

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**RESPOSTA DA BANANEIRA ‘PRATA-ANÃ’ À APLICAÇÃO
DE ZINCO E BORO NO RIZOMA**

Maria Geralda Vilela Rodrigues

Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**RESPOSTA DA BANANEIRA PRATA-ANÃ, À APLICAÇÃO
DE ZINCO E BORO NO RIZOMA**

Maria Geralda Vilela Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Carlos Ruggiero

Co-Orientador: Prof. Dr. William Natale

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Agosto de 2006

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MARIA GERALDA VILELA RODRIGUES - nascida em Itaguara-MG, Engenheira Agrônoma, formada em 1992 pela então Escola Superior de Agricultura de Lavras, atualmente Universidade Federal de Lavras, onde concluiu o mestrado em fitotecnia, em 1995. Em dezembro de 1995, foi contratada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), atuando no Projeto Jaíba, até fevereiro de 1998. Bolsista do CNPq de abril de 1998 a fevereiro de 1999, pelo então Serviço de Produção de Sementes e Mudas, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, em Janaúba-MG. Em fevereiro de 1999, retornou à Epamig, contratada por concurso, atuando no Centro Tecnológico do Norte de Minas Gerais, onde desenvolveu atividades com as culturas do abacaxi, maracujá, mamão e citros, mas com maior ênfase à bananicultura, atuando na pesquisa e ministrando palestras e cursos sobre os diversos temas de sua cadeia de produção. Participou dos Congressos Brasileiros de Fruticultura realizados a partir de 1994; dos últimos três Simpósios Nacionais Sobre a Cultura da Banana em 1998, 2003 e 2004; e presidiu a comissão organizadora do Primeiro Simpósio Norte-Mineiro Sobre a Cultura da Banana, em 2001. Com vários trabalhos publicados nesses eventos e na Revista Brasileira de Fruticultura, bem como apresentando trabalhos, em co-autoria, nos seguintes eventos: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Simpósio de Recursos Genéticos Para América Latina e Caribe, Encontro Nacional de Analistas de Alimentos, Simpósio Latino-Americano de Ciência e Tecnologia dos Alimentos. É membro dos Programas de Fruticultura e Agricultura Irrigada da Epamig desde 2000 e Assessora da Revista Brasileira de Fruticultura desde 2003. Em fevereiro de 2003, ingressou no curso de doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal (FCAV/UNESP).

“Para que uma tecnologia tenha êxito,
a realidade deve prevalecer sobre a política,
pois é impossível enganar a natureza”.

Richard Phillips Feynman

Aos meus pais,
João Rodrigues de Oliveira e
Ester Aparecida de Oliveira (*in memoriam*);

meus irmãos,
Maria Gorete Vilela Rodrigues e
Marcelo Gilceno Vilela Rodrigues;

meus sobrinhos e o recomeço que representam,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela oportunidade e confiança.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade e acolhida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela bolsa concedida e financiamento do experimento de tese.

Ao professor Carlos Ruggiero, pela preciosa orientação que não se restringiu ao trabalho desenvolvido no doutorado, mas também de postura diante da vida profissional e de todos nela envolvidos. Meus mais sinceros agradecimentos e votos de que tenha tido sensibilidade para compreender e assimilar seu exemplo.

Ao professor William Natale, pela co-orientação e confiança demonstrada. Foi um professor e considerou-me colega, valorizando as tentativas mesmo em minhas limitações.

Ao Cláudio Egon Facion, que inicialmente era chefe do Centro Tecnológico do Norte de Minas Gerais (EPAMIG/CTNM) e, como tal, apoiou tanto minha liberação para realizar o curso, quanto a instalação do experimento sem previsão de recurso. Essa atitude corajosa e amiga possibilitou a realização de um experimento longo (34 meses), dando maior confiabilidade ao trabalho.

Aos pesquisadores da EPAMIG, Mário Sérgio Carvalho Dias e Dilermando Dourado Pacheco, que se esmeraram para que as análises laboratoriais garantissem a qualidade dos resultados. Ao também pesquisador da EPAMIG, Paulo Oliveira, pelo apoio com as análises estatísticas. Ao professor José Carlos Barbosa, pela disponibilidade e atenção com que sempre me recebeu todas as vezes que precisei de apoio com a estatística.

Ao técnico agrícola Pedro Paulo Cândido da Fonseca, colega da EPAMIG, pela dedicação e precisão com que conduziu a área experimental. Sua dedicação de amigo foi muito além do compromisso profissional. Minha amizade e

reconhecimento a toda a equipe por ele coordenada: Joaquim Pedro Celestino, José Maria Silveira, Manoel Marques Lobato e Nilson Alves. Ao David Araújo Moreira, que deu continuidade ao trabalho do Pedro Paulo. À Silvania Correa da Silva, secretária da FEMO, pela tabulação dos dados.

A todos os funcionários de campo da Fazenda Experimental de Mocambinho (EPAMIG/CTNM/FEMO) e funcionários e estagiários dos laboratórios de solos e pós-colheita da Fazenda Experimental do Gorutuba (EPAMIG/CTNM/FEGR).

Meus agradecimentos ao Ziltom Camilo do Carmo e Ivaneide Maria dos Santos, gerente da FEMO e esposa, que sempre me receberam com amizade, tornando fáceis os 1.300 km que me separavam da área experimental.

Aos colegas de curso e todos com quem convivi nesse período, muito obrigada por me permitirem fazer parte de suas vidas. Minha história é hoje mais rica, por terem dela feito parte.

Aos novos e velhos amigos, geograficamente próximos ou distantes, que estão sempre na torcida, ajudando a segurar as histórias paralelas, às vezes tão difíceis.

A todos que me apoiaram nessa empreitada, minha amizade, agradecimento e consideração.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	XI
RESUMO	XII
SUMMARY	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Morfologia da bananeira	3
2.2. Demanda nutricional da bananeira	4
2.3. Boro na planta	7
2.4. Boro no solo	9
2.5. Zinco na planta	11
2.6. Zinco no solo	13
2.7. Fornecimento de micronutrientes às plantas.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Teores foliares de macro e micronutrientes	29
4.2. Características das plantas	49
4.3. Características do cacho e da produção	57
4.4. Considerações gerais	69
5. CONCLUSÕES	72
6. REFERÊNCIAS	73

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Atributos químicos do solo cultivado com banana 'Prata-Anã', amostrado na semana de instalação (fevereiro de 2003) e na semana de encerramento do experimento (novembro de 2005), na área adubada, em duas profundidades. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	22
Tabela 2. Composição química da amostra foliar de bananeira 'Prata-Anã', coletada na semana de instalação do experimento. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	22
Tabela 3. Composição dos tratamentos, considerando a combinação de cinco doses de zinco com quatro doses boro. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	24
Tabela 4. Caracterização das plantas-filha integrantes das famílias de bananeira 'Prata-Anã' que receberam os tratamentos, realizada no período de instalação do experimento. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	25
Tabela 5. Classes de interpretação de fertilidade do solo considerada como “bom” (ALVAREZ V. et al., 1999) e faixas de suficiência de atributos químicos do solo para bananeira 'Prata-Anã' cultivada no norte de Minas Gerais (SILVA et al., 2002; PINHO, 2004)	28
Tabela 6. Faixas de suficiência de nutrientes determinados na terceira folha da bananeira	28
Tabela 7. Resumo da análise de variância para teores foliares de nutrientes em bananeira 'Prata-Anã', no primeiro ciclo de avaliação, em reposta à adubação com B e Zn (g família por ano). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	30
Tabela 8. Resumo da análise de variância para teores foliares de nutrientes em bananeira 'Prata-Anã', no segundo ciclo de avaliação, em reposta à adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba - 2006	31
Tabela 9. Resumo da análise de variância para teores foliares de nutrientes em bananeira 'Prata-Anã', no terceiro ciclo de avaliação, em reposta à adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	32

Tabela 10. Valores médios de teores foliares de K em bananeira 'Prata-Anã', no segundo ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	36
Tabela 11. Valores médios de teores foliares de S em bananeira 'Prata-Anã', no terceiro ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	38
Tabela 12. Valores médios de teores foliares de B em bananeira 'Prata-Anã', no segundo ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	43
Tabela 13. Valores médios de teores foliares de B em bananeira 'Prata-Anã', no terceiro ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	44
Tabela 14. Valores médios de teores foliares de Fe em bananeira 'Prata-Anã', no primeiro ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	47
Tabela 15. Valores médios de teores foliares de Fe em bananeira 'Prata-Anã', no terceiro ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	47
Tabela 16. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de B e Zn (g por família por ano, via rizoma) nas características da bananeira 'Prata-Anã', no primeiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	50
Tabela 17. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de B e Zn (g por família por ano, via rizoma), nas características da bananeira 'Prata-Anã' e da produção do segundo ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	51
Tabela 18. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de B e Zn (g por família por ano, via rizoma), nas características da bananeira 'Prata-Anã', no terceiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	52

