,70b	69,27c
<b>Raiz (RA)</b>						
Completo	20,40d	2496,09b	5,41c	656,73a	5,76b	696,33a
-N	35,10b	783,30e	2,64d	59,44e	1,35f	30,41g
-P	37,50a	1670,48c	6,77b	306,82c	1,04f	46,67g
-K	8,40e	43,61f	5,89b	30,33e	7,24a	37,39g
-Ca	27,40c	2649,01b	1,50e	144,97e	4,04d	390,77c
-Mg	18,80d	1141,46d	6,11b	372,45c	2,03e	123,03e
-S	38,10a	3388,97a	8,52a	760,26a	5,71b	506,92b
-B	34,40b	707,77e	5,18c	107,37e	6,91a	143,34e
-Fe	18,00d	1592,19c	6,28b	546,61b	6,10b	531,06b
-Mn	18,20d	886,93e	6,25b	309,97c	5,04c	241,74d
-CaB	33,60b	1118,01d	1,64e	54,42e	4,01d	133,31e
-MgMn	17,20d	638,13e	5,21c	203,87d	2,35e	86,73f

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

Em função da intensidade dos sintomas visuais de deficiência, as plantas do tratamento -K tiveram que ser colhidas antes dos demais tratamentos. Assim, não houve tempo o suficiente para a emissão de perfilhos. A concentração externa de íons é um dos fatores que afetam a absorção iônica radicular (Malavolta, 2006; Marschner, 1995). Os menores teores associados às menores produções de matéria seca culminaram nos menores acúmulos de K nas partes das plantas.

A presença relativa de K, Ca e Mg influenciam a concentração de cada um dos cátions dentro da planta (Mills & Jones Junior, 1991). O K é um forte competidor com outros cátions por causa da alta eficiência do sistema de absorção das plantas. Em ausência de K<sup>+</sup> na solução, a absorção de outros cátions é aumentada, uma vez que a competição é menos severa (Rosolem, 2005). Quando se omitiu, de forma simples, o Ca e Mg, os teores de K nas partes das plantas foram iguais ou superiores aos teores de K do tratamento completo (Tabela 4.5). Foster & Mengel (1969) obtiveram dados semelhantes quando se omitiu K na solução, diminuindo os teores desse nutriente na parte aérea e raízes e aumentando consideravelmente os teores de Ca e Mg.

Os acúmulos de K nas diferentes partes das plantas variaram com a produção de matéria seca dessas. Sob omissão simples de Ca e Mg, os acúmulos de K foram iguais ou superiores ao tratamento completo.

O teor foliar médio de K da folha III de plantas do tratamento completo foi de 27,3 g kg<sup>-1</sup>. Os teores foliares de K preconizados por Malavolta et al. (1997) e Prezotti (1992) para bananeira são de 30 a 54 g kg<sup>-1</sup>, Silva et al. (2002) preconizam teores de N 27 a 35 g kg<sup>-1</sup> para bananeira “Prata-Anã” na Região Norte de Minas.

Sob omissão simples de Ca e conjunta de Ca e B, foram observados os menores teores de Ca nos tecidos das diversas partes avaliadas. Em função das

baixas produções de matéria seca das plantas sob esses tratamentos os acúmulos seguiram a mesma tendência dos teores. Os teores de Ca em FP foram severamente diminuídos em plantas sob omissão simples de Ca e conjunta de Ca e B, quando comparado ao tratamento completo. As reduções dos teores em FP foram de 85,26 e 84,84% para os tratamentos -Ca e -CaB respectivamente.

A faixa de suficiência preconizada para bananeira “Prata-Anã” no Norte de Minas é de 4,5 a 7,5 g kg<sup>-1</sup>. Malavolta et al. (1997) e Prezotti (1992) descrevem uma faixa de suficiência mais ampla de 2,5 a 12 g kg<sup>-1</sup>. Os teores foliares médios da folha III de bananeira ornamental do tratamento completo foi de 11,56 g kg<sup>-1</sup>.

De forma semelhante ao que ocorreu para os teores de Ca nas diversas partes da planta, os teores de Mg foram afetados pelas omissões simples de Mg e múltiplas de Mg e Mn. Os tratamentos -Mg e -MgMn apresentaram os menores teores de Mg para todas as partes avaliadas.

A literatura descreve um efeito de inibição competitiva entre o Mg e Mn. Esta relação é caracterizada quando um elemento e seu inibidor se combinam com o mesmo sítio do carregador para cruzar a membrana. A inibição competitiva pode ser vencida quando a concentração externa do elemento é aumentada e, assim, ele tem maior probabilidade de ocupar os sítios do carregador, como também é capaz de deslocar o competidor (Malavolta, 2006). Os teores de Mg em plantas sob omissão de Mn foram os maiores observados para FP. Os teores de Mg em PER, apesar de não terem sido os maiores, foram superiores ao tratamento completo. Quando se compara os teores de Mg dos tratamentos -Mg e -MgMn para FP, percebe-se que, mesmo não havendo diferenças significativas entre eles, o tratamento -MgMn apresentou teor de Mg 15,68% superior ao tratamento -Mg.

Os teores foliares médios de Mg para a folha III do tratamento completo foi de 3,19 g kg<sup>-1</sup>. A literatura preconiza faixas de suficiência de Mg de 2,4 a 4 g kg<sup>-1</sup> (Silva et al., 2002) e de 3 a 6 g kg<sup>-1</sup> (Malavolta et al., 1997; Prezotti, 1992).

### **3.2.2 Teor e acúmulo de micronutrientes**

#### **3.2.2.1 Teor e acúmulo de boro, cobre e ferro**

A Tabela 4.6 apresenta os teores e acúmulos de boro, cobre e ferro nas diversas partes avaliadas, em função da omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

**TABELA 4.6.** Teores ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) e acúmulos ( $\mu\text{g planta}^{-1}$ ) de boro, cobre e ferro nas folhas e pseudocaule (FP), perfilhos (PER), rizoma (RZ) e raízes (RA) de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla na colheita.

Tratamento	B		Cu		Fe	
	Folhas + Pseudocaule (FP)					
	Teor	Acúmulo	Teor	Acúmulo	Teor	Acúmulo
Completo	26,55c	3593,21b	4,06d	544,59b	89,82c	12026,92a
-N	25,99c	1617,60c	2,72e	167,69d	97,16b	5966,31b
-P	41,99a	4122,92a	5,67c	558,32b	65,54d	6464,84b
-K	43,16a	606,75d	10,05a	141,99d	133,02a	1877,56d
-Ca	19,42d	1939,38c	2,54e	255,77c	80,34c	8107,58b
-Mg	28,72c	3794,23b	4,66c	608,87b	100,59b	13227,02a
-S	35,58b	1927,03c	5,66c	304,72c	101,13b	5464,25c
-B	14,58e	748,13d	7,12b	365,43c	89,78c	4583,21c
-Fe	27,24c	3482,08b	3,63d	464,74b	63,05d	8067,32b
-Mn	33,43b	4597,79a	5,25c	727,30a	80,75c	11262,63a
-CaB	11,66e	759,87d	5,14c	330,38c	72,92d	4740,40c
-MgMn	22,17c	2411,60c	5,00c	554,23b	88,93c	9805,94a
Perfilhos (PER)						
Completo	15,90d	4923,92a	4,72b	1458,83a	87,67a	27185,83a
-N	18,42c	520,69d	4,95b	138,64d	73,67a	2085,82c
-P	24,37a	1004,86d	8,39a	344,89d	75,00a	3098,65c
-Ca	13,52e	2819,78b	4,12b	854,84b	62,00b	12882,82b
-Mg	20,57b	3353,62b	6,22b	1007,28b	62,67b	10126,37b
-S	23,98a	3159,75b	8,54a	1121,87b	81,67a	10841,90b
-B	12,28e	936,18d	8,92a	684,84c	77,67a	5763,93c
-Fe	18,11c	4232,00a	5,43b	1296,35a	47,00c	11087,68b
-Mn	25,45a	3509,62b	8,11a	1093,50b	69,00b	9501,95b
-CaB	9,09f	1021,23d	8,70a	901,71b	88,33a	9870,23b
-MgMn	17,97c	2231,99c	7,54a	953,34b	77,33a	9657,08b

...continua...

**TABELA 4.6., cont.**

<b>Rizoma (RZ)</b>						
Completo	15,03c	551,30b	9,65b	349,48 <sup>a</sup>	72,64b	2603,82a
-N	14,36c	324,41c	2,72d	60,94c	82,38b	1859,67a
-P	18,20b	378,75c	10,69b	223,41b	91,95b	1910,00a
-K	29,84a	64,39e	15,47a	32,13c	1064,26a	2273,03a
-Ca	12,28c	401,22c	5,05d	164,83b	70,11b	2291,78a
-Mg	15,68c	465,73c	10,31b	308,49a	90,58b	2706,76a
-S	17,39b	244,01d	13,01a	181,62b	109,44b	1532,07a
-B	12,32c	262,41d	10,36b	247,58b	89,44b	1769,37a
-Fe	19,48b	827,02a	9,24b	392,44a	38,25b	1624,43a
-Mn	21,11b	726,88a	13,30a	468,84a	75,63b	2624,48a
-CaB	11,28c	246,83d	7,40c	153,57b	88,03b	1889,16a
-MgMn	14,82c	388,84c	11,06b	288,15a	95,10b	2506,97a
<b>Raiz (RA)</b>						
Completo	14,37d	1747,01a	9,00c	1087,97b	852,25c	102618,90a
-N	17,36c	391,53d	30,00a	667,10d	2241,75b	50703,57c
-P	20,19b	903,76b	13,67c	609,77d	1071,38c	47832,06c
-K	28,53a	144,92d	26,00b	129,76e	3924,00a	18480,06d
-Ca	11,46e	1105,73b	13,33c	1289,79a	809,75c	78103,65b
-Mg	19,35b	1171,44b	14,33c	858,45c	1052,75c	63955,25b
-S	17,71c	1580,39a	12,00c	1061,48b	709,13c	63013,42b
-B	15,90d	328,85d	32,00a	657,40d	2845,25b	57905,12b
-Fe	19,48b	1706,04a	12,67c	1099,98b	424,13c	36414,01c
-Mn	20,08b	982,94b	13,00c	634,49d	1483,75c	71959,16b
-CaB	10,46e	347,50d	31,33a	1042,35b	1307,50c	43500,90c
-MgMn	18,19c	695,90c	17,67c	673,91d	1932,75c	68721,23b

Médias seguidas de mesma nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Os menores teores de B foram observados nos tratamentos onde o nutriente foi omitido de forma simples ou conjunta com Ca. As reduções nos

teores de B em FP foram de 45,08 e 56,08% para os tratamentos -B e -CaB respectivamente, quando comparados aos teores de B do tratamento completo. Reduções proporcionalmente menores nos teores de B em PER, RZ e RA foram observadas quando comparados ao tratamento completo.

A literatura menciona uma relação interiônica de inibição não competitiva entre N e B. A inibição não competitiva ocorre quando o elemento e o inibidor não se prendem ao mesmo sítio do carregador (Malavolta, 2006). Sob omissão de N, as plantas não apresentaram diferenças significativas do tratamento completo nos teores de B de FP e RZ. Quando houveram diferenças significativas, os teores de B nas plantas do tratamento -N foram superiores às do tratamento completo, provavelmente pela ausência do mecanismo de inibição não competitiva.

Os maiores teores de B foram observados em plantas sob omissão de P e K. De acordo com Dibb & Thompson Junior (1985), ocorrem algumas interações entre K e micronutrientes, onde o primeiro diminui a absorção de B, Fe e Mo.

Os teores foliares médios de B da folha III de bananeira ornamental do tratamento completo foram de 21,68 mg kg<sup>-1</sup>. As faixas de suficiência deste nutriente para bananeiras são de 25 a 32 mg kg<sup>-1</sup> (Silva et al., 2002) e de 10 a 25 mg kg<sup>-1</sup> (Malavolta et al., 1997; Prezotti, 1992).