Tabela 19. Número de dias entre a floração e a colheita de bananeira 'Prata-Anã', no terceiro ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	54
Tabela 20. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), nas características do cacho de 'Prata-Anã', no primeiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006 ...	58
Tabela 21. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), nas características do cacho e produção de bananeira 'Prata-Anã', no segundo ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	59
Tabela 22. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), nas características do cacho e produção de bananeira 'Prata-Anã', no terceiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	60
Tabela 23. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), na massa em gramas (M) e número de frutos (NF) das dez primeiras pencas do cacho de bananeira 'Prata-Anã', no primeiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	66
Tabela 24. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), na massa em gramas (M) e número de frutos (NF) das dez primeiras pencas do cacho de bananeira 'Prata-Anã', no segundo ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	66
Tabela 25. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), na massa em gramas (M) e número de frutos (NF) das dez primeiras pencas do cacho de bananeira 'Prata-Anã', no terceiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	67

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Amostragem foliar de bananeiras, visando à diagnose nutricional.	22
Figura 2. Detalhe do uso da “lurdinha” no desbaste (a) e colocação do adubo no orifício resultante (b)	23
Figura 3. Teores foliares de fósforo em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no primeiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	34
Figura 4. Teores foliares de potássio em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no primeiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	36
Figura 5. Teores foliares de cálcio em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no terceiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	39
Figura 6. Teores foliares de magnésio em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no terceiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	40
Figura 7. Teores foliares de zinco em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no primeiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	41
Figura 8. Teores foliares de cobre em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no segundo ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	46
Figura 9. Duração do terceiro ciclo produtivo de bananeira 'Prata-Anã' avaliado, em resposta à aplicação de boro. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006...	55
Figura 10. Massa de frutos do cacho de bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no terceiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	61
Figura 11. Massa de frutos da oitava penca do cacho de bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no segundo ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006	68

RESPOSTA DA BANANEIRA PRATA-ANÃ À APLICAÇÃO DE ZINCO E BORO NO RIZOMA

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do fornecimento de Zn (sulfato de zinco) e B (ácido bórico) no rizoma, via broto desbastado (através de perfuração feita com o desbastador “lurdinha”), na nutrição e na produção da bananeira 'Prata-Anã', sob irrigação, em três ciclos produtivos. O experimento foi conduzido de fevereiro de 2003 a novembro de 2005, em um bananal de 6,7 anos, em Latossololo Vermelho-Amarelo distrófico. Os 20 tratamentos resultantes do fatorial 5 x 4, com 5 doses de zinco (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 g de Zn por planta por ano) e 4 doses de B (0; 0,68; 1,36 e 2,04 g B por planta por ano), foram distribuídos de acordo com o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 10 repetições de uma planta por parcela. Fizeram-se avaliações na floração (período, altura da planta, circunferência do pseudocaule, número de folhas, comprimento e largura da terceira folha, teores foliares de nutrientes), colheita (período; número de folhas; adensamento da roseta foliar; caracterização do cacho por: massa total e da ráquis; número de pencas; número de frutos e massa das 10 primeiras pencas; diâmetro, comprimento e massa dos frutos das duas primeiras pencas). Os tratamentos resultaram em alterações nos teores foliares de nutrientes, porém sem alterar a condição nutricional quando se consideram as faixas de suficiência. As plantas apresentaram deficiência de Zn no segundo e terceiro ciclos avaliados, em todos os tratamentos. Embora o fornecimento de Zn tenha promovido alterações nas características da produção, não houve ajuste de modelo de regressão.

Palavras-chave: adubação, frutos, micronutrientes, *Musa sp*, nutrição, produção

ANSWER OF THE BANANA TREE 'PRATA-ANÃ' TO THE MANURING WITH ZINC AND BORON IN THE RHIZOME

SUMMARY: The objective of this work was to evaluate the effect of the supply of Zn (zinc sulphate) and B (boric acid) in the rhizome, through thinned seedling (through perforation done with the dressing chisel "lurdinha"), in the nutrition and in the production of the banana tree 'Prata-Anã', under irrigation, in three productive cycles. The experiment was led from February 2003 to October 2005 in a 6.6 year-old banana plantation, in Oxisol. The 20 resulting treatments of factorial 5 x 4, with 5 doses of zinc (0; 2.5; 5.0; 7.5 and 10.0 g of Zn for plant a year) and 4 doses of B (0; 0.68; 1.36 and 2.04 g B for plant a year) were distributed according to Entirely Randomized Blocks, with 10 replicates of one plant per parcel. Evaluations were made in the flowering (period, height of the plant, circumference of the pseudostem, number of leaves, length and width of the third leaf, leaf tenors of nutrients), crop (period; number of leaves; thickening of the leaf rosette; characterization of the bunch for: total mass and of the rachis; number of hands; number of fruits and mass of the first 10 hands; diameter, length and mass of the fruits of the first two hands). The treatments resulted in alterations in the leaf tenors of nutrients, however without altering the nutritional condition when considered the sufficiency zones. The plants presented deficiency of Zn in the second and third appraised cycles, in all the treatments. Although the supply of Zn has promoted alterations in the characteristics of the production, there was not adjustment of regression model.

Keywords: manuring, fruits, micronutrients, *Musa sp*, nutrition, production

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de banana, com 6,7 milhões de t produzidas em 495 mil ha (FAO, 2006), portanto com um rendimento médio de 13,5 t ha⁻¹. Dentre os estados brasileiros, Minas Gerais é o quarto colocado, com 562 mil t produzidas em 38 mil ha (AGRIANUAL, 2006). Aproximadamente 20% da área produtora de banana de Minas Gerais está localizada no norte do Estado.

O norte de Minas Gerais possui cerca de 8 mil ha cultivados com banana (ABANORTE, 2006a) e diferencia-se das demais regiões por produzir basicamente 'Prata-Anã', cultivada sob irrigação. A produtividade média da região é de 17 t ha⁻¹ por ano, superando a média nacional, porém ficando muito aquém do seu potencial, já que alguns bananais produzem entre 40 e 50 t ha⁻¹ por ano. Considerando um valor médio de comercialização de R\$300,00 a tonelada, estima-se que sejam gerados R\$41 milhões anualmente no comércio da fruta fresca. Somam-se a essa cifra as atividades relacionadas ao comércio de insumos agrícolas, caixas para embalagem das frutas, transporte e estrutura de comercialização, representando aproximadamente quatro empregos para cada hectare plantado, o que faz da bananicultura uma atividade social geradora de empregos.

A adoção de técnicas de manejo adequadas, entre as quais um programa de fertilização contemplando os macro e micronutrientes fornecidos no momento e forma adequados, poderá elevar a produtividade média regional que hoje é de 17 t ha⁻¹ por ano, resultando em aumento da arrecadação anual a valores superiores aos atuais R\$41 milhões. Essa meta parece factível quando se consideram as vantagens competitivas apresentadas pela região (temperaturas e insolação adequadas, ausência de inverno com geadas, relevo suave, facilidade de irrigação, solos bem drenados). Santa Catarina, com todas as limitações climáticas e topográficas com que convive, consegue um rendimento médio de 22 t ha⁻¹ por ano.

Dos quatro perímetros irrigados gerenciados pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf), localizados no norte de Minas

Gerais, o Projeto Jaíba é atualmente o que apresenta maior potencial de crescimento. Segundo informações do Distrito de Irrigação do Jaíba (DIJ), dos 80.000 ha irrigados que o constituirão quando completo, apenas 8% estão sendo cultivados. Desses, 2.122 ha são hoje cultivados com banana e estão principalmente em solos com teor de areia acima de 650 g kg^{-1} e baixa CTC. A baixa fertilidade desses solos, associada à elevada dinâmica dos nutrientes e alta demanda da bananeira resultam na necessidade de constantes correções de sua fertilidade para se obter adequada nutrição das plantas.

Na busca por maiores rendimentos, devem-se considerar, também, os micronutrientes. Teores inadequados de zinco (Zn) foliar são normalmente observados nas análises de rotina feitas pelo laboratório da Epamig/CTNM (Nova Porteirinha), mesmo em bananais com altas concentrações de Zn no solo e onde são realizadas adubações foliares. Com relação ao boro (B), não raro são determinados, nas análises foliares, teores inferiores aos 10 mg kg^{-1} , tidos como limite mínimo da faixa de suficiência para este nutriente na cultura (PREZOTTI, 1992 e MALAVOLTA et al, 1997).

O Zn e o B são nutrientes de grande relevância para a cultura da banana, e sua deficiência pode acarretar prejuízos principalmente em plantios irrigados, onde o custo de manutenção da área é alto. Considerando as interações do Zn com o solo e sua disponibilidade vinculada ao pH, a mobilidade do B no solo e o fato de ambos apresentarem baixa mobilidade no floema, alguns cuidados devem ser tomados no fornecimento, de modo a garantir um suprimento adequado e constante, fazendo-se necessária melhor compreensão das condições de fornecimento desses dois nutrientes para a 'Prata-Anã'.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do fornecimento de diferentes doses de Zn e B, diretamente no rizoma, via broto desbastado, na nutrição das plantas e na produção e qualidade dos frutos da bananeira 'Prata-Anã', produzida sob irrigação, em três ciclos produtivos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Morfologia da bananeira

A bananeira apresenta um caule subterrâneo do tipo rizoma, constituído basicamente por parênquima amiláceo (SOTO BALLESTERO, 2000), no qual estão apoiados todos os seus órgãos: raízes, gemas, rebentos, pseudocaule, folhas e frutos (MANICA, 1997; SOTO BALLESTERO, 2000). Internamente, o rizoma distingue-se em duas regiões (o cilindro central e o córtex que o circunda) separadas pelo córtex, e no ápice encontra-se a gema apical (PRICE, 1995; MANICA, 1997). Essa constitui-se em um tecido meristemático do qual desenvolve o sistema vascular, acima a parte aérea e abaixo o próprio rizoma e o cilindro central (PRICE, 1995).

A junção entre o córtex e o cilindro central possui alta concentração de feixes vasculares orientados longitudinalmente, porém, em outros pontos do rizoma, parecem ser dispostos quase casualmente (SIMMONDS, 1982). No cilindro central, há numerosos vasos que, por anastomoses (processo de se fundir e voltar a se dividir) sucessivas, originam os feixes foliares que atravessam o córtex e penetram nas bases das folhas (SOTO BALLESTERO, 2000). Segundo esse autor, através do córtex, observam-se os feixes vasculares que suprem as folhas, raízes e brotos, sendo que o sistema vascular se complica pela profusão de vasos que se desenvolvem para formar as raízes laterais e, ainda mais difícil de entender, é o sistema vascular que supre os brotos. Ainda segundo SOTO BALLESTERO (2000), a maior concentração de vasos se observa na periferia do cilindro central, formando uma rede imbricada chamada de Capa de Mangin.

Na formação do broto, inicialmente, a gema lateral desenvolve-se lateralmente e, ao se aproximar da periferia do rizoma, aumenta de tamanho e passa a exercer as mesmas funções da gema apical, originando um rebento (MOREIRA, 1999). Quando este atinge cerca de seis a oito cm de diâmetro, já está quase estruturado, separando-se da zona cortical por uma zona estreita onde o cilindro central do rebento se une ao cilindro central do rizoma principal (MANICA, 1997). Neste ponto de ligação entre o

rizoma da planta-mãe e do rebento, o córtex e o cilindro central apresentam uma região bastante comprimida por onde ocorrem as trocas de seiva e hormônios, denominada “cordão umbilical” (MOREIRA, 1999).

Um rebento jovem é quase completamente dependente das reservas do rizoma da planta-mãe, à qual é fortemente ligado na fase de seu desenvolvimento inicial, até desenvolver seu próprio rizoma (ROBINSON, 1996). As plantas de uma mesma “família” de bananeiras compõem, portanto, um único sistema interligado por seus rizomas. Com base nesta ligação e na troca de material entre as plantas, MOREIRA (1999) propõe a utilização de inseticidas, nematicidas e fertilizantes dentro do pseudocaule da planta recém-colhida ou do broto desbastado, através de orifícios feitos com o desbastador tipo “lurdinha”. Segundo esse autor, os produtos aplicados utilizando essa metodologia circularão de imediato em toda a “família” de bananeiras.

2.2. Demanda nutricional da bananeira

Segundo LÓPEZ M. & ESPINOSA M. (1995), a nutrição é um fator de produção de extrema importância para a bananeira, devido à alta eficiência destas plantas em produzir grandes quantidades de biomassa em um curto período de tempo. Sendo assim, ela absorve e exporta elevada quantidade de nutrientes, apresentando alta demanda e a obtenção de bom desenvolvimento e altos rendimentos (LÓPEZ M., 1994; ROBINSON, 1996). A grande quantidade de fertilizantes demandada deve-se não só à elevada quantidade de nutrientes absorvidos e exportados pelos frutos, como também ao fato de os solos da maioria das regiões produtoras serem geralmente de baixa fertilidade (BORGES & OLIVEIRA, 2000).

Além do conhecimento do conteúdo total de nutrientes absorvidos pela bananeira, é importante quantificar o total exportado pela colheita (frutos + engaço + ráquis feminina + ráquis masculina + coração), visando à restituição via fertilização e à devolução dos restos vegetais ao solo. A maior exportação dos macronutrientes absorvidos pelo cacho da bananeira ‘Prata-Anã’ ocorre na seguinte ordem decrescente: $K > N > Mg > Ca > P > S$; já a exportação de micronutrientes é em ordem decrescente: $B > Zn > Cu$ (GOMES et al., 1988). Zn e B são os micronutrientes que se encontram

deficientes com maior frequência em bananeiras (MARTIN-PRÉVEL, 1987; BORGES & OLIVEIRA, 2000). A 'Prata-Anã' é especialmente exigente nesses dois micronutrientes, absorvendo (em g ha⁻¹) quase duas vezes mais Zn e uma vez e meia mais B, que a 'Grande Naine' (FARIA, 1997).

No trabalho de GOMES et al. (1988), com banana 'Prata', observou-se que a seqüência de acúmulo de B na matéria seca apresentou a seguinte ordem decrescente: folha > pseudocaule > fruto > rizoma > pecíolo > engaço > botão floral (acompanhando o acúmulo de matéria seca de cada órgão); sendo que os dois primeiros órgãos absorveram 73% do B total. Já para Zn, a seqüência de absorção foi: rizoma > pseudocaule > folha > fruto > engaço > pecíolo > botão floral; sendo que os dois primeiros órgãos chegaram a absorver 82% do Zn, merecendo destaque a expressiva absorção pelo rizoma, que superou o pseudocaule, a folha e o fruto mesmo com menor acúmulo de matéria seca. Os autores concluem que, provavelmente, nas células do rizoma, aconteçam atividades metabólicas importantes para a 'Prata', em maior escala do que nas demais. LAHAV (1995) confirma que o B (assim como Ca, Mg e Mn) é mais abundante nas folhas de bananeiras, enquanto o Zn (assim como Na) tende a se acumular no rizoma. Segundo o autor, N, P, K e Cl são mais bem distribuídos entre folhas e pseudocaulos, e Cu e Fe são mais encontrados em raízes

Em levantamento do estado nutricional dos bananais do norte de Minas Gerais feito por SILVA & RODRIGUES (2001), os micronutrientes foram deficientes em ordem decrescente: Zn > Cu > Fe > Mn > B. O Zn apresentou-se deficiente em maior porcentagem dos bananais, com 72% das amostras foliares com teores abaixo de 20 mg kg⁻¹. Muitas destas áreas cultivadas com bananeira, na região, encontram-se com elevadas concentrações de Zn no solo, resultantes de fertilização, apesar deste baixo teor foliar e apresentarem sintomas visíveis de deficiência.

Segundo EPSTEIN (1975), quando variedades diferentes de uma mesma espécie crescem lado a lado, verificam-se com frequência grandes variações na sua composição química. Esta afirmação está de acordo com RAIJ (1991), que ratifica haver muita diferença entre espécies e mesmo entre variedades da mesma espécie, quanto à suscetibilidade a deficiências. Para LAHAV (1995), os poucos dados

disponíveis sugerem que as diferenças varietais são importantes para bananeira, embora essas tenham sido muitas vezes ignoradas, sendo que experimentos de campo têm mostrado claramente que o suprimento ótimo de nutrientes não é necessariamente o mesmo para todas as cultivares. De acordo com SOTO BALLESTERO (2000), a necessidade de nutrientes da cultivar de bananeira depende do seu potencial produtivo, da densidade populacional, do estado fitossanitário e, principalmente, do balanço de nutrientes no solo e do sistema radicular que interferirá na absorção dos mesmos.