Os menores teores de Cu em FP foram observados em plantas sob omissão de N causando reduções de 33,00%, quando comparado ao tratamento completo. Entretanto, sob carência de N as plantas apresentaram os maiores teores de Cu em RA, representando valores 233,3% superiores ao tratamento completo. Existem resultados que indicam que compostos nitrogenados solúveis, como os aminoácidos, atuam como carregadores de Cu no xilema e floema, já

que o nutriente apresenta forte afinidade com átomos de N do grupo amino (Loneragan, 1981).

Plantas sob omissão simples de Mn ou conjunta de Mg e Mn apresentaram teores de Cu em FP superiores às plantas do tratamento completo. Mills & Jones Junior (1991) mencionam que altas concentrações de Cu em solução nutritiva diminuem a concentração de Mn.

Os teores foliares médios de Cu na folha III de bananeira ornamental foram de 9,81 mg kg<sup>-1</sup>. Para bananeiras as faixas de suficiência de Cu apresentadas na literatura são de 2,6 a 8,8 mg kg<sup>-1</sup> (Silva et al., 2002) e de 6 a 30 mg kg<sup>-1</sup> (Malavolta et al., 1997; Prezotti, 1992).

Os menores teores de Fe foram observados em plantas sob omissão desse nutriente ainda que as plantas não tenham apresentado sintomas visuais de deficiência. As reduções dos teores de Fe foram de 29,80, 46,39, 47,34 e 50,23% para FP, PER, RZ e RA respectivamente quando comparado ao tratamento completo.

Os teores foliares médios de Fe da folha III de bananeira ornamental foi de 114,73 mg kg<sup>-1</sup>. As faixas de suficiência de Fe descritas na literatura são de 72 a 157 mg kg<sup>-1</sup> (Silva et al., 2002) e de 80 a 360 mg kg<sup>-1</sup> (Malavolta et al., 1989; Prezotti, 1992).

### **3.2.2.2 Teor e acúmulo de manganês e zinco**

A Tabela 4.7 apresenta os teores e acúmulos de manganês e zinco nas diversas partes avaliadas, em função da omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla.

**TABELA 4.7.** Teores ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) e acúmulos ( $\mu\text{g planta}^{-1}$ ) de manganês e zinco nas folhas e pseudocaule (FP), perfilhos (PER), rizoma (RZ) e raízes (RA) de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes de forma simples e múltipla na colheita.

Tratamento	Mn		Zn	
	Folhas + Pseudocaule (FP)			
	Teor	Acúmulo	Teor	Acúmulo
Completo	86,06c	11558,85a	43,56d	5833,02b
-N	140,93b	8784,76b	29,99e	1849,32d
-P	159,47b	15728,85a	59,45c	5843,29b
-K	277,50a	3994,17c	32,66e	462,47d
-Ca	100,90c	10202,03b	30,31e	3043,96c
-Mg	92,12c	12078,53a	44,18d	5716,72b
-S	283,25a	15252,90a	91,35a	4924,30b
-B	170,20b	8727,05b	76,24b	3938,34c
-Fe	106,98c	13676,65a	42,30d	5407,44b
-Mn	13,17d	1807,79c	69,78b	9709,48a
-CaB	116,41c	7578,28b	45,73d	2976,61c
-MgMn	14,92d	1667,91c	54,15d	6032,97b
Perfilhos (PER)				
Completo	34,00c	10476,23a	30,33d	9436,76a
-N	34,33c	963,90c	27,33d	764,09c
-P	69,00b	2839,69c	43,33c	1781,48c
-Ca	38,33c	7955,79b	26,67d	5558,92a
-Mg	46,67c	7645,76b	25,67d	4187,68b
-S	98,33a	12980,04a	53,00b	7065,45a
-B	91,33a	6701,11b	57,33b	4309,36b
-Fe	49,00c	11394,98a	34,33c	7992,57a
-Mn	9,33d	1259,43c	37,00c	4888,79b
-CaB	108,00a	11461,37a	67,67a	7183,56a
-MgMn	12,67c	1632,19c	50,67b	6361,26a

...continua...

**TABELA 4.7., cont.**

<b>Rizoma (RZ)</b>				
Completo	46,04d	1670,92a	127,25b	4522,27a
-N	49,26d	1103,80b	24,00c	550,59c
-P	43,29d	902,89b	94,88b	1990,04b
-K	147,15a	313,59b	88,13b	178,71c
-Ca	32,04e	1045,39b	103,50b	3377,05b
-Mg	52,11d	1549,57a	93,25b	2712,67b
-S	77,24c	1083,10b	234,75a	3286,99b
-B	109,98b	2416,11a	111,25b	2572,21b
-Fe	39,33d	1670,76a	125,63b	5336,17a
-Mn	20,03e	721,86b	195,50a	6731,90a
-CaB	83,08c	1780,89a	210,75a	4490,98a
-MgMn	21,37e	553,63b	189,25a	4890,10a
<b>Raiz (RA)</b>				
Completo	22,44d	2713,33a	245,00b	29395,86a
-N	23,48d	531,42d	271,50b	6041,61d
-P	45,79c	2077,27a	378,38a	16662,63b
-K	89,07a	468,35d	32,63c	175,51d
-Ca	16,54d	1597,63b	284,50b	27547,08a
-Mg	28,85d	1746,43b	418,25a	25435,55a
-S	27,19d	2413,71a	205,88b	18243,43b
-B	58,69b	1244,61c	224,50b	4787,93d
-Fe	25,47d	2207,15a	275,25b	23926,00a
-Mn	21,63d	1053,19c	418,00a	21497,31b
-CaB	29,25d	973,20c	395,75a	13146,15c
-MgMn	23,29d	862,25c	550,50a	19540,34b

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Os menores teores de Mn foram observados em plantas sob omissão simples de Mn e conjunta de Mg e Mn. Há evidências que a absorção de Mn é controlada metabolicamente, possivelmente de forma similar ao que ocorre para outros cátions. Entretanto, a absorção passiva desse nutriente também pode ocorrer, principalmente quando o metal se encontra em concentrações elevadas na solução (Dechen & Nachtigall, 2006).

Tratamentos sob omissão de nutrientes catiônicos na solução nutritiva apresentaram teores de Mn superiores ao tratamento completo para todas as partes das plantas analisadas. Esse fato pode ser explicado pela ausência de mecanismos de inibição competitiva entre os nutrientes omitidos e o Mn.