De acordo com ROBINSON (1996), muitos experimentos têm sido conduzidos para se conhecer a resposta da bananeira em crescimento e rendimento, à aplicação de minerais em diferentes combinações, porém esses resultados normalmente são válidos apenas para o solo, clima e cultivar específicos. Ainda segundo esse autor, curvas de rendimento em resposta ao teor do nutriente determinado em tecidos da planta são mais facilmente extrapoláveis para um maior número de localidades. O ideal, portanto, é que cada cultivar seja avaliada em determinado local onde se pretenda cultivá-la, e raros são os estudos com micronutrientes em 'Prata-Anã' cultivada na região Norte de Minas Gerais.

MARTIN-PRÉVEL (1990) chama a atenção em uma avaliação do futuro da nutrição mineral de frutíferas tropicais, especialmente a bananeira, para a possibilidade de técnicas de manejo nutricional se tornarem obsoletas, a menos que sejam considerados: i) rendimento e qualidade (a fertilização proposta para máximo rendimento pode coincidir ou não com a máxima qualidade, podendo tanto ser excessiva quanto insuficiente), ii) ambiente e limitação socioeconômica (considerar que perdas podem resultar em poluição, e a necessidade do pequeno proprietário em priorizar o uso de escasso recurso). Segundo esse autor, um novo tipo de recomendação precisa ser estabelecido, em que se considere o clima e/ou o período biológico, assim como suplementar os minerais encontrados no solo com o necessário para atender ao que a planta conseguirá utilizar no que será colhido no período. Essa capacidade de utilização da planta deve ser entendida como o melhor rendimento e qualidade possíveis, o material vegetal, riscos internos e externos e as limitações.

2.3. Boro na planta

O B possui propriedades intermediárias entre metal e não-metal eletronegativo, com tendências a formar complexos catiônicos dentro da planta (RÖMHELD & MARSCHNER, 1991). Entre os elementos essenciais às plantas superiores, o B é o único cuja remobilização dentro da planta varia significativamente entre espécies (DORDAS et al., 2001). Segundo esse autor, para a maioria das espécies, entretanto, é altamente imóvel, independentemente do estágio de crescimento ou do ambiente onde a planta cresça. De acordo com MALAVOLTA (1980), o B mostra transporte unidirecional no xilema, na corrente transpiratória, e grande imobilidade no floema.

Não foram isoladas enzimas ou outros compostos orgânicos essenciais que possuam B (assim como o cloro e o potássio) (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1980; RÖMHELD & MARSCHNER, 1991; CASTRO et al., 2005). A maioria das funções desse elemento nas plantas está relacionada com a formação e a estabilização da parede celular, lignificação e diferenciação de xilema (RÖMHELD & MARSCHNER, 1991), além de desempenhar papel regulador no metabolismo dos carboidratos e facilitar seu transporte das folhas para outros órgãos (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1980), atuar no alongamento celular, síntese de ácidos nucleicos, respostas hormonais (TAIZ & ZEIGER, 2004), metabolismo de proteínas e fotossíntese (MENGUEL & KIRKBY, 1987).

O B favorece o crescimento das partes mais novas da planta e, na sua ausência, há morte das células meristemáticas, sendo importante também para a formação e funcionamento das raízes (MALAVOLTA, 1962). Segundo esse autor, a morte das folhas, gemas e ramos está associada ao acúmulo de fenóis, que se formam devido ao aumento na concentração de eritrose-P, como consequência da alta atividade da desidrogenase de 6-P gliconato, visto que, com falta de B, não se formaria entre este e aquele o composto sobre o qual a enzima não tem ação (MALAVOLTA, 1980).

Quanto à atividade meristemática, que garante o crescimento normal das plantas, está ligada ao envolvimento do B na síntese de uracil, que é um componente essencial do ácido ribonucleico (RNA) (MENGUEL & KIRKBY, 1987; CASTRO et al., 2005). Segundo RÖMHELD & MARSCHNER (1991), além da redução da síntese de

RNA, há aumento da atividade da RNase. Se a síntese de RNA for comprometida pela deficiência de B, a síntese protéica também o será, e este é o principal processo que afeta o desenvolvimento dos tecidos meristemáticos (MENGUEL & KIRKBY, 1987; CASTRO et al., 2005).

A inibição do crescimento apical da raiz, em condições de deficiência, deve-se à principal função do B, que é a estabilização de paredes celulares e, presumivelmente, também de biomembranas, pela complexação de compostos orgânicos cis-diol (RÖMHELD, 2001); além de restrição do alongamento celular (CASTRO et al., 2005).

Conforme RÖMHELD & MARSCHNER (1991), a formação de complexos de B com certos açúcares e fenóis resulta em alterações metabólicas nos tecidos deficientes, com inibição da síntese de lignina. Segundo QUAGGIO & PIZZA JUNIOR (2001), em fruteiras, a deficiência de B causa mau funcionamento do tecido do câmbio vascular, responsável pela multiplicação de células dos vasos condutores, provocando colapso imediato do floema e, em caso de deficiência aguda, também do xilema. Ainda segundo esses autores, com isso, há redução de crescimento das raízes que não recebem quantidade suficiente de fotossintatos e, finalmente, a absorção de água e de nutrientes é afetada.

A rápida resposta de síntese da parede celular e de metabolismo de fenóis em plantas deficientes em B pode explicar a rápida paralisação no crescimento. Além disso, a inibição do crescimento em plantas deficientes em B pode dar-se devido às alterações funcionais da membrana plasmática por quinonas reativas ou redução nos níveis de auxinas difusíveis (AIA), causada por aumento da atividade da AIA oxidase (RÖMHELD & MARSCHNER, 1991).

Os sintomas de deficiência variam com o tipo e a idade da planta, as condições em que se desenvolve e a severidade da deficiência. A imobilidade do elemento leva ao aparecimento dos primeiros sintomas nas partes mais novas da planta, sendo que o sintoma geral é a morte do broto terminal do ramo principal e, na seqüência, dos brotos laterais. Novos ramos se formam com conseqüente superbrotamento, resultando num aspecto de roseta, sendo que as folhas mais novas se mostram menores, amareladas e muitas vezes com formas bizarras (COELHO & VERLENGIA, 1973; EPSTEIN, 1975).

Na carência de B, o florescimento é inibido e, quando a deficiência é severa, totalmente impedido (EPSTEIN, 1975). Segundo esse autor, as plantas herbáceas parecem ressecadas e com consistência dura, as paredes celulares são delgadas e quebradiças e podem entrar em colapso como resultado da pressão exercida pelas células adjacentes (EPSTEIN, 1975). Os sintomas externos só aparecem quando a deficiência é severa (COELHO & VERLENGIA, 1973).

A bananeira deficiente em B, inicialmente, apresenta-se com leve clorose (SOTO BALLESTERO, 2000), que se torna estrias perpendiculares à nervura central (LAHAV, 1995), e, em deficiências severas, produz clorose internerval (SOTO BALLESTERO, 2000). Há redução da área foliar, sendo que as folhas jovens podem apresentar redução do limbo, à semelhança da deficiência de cálcio e enxofre (LAHAV, 1995), por formação incompleta desta (SOTO BALLESTERO, 2000). Há o surgimento de muitos “filhotes” com sintomas ainda mais acentuados e, em carência aguda, há paralisação de crescimento (CHARPENTIER & MARTIN PRÉVEL, 1965 citados por AZEREDO et al., 1986). A formação do “filhote” pode ser inibida e sobrevir a morte prematura da planta (SOTO BALLESTERO, 2000). Segundo LAHAV (1995), têm sido relatados casos de inibição do crescimento radicular.

Pela característica de imobilidade do B no floema, há necessidade de constante suprimento (COELHO & VERLENGIA, 1973), através de pulverizações foliares diretamente nos órgãos que dele necessitam ou o suprimento via solo, continuamente, durante todo o ciclo (DORDAS et al., 2001). PREZOTTI (1992) considera como adequados para bananeira Prata teores foliares de B compreendidos entre 10 e 25 mg kg⁻¹ de matéria seca. Os mesmos valores são considerados por MALAVOLTA et al. (1997), sem especificar a variedade.

2.4. Boro no solo

O B é um metalóide caracterizado pelo seu comportamento aniônico e, na solução do solo, a forma mais provável de ocorrência é a do ácido bórico (H₃BO₃) (MARSCHNER, 1995). Este ácido é muito fraco, e apenas acima de pH 7,0 pode ocorrer dissociação e aparecimento da forma H₂BO₃⁻ (RAIJ, 1991). De acordo com esse

autor, o B é o mais móvel dos micronutrientes (exceto cloro) e pode ser lixiviado, principalmente em solos de textura leve.

Os fatores que têm contribuído para o aparecimento da deficiência de B são, principalmente, solos pobres no nutriente (RAIJ, 1991; MALAVOLTA, 1981); arenosos, com pouca argila e baixo teor de matéria orgânica; neutros ou alcalinos, ou sob calagem excessiva (MELLO et al., 1989; RAIJ, 1991); com altos teores de cálcio (RAIJ, 1991); sujeitos a forte lixiviação; chuvas excessivas (MALAVOLTA, 1981; RAIJ, 1991), e seca (MALAVOLTA, 1981).

Em solos ácidos, a disponibilidade de B aparentemente está relacionada com o teor de matéria orgânica; porém, em solos alcalinos, predominam os efeitos do pH e do Ca (MELLO et al., 1989). O efeito do cálcio pode estar relacionado com interações na planta (RAIJ, 1991).

A matéria orgânica constitui a fonte imediata de B para as plantas, liberando o elemento no processo de sua mineralização MALAVOLTA (1981). É na matéria orgânica que grande parte do B disponível é retido de forma bastante forte, apesar de ser também retido pelas argilas (RAIJ, 1991).

O B é mais solúvel em pH baixo, sendo que a calagem induz a fixação por argilas e outros minerais, diminuindo o teor disponível, o que pode reduzir perdas por lixiviação (COELHO & VERLENGIA, 1973). O pH muito baixo reduz a atividade microbiana, conseqüentemente a mineralização da matéria orgânica, o que faz cair o fornecimento de B. Se o pH subir muito, em conseqüência de uma calagem excessiva, por exemplo, o B pode combinar-se com argilas e a própria matéria orgânica, formando produtos de menor disponibilidade (MALAVOLTA, 1986).

Em condições de alta pluviosidade e altas perdas por lixiviação, há redução da disponibilidade, notadamente em solos arenosos. Condições de seca aceleram o aparecimento dos sintomas de deficiência por reduzir a decomposição da matéria orgânica (LOPES, 1986; RAIJ, 1991) e por reduzir o crescimento radicular e, portanto, o volume de solo explorado (LOPES, 1986).

2.5. Zinco na planta

A deficiência de Zn é das mais comuns e das mais graves no Brasil, tanto em culturas anuais como em perenes, ocorrendo nos mais diferentes tipos de solos (MALAVOLTA, 1981). Absorvido predominantemente como cátion divalente (Zn^{2+}), é também na forma iônica que é transportado no xilema, já que os quelatos que forma com ácidos orgânicos são pouco estáveis (RAIJ, 1991; MARSCHNER, 1995). No floema, a concentração de Zn é bastante alta, provavelmente complexado em compostos orgânicos de baixo peso molecular (MARSCHNER, 1995).

De acordo com DORDAS et al. (2001), a pesquisa limitada não permite uma conclusão clara sobre a remobilização do Zn. Segundo esse autor, sob condições de suprimento normal, apenas uma pequena porção desse elemento pode ser retranslocada no floema; entretanto, em algumas espécies, significativa remobilização pode ocorrer durante o crescimento reprodutivo, mas não se sabe se isto acontece com todas as espécies. MENGUEL & KIRKBY (1987) consideram que a mobilidade do Zn nas plantas não é alta, uma vez que seu teor nos tecidos jovens é particularmente reduzido em condições de deficiência.

Somente algumas enzimas contêm Zn, como álcool desidrogenase, Cu-Zn-SOD, anidrase carbono e RNA polimerase (RÖMHELD & MARSCHNER, 1991), porém um grande número destas requer íons Zn (Zn^{+2}) para suas atividades (RÖMHELD & MARSCHNER, 1991; TAIZ & ZEIGER, 2004), como ativador (RÖMHELD & MARSCHNER, 1991). A deficiência de Zn provoca, portanto, numerosas alterações metabólicas, particularmente na síntese de proteínas e no metabolismo de carboidratos (CASTRO et al., 2005).

Como o Zn está envolvido no metabolismo do nitrogênio, há acúmulo de aminoácidos quando em deficiência, já que, nestas condições, a síntese de proteína e o nível protéico são acentuadamente reduzidos (MENGUEL & KIRKBY, 1987). Como várias enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos são Zn dependentes, a deficiência desse elemento afeta o metabolismo de carboidratos em vários níveis (RÖMHELD & MARSCHNER, 1991).

Todas as deficiências interferem no crescimento, porém a deficiência de Zn o faz com tal impacto que os termos “folha pequena” e “formação de roseta” têm sido aplicados. A “formação de roseta” refere-se à falta de alongamento dos internódios, fazendo com que as folhas fiquem próximas umas das outras e no mesmo plano, à semelhança de roseta (EPSTEIN, 1975). Isto reflete duas funções do Zn ao nível enzimático (MALAVOLTA, 1980): i) é necessário para a síntese de triptofano que, depois de várias reações, produz o ácido indol-3-acético (AIA). Este é uma auxina que, como tal, contribui para aumentar o volume celular. ii) Além disto, o Zn regula (inibindo parcialmente) a atividade da ribonuclease (RNase) que, hidrolisando o RNA, causa diminuição na síntese protéica e, portanto, na multiplicação celular. Como consequência, as plantas deficientes em Zn têm células menores e em menor número, portanto a redução no comprimento dos internódios.

Segundo EPSTEIN (1975), a concentração de auxina, AIA, no tecido deficiente em Zn, cai mesmo antes do aparecimento dos sintomas visíveis, e fornecendo-se o Zn, o teor aumenta e a planta reinicia seu crescimento. De acordo com TAIZ & ZEIGER (2004), os vegetais convertem triptofano em AIA por várias rotas, mas existem também as vias alternativas de síntese, independentes de triptofano, tornando praticamente impossível sua deficiência. Porém, segundo esses autores, quando ocorre deficiência de Zn, há perda da capacidade de produzir quantidades suficientes de AIA. De acordo com RÖMHELD & MARSCHNER (1991) e MARSCHNER (1995), além da redução na síntese de AIA, a deficiência de Zn promove aumento na sua degradação oxidativa como resultado do aumento da atividade de peroxidase e radicais livres de oxigênio. Segundo CASTRO et al. (2005), esse processo ainda não foi demonstrado satisfatoriamente.

Segundo EPSTEIN (1975), o efeito da redução na manutenção do AIA no tecido vegetal, além de promover o encurtamento dos internódios, proporciona também o secamento dos ponteiros e, em casos extremos, a morte da planta. Outro sintoma de deficiência, citado por RÖMHELD (2001) e TAIZ & ZEIGER (2004), é a clorose em folhas novas, que expressa a necessidade de Zn para a síntese de clorofila (TAIZ & ZEIGER, 2004), devido a distúrbios na formação de cloroplastos, além de degradação

de clorofila em alta intensidade de luz, como conseqüência da grande formação e da inibição da eliminação de radicais tóxicos de oxigênio (RÖMHELD, 2001).

Segundo MALAVOLTA (1980), a concentração ótima de Zn, de acordo com as espécies, varia de 20 a 120 mg kg⁻¹ na matéria seca das plantas. A deficiência está associada a teores menores que 20, e a toxicidade, a teores maiores que 400 mg kg⁻¹. A suscetibilidade das plantas à deficiência de Zn varia com a espécie e com a cultivar (MENGUEL & KIRKBY, 1987). Entretanto, apesar desta diferença de sensibilidade, se o teor de Zn disponível for suficientemente baixo, provavelmente qualquer espécie mostrará sintomas de carência, podendo existir diferenças entre híbridos ou variedades da mesma espécie (MALAVOLTA, 1981).

Segundo SOTO BALLESTERO (2000), a deficiência de Zn em bananeiras causa graves deformações no crescimento da planta e do cacho. O autor cita que, inicialmente, essa deficiência é semelhante à de nitrogênio, porém diferenciando-se por apresentar, nos estágios posteriores, folhas estreitas com clorose e algumas necroses. Na carência aguda, observa-se clorose na totalidade do limbo das folhas novas, que são de tamanho menor, alongadas e com tendência a formar rosetas (LAHAV, 1995; SOTO BALLESTERO, 2000). Esses autores atribuem também à deficiência de Zn a ocorrência de frutos pequenos, malformados, com dedos curtos, retorcidos e cloróticos.