Os teores médios foliares de Mn na folha III de bananeira ornamental do tratamento completo foi de 71,33 mg kg<sup>-1</sup>. As faixas de suficiência de Mn apresentados na literatura para bananeira são de 173 a 630 mg kg<sup>-1</sup> (Silva et al., 2002) e de 200 a 2000 mg kg<sup>-1</sup> (Malavolta et al., 1997; Prezotti, 1992).

O teor médio de Zn em FP no tratamento -P foi 36,48% superior ao tratamento completo. Somente no RZ o teor de Zn no tratamento -P foi inferior ao tratamento completo. A inibição não competitiva entre Zn e P na planta é bastante estudada, sendo verificado que altos teores de P induzem uma deficiência de Zn (Dechen & Nachtigall, 2006). Isto pode ser devido ao excesso de P aumentar o requerimento fisiológico de Zn, reduzir as taxas de crescimento radicular e de transporte de Zn da raiz para a parte aérea (Loneragan & Webb, 1993).

Os teores médios foliares de Zn para a folha III de bananeira ornamental foram de 20,58 mg kg<sup>-1</sup>. As faixas de suficiência de Zn para bananeiras descritas na literatura são de 14 a 25 mg kg<sup>-1</sup> (Silva et al., 2002) e de 20 a 50 mg kg<sup>-1</sup> (Malavolta et al., 1997; Prezotti, 1992).

#### 4 CONCLUSÕES

A omissão de nutrientes tanto de forma simples quanto múltiplas afetou os parâmetro de crescimento das plantas, a produção de matéria seca e os teores e acúmulos de nutrientes.

O nutriente que mais afetou a produção de matéria seca das plantas foi o K. Sob omissão de K não houve emissão de perfilhos.

Os teores médios na folha diagnóstica da bananeira ornamental (folha III) foram: 21,5 g kg<sup>-1</sup> de N, 3,68 g kg<sup>-1</sup> de P, 27,3 g kg<sup>-1</sup> de K, 11,56 g kg<sup>-1</sup> de Ca, 3,19 g kg<sup>-1</sup> de Mg, 1,94 g kg<sup>-1</sup> de S, 21,68 mg kg<sup>-1</sup> de B, 9,81 mg kg<sup>-1</sup> de Cu, 114,73 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, 71,33 mg kg<sup>-1</sup> de Mn e 20,58 mg kg<sup>-1</sup> de Zn.

De maneira geral, os teores encontrados para bananeira ornamental estavam próximos aos preconizados em literatura para bananeira comestível, exceto os teores de Mn (abaixo) e os de Ca (acima).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEREDO, J. A.; GENÚ, P. Y. C.; AQUINO, A. R. L.; CAMPELO JUNIOR, J. H.; RODRIGUEZ, A. P. M. Nutrição mineral e adubação da bananeira. In: HAAG, H.P. (Coord.). **Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais do Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 59-102.
- BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants**: development, visual and analytical diagnosis. Jena: Gustav Fischer, 1992. 741 p.
- BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S. Solos, nutrição mineral e adubação. In: ALVES, E.J. (Org.). **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1999. p. 197-260.
- BRASIL. E. C.; OEIRAS, A. H. L.; MENEZES, A. J. E. A. de; VELOSO, C. A. C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2407-2414, dez. 2000.
- BURKE, J. J.; HOLLOWAY, P.; DALLING, M. J. The effect of sulfur deficiency on the organization and photosynthetic capability of the wheat leaves. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 125, n. 3-4, p. 371-375, 1986.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos essenciais e benéficos às plantas superiores. In: FERNADES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2006. p. 1-5.
- DIBB, D. W.; THOMPSON JUNIOR, W. R. Interaction of potassium with other nutrients. In: MUNSON, R.D. (Ed.) **Potassium in agriculture**. Madison: ASA, CSSA/SSSA, 1985. p. 515-533.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo da soja na Região Central do Brasil, 1996/1997**. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, 1996. 164 p. (Embrapa-Soja. Documentos, 96).

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema de análises de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FOSTER, H.; MENGEL, K. The Effect of a short-term interruption in the K supply during the early stage on yield formation, mineral content and soluble amino acid content. **Zeitung Acker-u. Pflanzenbau**, Berlin, v.130, n. 2, p. 203-213, 1969.

FREEDEN, A. L.; RAO, I. M.; TERRY, N. Influence of phosphorus nutrition growth and carbon partitioning in *Glycine max*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 89, n. 1, p. 225-230, Jan. 1989.

GALLO, J. R.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; HIROCE, R.; FURLANI, A. M. C.; RAMOS, M. T. B.; MOREIRA, R. S. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata* Simmonds, cultivar Nanicão). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 70-79, Jan. 1972.

GOMES, J. A. **Absorção de nutrientes pela banana, cultivar Prata (Musa AAB), subgrupo Prata) em diferentes estádios de desenvolvimento**. 1988. 98 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba.

GUPTA, U. C. Boron nutrition of crops. **Advances in Agronomy**, New York, v. 31, p. 273-307, 1979.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. L. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32 p. (Bulletin, 347)

LAHAV, E.; TURNER, D. W. **Banana nutrition**. Berne: International Potash Institute, 1983. 62 p. (IPI-Bulletin 7).

LONERAGAN, J. F.; WEBB, M. J. Interactions between zinc and others nutrients affecting the growth of plants. In: ROBINSON, A. D. (Ed.). **Zinc and soil and plants**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p. 119-134.

LONERAGAN, J. F. Distribution and movement of copper in plants. In: LONERAGAN, J. F.; ROBSON, A. D.; GRAHAM, R. D. (Ed.). **Copper in soil and plants**. Sidney: Academic Press, 1981. p. 165-188.

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

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2nd ed. London: San Diego: Academic, 1995. 889 p.

MARTIN-PRÉVEL, P. Les éléments minéraux dans le bananier et dans son régime. **Fruits**, Paris, v. 17, n. 3, p. 123-128, mar 1962.

MARTIN-PRÉVEL, P. La nutrition minérale du bananier dans le monde. **Fertilité**, Paris, v. 35, n. 9, p. 503-518, 1980.

MARTIN-PRÉVEL, P.; CHARPENTIER, J.M. Sintomas de carência em seis elementos minerais na bananeira. **Fertilité**, Paris, n. 22, p. 15-49, jun./jul. 1964.

MEDINA, J. C. Cultura. In: MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; MARTININ, Z. J. **Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. rev. ampl. Campinas: ITAL, 1993. p. 1-131. (Serie frutos tropicais, 3)

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

MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. **Plant analysis handbook II: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens: Micromacro, 1991. 422 p.

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

MURRAY, D. B. Deficiency of the major elements in the banana. **Tropical Agriculture**, London, v. 36, n. 2, p. 100-107, 1959.

NORTON, K. R. Boron deficiency in bananas. **Tropical Agriculture**, London, v. 42, n. 4, p. 361-365, out. 1965.

PREZOTTI, C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. 3. aproximação. Vitória: EMCAPAR, 1992. 73 p. (EMCAPAR. Circular Técnica, 12).

ROSOLEM, C. A. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. p. 239-260.

SALVADOR, J. O.; MURAOKA, T.; ROSSETO, R.; RIBEIRO, G. A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 407-414, set./dez. 1994.

SANTOS, J. A. **Efeito de calcário dolomítico e nitrato de potássio no crescimento e nutrição de mudas de bananeira cv. “Prata Anã, na fase de enviveiramento**. 1997. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; DIAS, M. S. C.; COSTA, E. L.; PRUDÊNCIO, J. M. **Diagnóstico nutricional da bananeira “Prata anã” para o norte de Minas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 16 p. (Boletim técnico, 70).

## **CAPÍTULO V**

### **CARACTERÍSTICAS DA ANATOMIA FOLIAR DE BANANEIRA ORNAMENTAL (*Musa velutina* H. Welld. & Drude) SUBMETIDAS A DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS**

## RESUMO

Pinho, Paulo Jorge de. Características da anatomia foliar de bananeira ornamental (*Musa velutina* H.Welld. & Drude) submetidas a deficiências nutricionais. In:\_\_\_\_\_. **Deficiências simples e múltiplas em bananeira ornamental (*Musa velutina* H.Welld. & Drude):** nutrição mineral, desenvolvimento, produção, caracterização de sintomas visuais e alterações morfo-anatômicas. 2007. Cap. 5, p. 136-152. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

Informações sobre a nutrição de plantas ornamentais ainda deixam grandes lacunas quanto às exigências nutricionais e à identificação de problemas na produção e na qualidade do produto, decorrentes de estresses nutricionais, deficiências ou excessos. A deficiência nutricional além de comprometer o crescimento e a produção das plantas pode também alterar sua arquitetura e sua estrutura interna. No entanto, mudanças anatômicas ocasionadas pela deficiência de nutrientes são pouco exploradas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a morfo-anatomia de folhas da bananeira ornamental sob a omissão de macro e micronutrientes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dez tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram de: Solução Hoagland & Arnon (1950) completa, solução nutritiva com omissão de N (-N), solução nutritiva com omissão de P (-P), solução nutritiva com omissão de K (-K), solução nutritiva com omissão de Ca (-Ca), solução nutritiva com omissão de Mg (-Mg), solução nutritiva com omissão de S (-S), solução nutritiva com omissão de B (-B), solução nutritiva com omissão de Fe (-Fe) e solução nutritiva com omissão de Mn (-Mn). Partes das folhas coletadas foram fixadas em FAA<sub>70</sub> e conservadas em etanol 70% para análises anatômicas. Foram realizados cortes transversais para medições da espessura das epidermes, hipodermes e dos parênquimas, sendo os resultados submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Scott & Knott ( $p \leq 0,05$ ). Os resultados permitiram verificar diferenças estruturais das plantas sob a omissão de macro e micronutrientes.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Profª. Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Orientadora);  
Doutora Ana Rosa Ribeiro Bastos (Co-orientadora).

## ABSTRACT

Pinho, Paulo Jorge de. Characteristics of pink velvet banana (*Musa velutina* H. Welld. & Drude) leaf anatomy submitted to nutritional deficiencies. In: \_\_\_\_\_. **Nutritional deficiencies in pink velvet banana plant (*Musa velutina* H. Wendll. & Drude):** chemical and morphological changes and characterization of visual symptoms. 2007. Chap. 5, p.136-152. Thesis (Doctorate in Soil Science and Plant Nutrition) – Federal University of Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

Mineral nutrition information of the ornamental plants still leaves great gaps on nutritional requirements and the identification of problems in the production and the product quality, decurrent of nutritional stress, deficiencies or excesses. The objective of this work was to evaluate the effects of nutrient omissions on the leaf morph-anatomy of an ornamental banana plant under macro and micronutrient omission. The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Soil Science experimental area of Federal University of Lavras (Lavras-MG). The experiment started in November 2006 and last 6 months, following a completely randomized design with 5 replicates and 12 treatments. The treatments consisted of: complete Hoagland & Arnon solution (1950), with N (-N) omission, with P (-P) omission, with K (-K) omission, with Ca (-Ca) omission, with Mg (-Mg) omission, with S (-S) omission, with B (-B) omission, with Fe (-Fe) omission, with Mn (-Mn). The obtained data were submitted to analyses of variance (ANOVA) as well as Scott & Knott test ( $p \leq 0,05$ ). Parts of collected leaves had been fixed in FAA<sub>70</sub> and stored in ethanol 70% for anatomical analysis. Transversal cuts were made for measuring the thickness of the epidermis, hypodermis and of the parenchyma, the data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the averages compared for the Scott & Knott test ( $p \leq 0,05$ ). The results showed structural differences of the plants under the omission of macro and micronutrients. The stomatic density of the abaxial and adaxial faces, and the polar and equatorial diameters of the stomata, were also evaluated. Only the adaxial epidermis' thickness was not affected by the nutrient omissions. The stomatic density and the polar and equatorial diameters were affected by the treatments.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Prof<sup>a</sup>. Janice G. de Carvalho - UFLA (Major Professor); Doutora Ana Rosa Ribeiro Bastos.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de Flores e Plantas Ornamentais vem nos últimos anos se destacando expressivamente no “agrobusiness” brasileiro. Tal destaque está relacionado principalmente à estrutura de mercado, à diversificação de espécies e variedades, à difusão de novas tecnologias de produção, à profissionalização dos agentes da cadeia, bem como na sua integração. As condições de produção do país, dotado de diversidade de solo e clima, permitem o cultivo de um infinito número de espécies e conferem aos produtos brasileiros oportunidades de abrir espaços e de se firmar no mercado internacional (Tanio & Simões, 2005).