PREZOTTI (1992) considera como adequados, para bananeira Prata, teores foliares de Zn compreendidos entre 20 e 50 mg kg⁻¹. Em estudo posterior, SILVA et al. (2002) concluíram que o adequado suprimento em Zn, para 'Prata-Anã' cultivada no norte de Minas Gerais, está entre 14 e 25 mg kg⁻¹. Em trabalho conduzido também com 'Prata-Anã' no norte de Minas Gerais, PINHO (2004) obteve como nível crítico para teor foliar de Zn, utilizando o DRIS, o valor de 14,4 mg kg⁻¹. Todos esses autores se referem à amostragem da terceira folha.

2.6. Zinco no solo

Nos solos brasileiros, a carência de Zn é tão comum quanto a de B, e vários são os fatores que podem causar esta deficiência, relacionados ao solo, à prática da adubação, climáticos e ligados à planta (MALAVOLTA, 1981).

Certos solos são naturalmente pobres em Zn total e disponível, como os solos orgânicos e de cerrados, o que pode ser agravado pela erosão, que retira a camada superficial na qual o Zn extraído pelas plantas se acumula pela decomposição da matéria orgânica (MALAVOLTA, 1981). Além desses, a deficiência é comum em solos arenosos, ácidos e lixiviados (COELHO & VERLENGIA, 1973), com baixa CTC e sujeitos a chuvas pesadas (LOPES, 1986); em solos neutros e alcalinos; naqueles que contenham teores elevados de fósforo total, talvez pela formação de fosfatos insolúveis com o Zn (COELHO & VERLENGIA, 1973; RAIJ, 1991); excesso de magnésio, potássio, ferro, manganês ou cobre; altas doses de nitrogênio na adubação e restrições às raízes (MALAVOLTA, 1981).

A deficiência de Zn está mais associada ao pH do que ao teor de Zn total no solo, uma vez que sua solubilidade é pH dependente (COELHO & VERLENGIA, 1973). Aceita-se que a elevação do pH em uma unidade faz com que a concentração deste elemento na solução do solo diminua 100 vezes (MALAVOLTA, 1981; RÖMHELD & MARSCHNER, 1991), provavelmente por insolubilização (MALAVOLTA, 1981). Alguns solos, principalmente arenosos, quando recebem calagem que eleve o pH acima de 6,0, podem desenvolver sérias deficiências de Zn (LOPES, 1986; RAIJ, 1991).

O íon Zn^{2+} é fortemente adsorvido por certos minerais, como calcita, dolomita e magnesita, empregados como corretivos em solos ácidos. Esse processo de insolubilização do Zn é importante sobretudo em solos de regiões áridas e semi-áridas, onde tais minerais se acumulam no solo com frequência (MELLO et al., 1989). Em virtude da semelhança em carga elétrica e raio iônico entre Zn e Mg, argilas contendo este cátion podem reagir com Zn, resultando em fixação deste (MELLO et al., 1989). Essa forte adsorção, principalmente à fração argila, é reduzida pelo abaixamento do pH (RAIJ, 1991).

A presença de fosfato solúvel pode determinar a precipitação de Zn como fosfato deste metal (MELLO et al., 1989). São conhecidas deficiências do elemento induzidas por adubações fosfatadas, intensificando uma deficiência marginal de Zn, limitando a produção, o que tem várias explicações (RAIJ, 1991): o fósforo diminui a absorção do Zn por um processo de inibição; o excesso de fósforo absorvido reduz a quantidade de

Zn que, da raiz, vai para a parte aérea; dependendo do pH e da concentração de H_2PO_4^- no meio, poderá haver precipitação do Zn pelo fósforo na superfície das raízes; a adição de fósforo provoca maior produção de matéria seca e, portanto, há diluição no teor de Zn no tecido. MARSCHNER (1995) considera que os maiores efeitos dessa interação ocorrem no solo, onde as taxas de difusão de Zn são limitadas pela adição de P. Para MENGUEL & KIRKBY (1987), entretanto, o excesso de fósforo leva a uma desordem metabólica que pode provocar sintomas de deficiência de Zn nas folhas. O excesso de ferro e manganês pode induzir deficiência de Zn por diminuição na absorção ou no transporte para a parte aérea, acontecendo o mesmo com o cobre (MALAVOLTA, 1981). O B parece favorecer a absorção radicular de Zn e inibir a absorção foliar (MALAVOLTA, 1980).

2.7. Fornecimento de micronutrientes às plantas

Embora as necessidades de micronutrientes das culturas sejam pequenas, suas deficiências têm aparecido com frequência crescente (MALAVOLTA, 1981; MARTENS & WESTERMANN, 1991). Além disso, não se sabe até que ponto a “fome oculta”, isto é, a deficiência que reduz a produção, mas não mostra sintomas nas plantas, estaria afetando a produtividade das culturas (RAIJ, 1991).

As carências de micronutrientes em solos de cultura tendem a se acentuar por várias razões, como (MARTENS & WESTERMANN, 1991): i) melhoria nos métodos de análise de solo e tecidos para diagnose de deficiência de micronutrientes; ii) acúmulo de dados sobre resposta dos cultivos à adubação com micronutrientes em vários tipos de solo; iii) remoção pelas colheitas por longo prazo; iv) maiores rendimentos, o que requer maiores quantidades de nutrientes. MELLO et al. (1989) citam ainda a utilização de adubos concentrados.

Quando o solo é pobre em micronutrientes, a princípio ocorre diminuição no crescimento da planta e quebra de até 20-30% na produção, quando as plantas podem não exibir qualquer manifestação de anormalidade (MALAVOLTA, 1986). Segundo esse autor, se a falta for mais acentuada, além de diminuição ainda maior na produtividade, as plantas mostram sintomas típicos de deficiência. Porém, o aparecimento do sintoma

de carência de certo micronutriente não significa, obrigatoriamente, que esteja deficiente no solo; pode ser que o elemento não esteja numa forma disponível, como acontece com o B, Zn, Fe, Mn e Cu em solos com pH elevado (MALAVOLTA, 1962).

A necessidade de aplicação de micronutrientes em culturas ressalta um aspecto já conhecido para os macronutrientes: as diferenças entre espécies e variedades quanto à exigência e ao aproveitamento (RAIJ, 2001). Segundo esse autor, as diferenças, no caso dos micronutrientes, são muito mais marcantes, chegando ao ponto de não se poder afirmar que há deficiência, sem considerar a cultura. Apesar de a resposta a micronutrientes diferir para as culturas, a resposta em geral manifesta-se no aumento da produção e/ou na melhoria da qualidade dos produtos (GUPTA, 2001). Ainda segundo GUPTA (2001), no último caso, isto pode ser associado a mudanças fisiológicas em diversas partes das plantas.

No Brasil, o Zn e o B são os micronutrientes que, com maior freqüência, se mostram deficientes (MALAVOLTA, 1980), mas a correção deve ser feita com cautela devido ao risco de alcançarem níveis tóxicos (MELLO et al., 1989). A faixa de variação entre deficiência e excesso de B é um tanto estreita, havendo necessidade de distribuir o elemento de modo uniforme no solo para evitar danos às plantas (RAIJ, 1991). De acordo com MARTENS & WESTERMANN (1991), o risco de toxicidade existe quando são aplicados mais que três ou quatro quilos de B por hectare, para culturas anuais e perenes, respectivamente. Quanto ao Zn, quando são feitas adubações com quantidades relativamente grandes no solo, é comum constatar-se efeito residual apreciável (RAIJ, 1991). Apesar de o Zn não ser considerado muito fitotóxico (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1991), quantidades excessivas podem ser tóxicas e interferir na absorção de P e de micronutrientes, como o Fe (MALAVOLTA, 1981). A toxicidade de Zn depende da espécie e do genótipo (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1991).

Os adubos contendo B mais comumente usados são o ácido bórico e o bórax e, como fonte de Zn, normalmente se utiliza o sulfato de Zn (RAIJ, 1991). Os micronutrientes podem ser fornecidos via solo, tratamento de sementes, pulverização foliar (MALAVOLTA, 1981) e outras.