Vários fatores estão envolvidos na qualidade dos produtos da floricultura, destacando-se entre eles a adubação e a nutrição das plantas. Esse setor produtivo resente-se da falta de pesquisa na área de adubação, com recomendações mais seguras para cada sistema de cultivo que garantisse a produtividade e a qualidade das culturas (Furlani & Castro, 2001). A diversidade e a amplitude de climas e solos no Brasil permitem cultivos de inúmeras espécies de flores e plantas ornamentais, de diversas origens, tanto nativas quanto de clima temperado e tropical (Kiyuna et al., 2006).

Nesse contexto, a bananeira ornamental (*Musa velutina* H. Wendl. & Drude), oriunda da região do Himalaia, apresenta-se com grande potencial de cultivo nas condições brasileiras. Ela é um arbusto perene da família Musaceae, de textura herbácea, ereta, entouceirante, rizomatosa, folhas largas, verdes brilhantes, lisas com pecíolos longos com uso ornamental. Sua inflorescência é ereta, curta, disposta no ápice do pseudocaule, com brácteas róseas também de uso ornamental (Lorenzi & Melo Filho, 2001).

De acordo com Marschner (1995), a nutrição mineral pode influenciar o crescimento e a produção das plantas cultivadas de forma secundária, causando

modificações no crescimento, na morfologia, na anatomia e na sua composição química.

Embora sejam muitos os trabalhos, relatando as respostas às variações no suprimento de macro e micronutrientes, comparativamente, são poucos os que tratam das mudanças que nelas ocorrem em nível anatômico (Moraes-Dallaqua et al., 2000).

Diante da significativa carência de informações a cerca do comportamento dessa espécie no que se refere a fatores do ambiente físico, procurou-se neste trabalho estudar características relativas à morfo-anatomia da bananeira ornamental (*Musa velutina* H. Wendl. & Drude) sob a omissão de macro e micronutrientes.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG), definida geograficamente pelas coordenadas de 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste, altitude de 918 m.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições e doze tratamentos: Solução Hoagland & Arnon (1950) completa, solução nutritiva com omissão de N (-N), solução nutritiva com omissão de P (-P), solução nutritiva com omissão de K (-K), solução nutritiva com omissão de Ca (-Ca), solução nutritiva com omissão de Mg (-Mg) solução nutritiva com omissão de S (-S), solução nutritiva com omissão de B (-B), solução nutritiva com omissão de Fe (-Fe), solução nutritiva com omissão de Mn (-Mn), solução nutritiva com omissão de Ca e B (-CaB) e solução nutritiva com omissão de Mg e Mn (-MgMn).

Foi realizada a desinfestação das sementes de bananeira ornamental por meio de imersão em solução de hipoclorito de sódio a 10% por 5 minutos. As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 72 células cada onde permaneceram até o início da fase experimental. O substrato utilizado foi vermiculita. Foi utilizada uma solução de sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )  $10^{-4}$  M para umedecer o substrato.

As mudas de bananeira ornamental foram transferidas para uma bandeja plástica contendo 36 L de solução referente a Hoagland & Arnon (1950) completa, com aeração constante, nas concentrações de 25, 50 e 100% da sua força iônica, as quais ficaram um período de 15 dias em cada concentração. Após o período de adaptação, as plantas foram individualizadas em baldes plásticos com capacidade de 10L, com aeração constante. Foram utilizadas placas de isopor de 30 cm de diâmetro e 4cm de espessura como suporte para as

plantas. As soluções eram trocadas quinzenalmente durante o período experimental.

Na preparação de todas as soluções estoques dos nutrientes empregaram-se reagentes PA. As soluções nutritivas foram preparadas utilizando-se água deionizada e, durante o intervalo de renovação das soluções, o volume dos vasos foi completado, sempre que necessário, utilizando-se água deionizada.

A coleta de amostras para análises anatômicas ocorreu quando as plantas apresentaram sintomas visuais de deficiências bem caracterizados. Um retângulo de 10cm de comprimento por 5cm de largura foi retirado de um dos lados do limbo foliar, no terço médio das folhas, desprezando-se a nervura central.

As folhas foram fixadas em uma solução de formaldeído, ácido acético e álcool etílico 70% (FAA<sub>70</sub>) por 72 horas e conservadas em álcool 70% (Johansen, 1940). Foram realizadas secções transversais e paradérmicas à mão livre no terço mediano da amostra.

As secções transversais foram clarificadas em solução de hipoclorito de sódio 50%, em seguida, lavadas em água destilada, coradas com azul de astra e safranina e montadas em glicerina 50% (Kraus & Arduin, 1997).

Foram realizadas medições de espessura total do limbo foliar, das células epidérmicas de ambas as faces da folha e do número de camadas do parênquima paliçádico e esponjoso. Calculou-se a percentagem de ocorrência do número de camadas do parênquima paliçádico, em 15 observações da cada tratamento.

Para a determinação da densidade estomática, expressa em número de estômatos por mm<sup>2</sup>, foram realizados cortes em secções paradérmicas manuais na parte mediana de cada folha na epiderme na face abaxial e os cortes submetidos ao processo de coloração com safranina a 0,1%, em água glicerinada. As estruturas dos estômatos foram medidas utilizando-se o

programa computacional SIGMANPRO 5.0. Os diâmetros polar e equatorial dos estômatos foram medidos no programa SIGMANPRO 5.0, na face abaxial e adaxial da epiderme.

As fotomicrografias foram feitas no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia da UFLA, utilizando-se máquina fotográfica acoplada a um microscópio Olympus modelo BX 60 em objetiva de 40x.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias avaliadas pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional Sisvar (Ferreira, 2003).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A folha da bananeira ornamental foi caracterizada como mesófilo isobilateral. A epiderme da face adaxial e abaxial, hipoderme superior e inferior, parênquima paliçádico inferior são constituídos por uma camada de célula. Já o parênquima paliçádico superior apresentou duas camadas de células e o parênquima esponjoso apresentou de três a quatro camadas de células.

Segundo Malavolta (2006), para que ocorram sintomas visuais de deficiências ou excessos uma série de eventos deve ocorrer, iniciando com uma lesão no nível molecular, continuando com alterações subcelulares, depois celulares e, somente quando um conjunto de células ou tecidos é afetado, aparecem os sintomas visuais. Entretanto, segundo o autor, nem todos os passos dessa seqüência são conhecidos.

Nota-se pela Tabela 1 que não houve diferenças significativas na espessura da epiderme adaxial das folhas de bananeira ornamental entre os tratamentos. Entretanto, a espessura da epiderme abaxial foi afetada pelas omissões de nutrientes. As maiores espessuras de epiderme abaxial foram observadas nos tratamentos sob omissão de P, K e B. Para os demais tratamentos, não houve diferenças significativas entre eles.

**TABELA 5.1.** Espessura da epiderme adaxial (EAD), epiderme da face abaxial (EAB), hipoderme superior (HS), hipoderme inferior (HI), parênquima paliçádico superior (PPS), parênquima paliçádico inferior (PPI) parênquima esponjoso (PE) e do limbo foliar (EL) de folhas de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes.

<b>Tratamento</b>	<b>EAD</b>	<b>EAB</b>	<b>HS</b>	<b>HI</b>	<b>PPS</b>	<b>PPI</b>	<b>PE</b>	<b>EL</b>
Completo	9,60a	7,21b	25,65b	19,33b	76,23a	22,40b	113,20b	273,62d
-N	10,02a	7,82b	37,52a	22,43a	72,87b	27,40a	101,51b	279,57c
-P	11,02a	8,92a	35,15a	22,81a	81,52a	28,40a	112,92b	300,74a
-K	10,81a	9,85a	33,25a	26,97a	67,40b	24,67b	94,94c	267,89d
-Ca	9,11a	6,85b	25,99b	15,81c	67,62b	19,08c	97,07c	241,55e
-Mg	9,73a	7,77b	28,74b	14,52c	70,30b	24,51b	133,59a	289,16b
-S	8,60a	7,39b	37,52a	21,36a	43,41d	15,12d	84,56c	217,96g
-B	10,50a	8,73a	41,31a	24,63a	59,51c	21,60b	106,94b	273,22d
-Fe	8,47a	7,27b	35,81a	19,02b	57,70c	14,17d	84,09c	226,53f
-Mn	8,72a	7,46b	28,72b	14,35c	66,69b	19,17c	92,39c	237,50e

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Em relação às espessuras da hipoderme superior (HS) e inferior (HI), de forma geral, esses foram afetados semelhantemente em função dos tratamentos. Os tratamentos que apresentaram as maiores espessuras da HS foram -B, -N, -S, -Fe, -P e -K. Semelhantemente ao que ocorreu para HS, as maiores espessuras de HI foram observadas nos tratamentos -K, -B, -P, -N e -S.

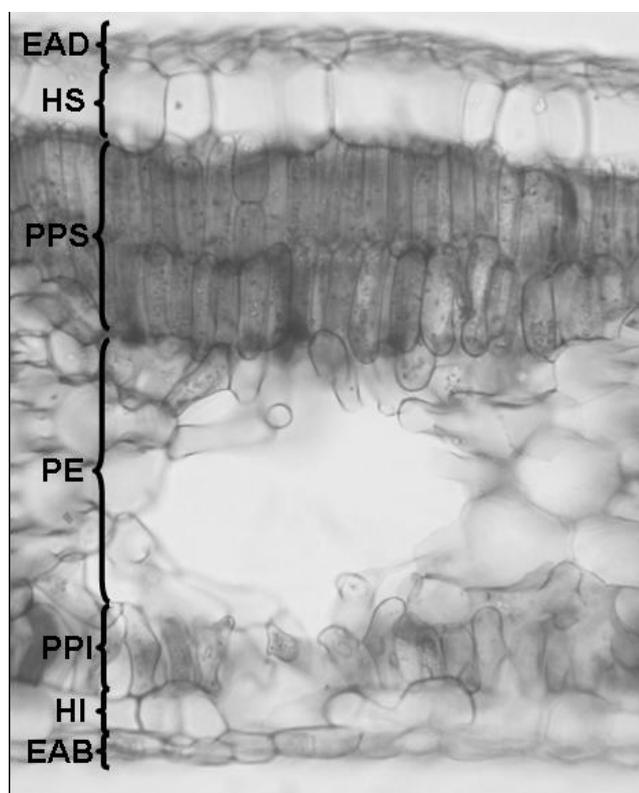
Verifica-se que a maior espessura de parênquima paliçádico superior (PPS) foi observado no tratamento completo, seguido do tratamento -P. As maiores espessuras do parênquima paliçádico inferior (PPI) foram observadas nos tratamentos -N e -P. As avaliações de espessura do parênquima esponjoso

(PE) demonstraram que os maiores valores foram observados no tratamento -Mg.

Os parênquimas paliçádico e esponjoso são parênquimas clorofilianos que possuem capacidade fotossintética, devido à presença de cloroplastos (Alquini et al., 2006).

Sob omissão de Mn, houve uma diminuição das espessuras dos parênquimas em relação ao tratamento completo (Tabela 5.1). Papadakis et al. (2007) avaliaram os efeitos de diferentes concentrações de Mn na morfo-anatômica de folhas de *Citrus volkameriana* relatando que o aumento da concentração de Mn na solução nutritiva proporcionou um aumento significativo na espessura da lâmina foliar, primariamente aumentando a largura das células do parênquima paliçádico. Os autores concluem ainda que, sob 686  $\mu\text{M}$  de Mn, a espessura do parênquima esponjoso também aumentou.