A dose de B aplicada depende do teor do elemento disponível no solo, da espécie, das práticas culturais, da quantidade e distribuição das chuvas, do pH e do teor de matéria orgânica (COELHO & VERLENGIA, 1973). O fluxo de massa é responsável pela quase totalidade do contato entre o B e as raízes das plantas (RAIJ, 1991). Segundo esse autor, o contato entre o Zn e as raízes das plantas ocorre 60% por difusão, 20% por fluxo de massa e 20% por interceptação radicular. Como a difusão é o movimento espontâneo do elemento a favor do gradiente de concentração, isto indica baixo deslocamento do Zn no solo.

No caso de culturas anuais, a aplicação de Zn no solo é um método rotineiro e geralmente satisfatório; já em culturas perenes, as aplicações foliares são as mais usadas, tendo em geral de ser repetidas mais de uma vez (MALAVOLTA, 1981). Quanto ao B, aplicações foliares têm sido usadas, porém aplicações via solo são efetivas por mais tempo (COELHO & VERLENGIA, 1973), sendo o efeito residual maior em solos com alto conteúdo de argila ou silte (MARTENS & WESTERMANN, 1991). Segundo MALAVOLTA (1981), em culturas perenes muito deficientes em B, recomendam-se as duas práticas até conseguir controlar a carência, sendo que a aplicação no solo tem muito maior probabilidade de mostrar um efeito residual que a foliar, apesar de esse efeito depender da fonte e do tipo de solo.

Com exceção do B, o fornecimento de micronutrientes pode ser feito totalmente por via foliar, porém, em geral, exige reaplicação, o que aumenta o custo da operação (MALAVOLTA, 1981). Segundo esse autor, as doses totais aplicadas nas folhas são quase sempre menores que as fornecidas no solo, pois não há redução na disponibilidade do elemento pelas transformações que pode sofrer nesse. De acordo com MARTENS & WESTERMANN (1991), a efetividade da aplicação foliar de B é de 10 a 50% do requerido para aplicação no solo, porém podem ser necessárias reaplicações devido à imobilidade do elemento. Segundo MALAVOLTA (1981), uma unidade de Zn aplicada via folha equivale de 10 a 20 unidades aplicadas via solo. O cobre inibe de modo competitivo a absorção do Zn, o que pode ser evitado aumentando a concentração do Zn na solução (MALAVOLTA, 1981).

Entre as muitas formas de fornecimento dos adubos às plantas, citadas por MALAVOLTA (1981), está a injeção no tronco, feita manual ou mecanicamente, através de furos de 5 a 7,5 cm de profundidade. Segundo esse autor, a solução sobre pressão é injetada, entrando em contato com o xilema. Alternativamente adubo sólido pode ser aplicado diretamente ou por meio de cápsulas de gelatina.

SAES & QUAGGIO (dados não publicados, citados por QUAGGIO & PIZZA JUNIOR, 2001) observaram resposta em teores foliares de Zn e B na planta adulta, 60 dias após aplicarem esses nutrientes na região meristemática do caule da bananeira, através do orifício deixado pelo desbastador “lurdinha”. Essa forma de fornecimento de micronutrientes em bananeira é recomendada por TEIXEIRA et al. (1997) e MOREIRA (1999 e 2001).

TURNER & BARKUS (1973) determinaram a quantidade dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu e Zn que foram perdidos pelo primeiro 1 m (mais próximo ao solo) do pseudocaule, nas dez semanas seguintes à colheita, e avaliaram a significância dessa transferência para o crescimento do broto. Concluíram que o pseudocaule da bananeira pode concorrer com mais de 40% do requerimento de todo elemento mineral requerido pelo broto, exceto Mg e Zn. Observaram perdas dos elementos na seguinte ordem, para taxas absolutas: $K > N > Ca > P > Mn > Cu$; sendo que, inicialmente, a maior perda relativa foi observada para P (57%, comparado com 25 a 45% para os outros elementos). A quantidade de Ca perdida foi alta para um elemento considerado imóvel, muito mais que o Mg, por exemplo. KURIEN et al. (2002) recuperaram, nos brotos de bananeira ‘Mysore’, isótopo de fósforo (^{32}P) injetado no pseudocaule da planta-mãe. Concluíram que, em plantas cultivadas sob irrigação, em condições mais propícias à cultura, a dependência do broto em relação à planta-mãe é menor, e a ciclagem é mais tardia; porém, em plantas cultivadas sem irrigação, os brotos são totalmente dependentes da planta-mãe, e a ciclagem ocorre mais precocemente. Analisando o movimento inverso, TEISSON (1970) injetou ^{32}P e ^{45}Ca em brotos e concluiu, em dados preliminares, que há uma eficiente nutrição da planta-mãe através dos brotos. Conforme LAVIGNE (1987), o broto tem uma importante função na nutrição do sistema de plantas após o florescimento da planta-mãe, uma vez que essa parece perder a

funcionalidade de seu sistema radicular. De acordo com SOTO BALLESTERO (2000), os elementos absorvidos pelo broto que possui raízes próprias, podem ser encontrados na planta-mãe, fenômeno lógico, já que estes são gemas laterais e a planta é um sistema bem integrado.

Aplicar o fertilizante no lugar certo é quase tão importante como usar a fórmula e a quantidade adequadas. Localização certa significa colocar o adubo no solo de maneira tal que, de um lado, o possível dano à germinação ou à planta fique reduzido a um mínimo e, de outro, que a cultura possa absorver os nutrientes do melhor modo, nos momentos em que deles mais necessite (COLLINGS, 1947 citado por MALAVOLTA, 1981).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Mocambinho (Femo), integrante do Centro Tecnológico do Norte de Minas Gerais (CTNM), pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig). A Femo localiza-se no Perímetro Irrigado de Jaíba, município de Jaíba, à margem direita do Rio São Francisco e à esquerda do Rio Verde Grande. Segundo informações coletadas na estação 83389 do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada na Femo, a região encontra-se a uma altitude de 452 m, tendo apresentado, no período de 1986 a 2004 (nove anos), pluviosidade média de 807 mm anuais, concentrados nos meses de outubro a março, o que torna a irrigação necessária. Nesse mesmo período, a temperatura média foi de 25,5°C, com mínima média de 18,7°C e máxima média de 32,3°C, insolação média de 2.987 horas anuais e umidade relativa média de 65,5%. O clima é Aw, segundo a classificação de Köppen (JACOMINE et al., 1979). A área experimental encontra-se nas coordenadas 48°05'29" de longitude oeste e 15°06'48" de latitude sul, em um Latossololo Vermelho-Amarelo distrófico, com 220 g kg⁻¹ de argila, 680 g kg⁻¹ de areia e 100 g kg⁻¹ de silte.

O experimento foi conduzido de fevereiro de 2003 a novembro de 2005, em um bananal de 'Prata-Anã' de 1,8 ha, implantado em julho de 1996, no espaçamento de 3,0 x 2,7 m, utilizando mudas micropropagadas. Apesar de bananais com mais de cinco anos serem normalmente considerados velhos e candidatos à renovação, de forma a manter a lavoura no seu potencial máximo de produção (MOREIRA, 1999), optou-se por instalar esse experimento em um bananal de 6,6 anos. A escolha da área foi feita em função do bananal se apresentar vigoroso, em franca produção e, além disso, com um histórico de alta concentração de Zn no solo, apesar de baixos teores foliares do elemento.

Desde o plantio, a área foi conduzida conforme recomendações da Epamig para bananeira 'Prata-Anã' cultivada na região, posteriormente reunidas no Informe Agropecuário nº. 196 (INFORME AGROPECUÁRIO, 1999). O bananal foi irrigado por

microaspersão, com lâmina de água calculada para reposição da evapotranspiração dada pelo Tanque Classe “A”. Foi feita manutenção com adubações mensais baseadas nos resultados analíticos de amostras de solo e folhas coletadas a cada três meses. Em julho de 2002, portanto sete meses antes da instalação do experimento, foram suspensas as adubações com micronutrientes, via solo e, em outubro do mesmo ano, foram suspensas as adubações foliares feitas com micronutrientes.

Na instalação do experimento, com o objetivo de determinar a fertilidade do solo e o estado nutricional das plantas, foram amostrados solo e folhas do bananal. O solo foi amostrado nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, considerando a área adubada, com 20 amostras simples para cada amostra composta. Fez-se amostragem foliar, conforme descrito por SILVA et al. (1999 e 2002): utilizando a terceira folha a contar do ápice, coletada de plantas que se apresentavam no início do florescimento (inflorescências apresentando não mais que três pencas de flores masculinas descobertas), sendo que dessa folha se coletou a metade interna (sem a nervura central) de uma faixa de 10 cm de largura, retirada na parte central da folha (Figura 1). Os resultados das análises desses materiais, realizadas no Laboratório de Solos da Epamig/CTNM, estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

O experimento constituiu-se da adubação com zinco e boro, utilizando sulfato de zinco (20% de Zn) e ácido bórico (17% de B) como fontes, fornecidos diretamente na planta através de perfuração feita com o desbastador “lurdinha”, conforme metodologia recomendada por TEIXEIRA et al. (1997) e MOREIRA (1999 e 2001).