A espessura do limbo (EL) foi maior em folhas de plantas sob omissão de P, seguidos dos tratamentos -Mg, e -N (Tabela 5.1). Em relação a EL de folhas do tratamento completo, não foram detectadas diferenças significativas entre esse tratamento e em folhas sob omissão de B. Folhas de cafeeiro sem carência de nutrientes apresentam EL superiores quando comparado à folhas que apresentam sintomas visuais de deficiência (Gontijo, 2007). A Figura 5.1 apresenta o aspecto dos tecidos de folhas de bananeira ornamental do tratamento completo.



**FIGURA 5.1.** Fotomicrografia de secção transversal em folha de bananeira ornamental apresentando a epiderme adaxial (EAD), hipoderme superior (HS), parênquima paliçádico superior (PPS), parênquima esponjoso (PE), parênquima paliçádico inferior (PPI), hipoderme inferior (HI) e epiderme abaxial (EAB).

Os valores de densidade estomática da epiderme adaxial (EAD) foi superior nos tratamentos completo, -P, -K e -Mg. Em relação à densidade estomática da epiderme abaxial (EAB), os maiores valores foram observados nos tratamentos completo, -Ca, -Mg e -B (Tabela 5.2).

**TABELA 5.2.** Densidade estomática (estômatos por mm<sup>2</sup>) da epiderme da face adaxial (EAD) e da epiderme abaxial (EAB), diâmetro polar e diâmetro equatorial (µM) de folhas de bananeira ornamental sob omissão de macro e micronutrientes.

Tratamentos	Densidade estomática		Diâmetro polar	Diâmetro equatorial
	EAD	EAB	EAD	EAD
Completo	65,03a	290,75a	26,73b	18,75a
-N	42,73b	219,61b	28,03a	18,71a
-P	57,60a	238,17b	27,32b	18,27a
-K	57,60a	201,05c	28,48a	17,04b
-Ca	48,31b	219,10a	26,01b	16,39b
-Mg	70,60a	272,19a	26,22b	17,55b
-S	50,17b	167,03c	27,20b	18,89a
-B	52,02b	275,29a	26,85b	17,97a
-Fe	40,88b	228,89b	26,11b	16,68b
-Mn	50,17b	228,89b	26,81b	17,77a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Gontijo (2007), avaliando as modificações morfo-anatômicas em folhas de cafeeiro ocasionadas pela omissão de nutrientes, observou que as omissões de K, Ca e Mg diminuíram a densidade estomática quando comparados ao tratamento sem omissão de nutrientes.

Os maiores diâmetros polares de estômatos foram observados nos tratamentos sob omissão de N e K. Para o diâmetro equatorial não houve diferenças significativas entre os tratamentos completo, -N, -P, -S, -B e -Mn, sendo estes os maiores valores observados. Entretanto, Gontijo (2007) observou que, para folhas de cafeeiro, os maiores diâmetros polares dos estômatos foram observados em plantas sem omissão de nutrientes.

Khan et al. (2003) mencionam que a forma elíptica é uma característica de estômatos funcionais, enquanto a forma arredondada está associada a estômatos que não apresentam um funcionamento normal. Dessa forma, é desejável que as plantas apresentem maiores valores de diâmetro polar e menores valores de diâmetro equatorial para o seu melhor desenvolvimento.

#### **4 CONCLUSÕES**

A omissão de nutrientes afetou a estrutura interna das plantas, comprometendo, conseqüentemente, o desenvolvimento da bananeira ornamental.

A espessura da epiderme adaxial não foi afetada pela omissão de nutrientes na solução nutritiva.

A espessura da epiderme abaxial, hipoderme superior, hipoderme inferior, parênquima paliçádico superior, parênquima paliçádico inferior, e parênquima esponjoso e limbo foliar foram afetadas pelas omissões de nutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALQUINI, Y.; BONA, C.; BOERGER, M. R. T.; COSTA, C. G.; BARROS, C.F. Epiderme. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GURERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 87-108.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema de análises de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FURLANI, A. M. C.; CASTRO, C. E. F. Plantas ornamentais e flores. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B.; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 533-552.

GONTIJO, R. A. N. **Deficiências isoladas e simultâneas de K, Ca, Mg, B, Cu e Zn: sintomas, crescimento, características anatômicas e teores foliares em cafeeiros (*Coffea arabica* L.)**. 2007. 58 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. L. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32 p. (Bulletin, 347)

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: Mc Graw-Hill, 1940. 2 v., 523 p.

KHAN, S. V.; KOSAI, T.; NGUYEN, O. T.; KUBOTA, C.; DHAWAN, V. Growth and water relations of *Paulownia fortunei* under photomixotrophic and photoautotrophic conditions. **Biologia plantarum**, Dordrecht, v. 46, n. 2, p. 161-166, 2003.

KIYUNA, I.; ÂNGELO, J. A., COELHO, P. J. **Flores**: comportamento do comercio exterior brasileiro. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/trabalhos.php?codAutor=25>>.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Universidade Rural, 1997. 198 p.

LORENZI, H.; MELO FILHO, L. E. **As plantas tropicais de R. Burble Marx**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2001. 488 p.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2nd ed. London: San Diego: Academic, 1995. 889 p.

MORAES-DALLAQUA, M. A.; BELTRATI, C. M.; RODRIGUES, J. D. Anatomia de ápices radiculares de feijão cv. Carioca submetidos a níveis de boro em solução nutritiva. **Scientia Agricola**, piracicaba, v. 57, n. 3, p. 425-430, jul./set., 2000.

PAPADAKIS, I. E.; GIANNAKOULA, A.; THERIOS, I. N.; BOSABALIDIS, A. M.; MOUSTAKAS, M.; NASTOU, A. Mn-induced changes in leaf structure and chloroplasts ultrastructure of *Citrus volkameriana* (L.) plants. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 164, n. 1, p. 100-103, Jan. 2007.

TANIO, D. S.; SIMÕES, S. C. **Cadeia de suprimentos de flores e plantas ornamentais no Brasil**: uma nova abordagem para aumentar a participação do setor no mercado internacional. Disponível em: <<http://www.gelog.ufsc.br/Publicacoes>>. Acessado em: 23 nov. 2006.