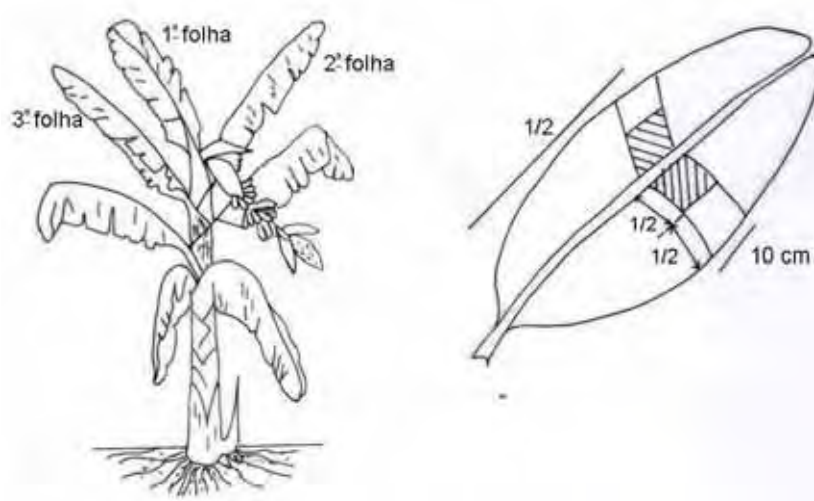


Figura 1. Amostragem foliar de bananeiras, visando à diagnose nutricional.

Tabela 1. Atributos químicos do solo cultivado com banana 'Prata-Anã', amostrado na semana de instalação (fevereiro de 2003) e na semana de encerramento do experimento (novembro de 2005), na área adubada, em duas profundidades. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

	Amostragem inicial (fevereiro de 2003)		Amostragem final (novembro de 2005)	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	-	-	22,8	12,0
pH (H ₂ O)	6,0	5,0	5,6	4,8
P ¹ (mg dm ⁻³)	36,3	10,2	89,5	26,2
K ¹ (mmol _c dm ⁻³)	10,3	3,5	11,3	4,8
Ca ² (mmol _c dm ⁻³)	37,0	11,0	39,8	21,0
Mg ² (mmol _c dm ⁻³)	7,0	7,0	12,5	7,0
B ⁴ (mg dm ⁻³)	0,3	0,2	0,5	0,3
Cu ¹ (mg dm ⁻³)	0,4	0,1	1,0	0,5
Fe ¹ (mg dm ⁻³)	20,1	21,4	28,5	26,1
Mn ¹ (mg dm ⁻³)	35,9	24,0	58,6	17,0
Zn ¹ (mg dm ⁻³)	6,4	0,9	10,0	2,7
Al ² (mmol _c dm ⁻³)	0,0	2,0	2,0	3,0
H + Al ³ (mmol _c dm ⁻³)	24,0	34,0	25,8	33,0
SB (mmol _c dm ⁻³)	54,0	21,0	64,3	34,0
T (mmol _c dm ⁻³)	78,0	55,0	90,0	67,0
V (%)	69,0	39,0	70,0	50,0
m (%)	0,0	4,0	3,5	8,0

¹ Extrator: Mehlich-1; ² Extrator: KCl 1 mol L⁻¹; ³ pH SMP; ⁴ Extrator: BaCl₂.

Tabela 2. Composição química da amostra foliar de bananeira 'Prata-Anã', coletada na semana de instalação do experimento. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

N ¹	P ²	K ²	S ²	Ca ²	Mg ²	B ³	Cu ²	Fe ²	Mn ²	Zn ²	Na ²
g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
29,9	2,4	32,5	1,8	6,6	3,7	8,57	6,84	68,25	561,45	14,85	7,59

¹ Digestão sulfúrica - método Kjeldahl; ² Digestão nítrico-perclórica; ³ Digestão via seca.

O desbastador “lurdinha” foi empregado para extrair a gema apical de um broto cortado rente ao solo (Figura 2a), de forma que, no local, ficasse um orifício de até 7,0 cm de comprimento (a depender do tamanho do broto) por 2,8 cm de diâmetro, conforme metodologia recomendada por MOREIRA (1999). Segundo esse autor, o fertilizante aplicado (Figura 2b) entra em contato com o rizoma da planta-mãe e, através deste, é absorvido e passa a circular no sistema de todas as plantas da família que estiverem interligadas.

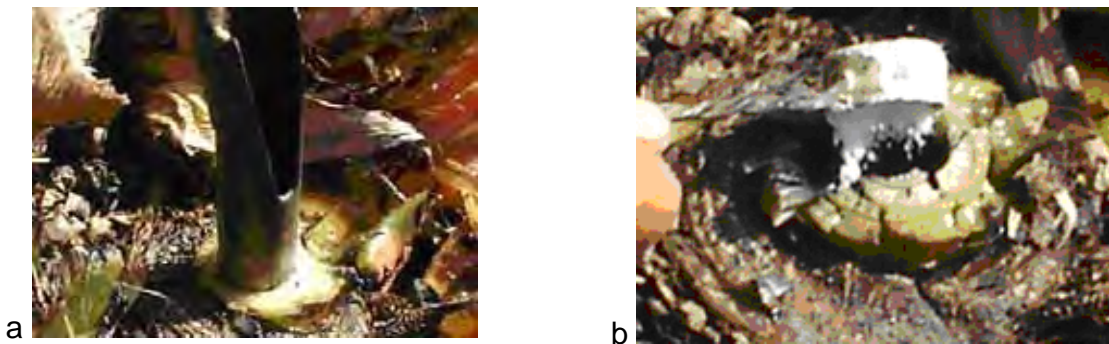


Figura 2. Detalhe do uso da “lurdinha” no desbaste (a), e colocação do fertilizante no orifício resultante (b).

Os tratamentos foram estabelecidos por percentuais das doses de fertilizantes recomendadas para solo, compondo em fatorial completo 5 (doses de zinco) x 4 (doses de boro), 20 tratamentos. Conforme apresentado na Tabela 3, além da testemunha (dose zero), os quatro tratamentos com zinco foram: 25; 50; 75 e 100% dos 50 g anuais de sulfato de zinco (10 g de Zn por família por ano) recomendados para a aplicação via solo (BORGES et al., 1987; SILVA et al., 1999). Além da testemunha (dose zero), os três tratamentos com boro foram: 33; 66 e 100% dos 12 g anuais de ácido bórico (2,04 g de B por família por ano) recomendados para aplicação via solo (BORGES et al., 1987; SILVA et al., 1999). A dose anual referente aos tratamentos foi fornecida em três parcelas (fevereiro, junho e outubro).

Tabela 3. Tratamentos definidos pela combinação de cinco doses de zinco e quatro doses de boro. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Tratamentos	Dose de zinco (g) por família por ano (percentual da dose recomendada para solo)	Dose de boro (g) por família por ano (percentual da dose recomendada para solo)
T1	0 (0%)	0 (0%)
T2	0 (0%)	0,68 (33%)
T3	0 (0%)	1,36 (66%)
T4	0 (0%)	2,04 (100%)
T5	2,5 (25%)	0 (0%)
T6	2,5 (25%)	0,68 (33%)
T7	2,5 (25%)	1,36 (66%)
T8	2,5 (25%)	2,04 (100%)
T9	5,0 (50%)	0 (0%)
T10	5,0 (50%)	0,68 (33%)
T11	5,0 (50%)	1,36 (66%)
T12	5,0 (50%)	2,04 (100%)
T13	7,5 (75%)	0 (0%)
T14	7,5 (75%)	0,68 (33%)
T15	7,5 (75%)	1,36 (66%)
T16	7,5 (75%)	2,04 (100%)
T17	10,0 (100%)	0 (0%)
T18	10,0 (100%)	0,68 (33%)
T19	10,0 (100%)	1,36 (66%)
T20	10,0 (100%)	2,04 (100%)

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 20 tratamentos e 10 repetições de uma planta, totalizando 200 parcelas. As 200 famílias que constituíram a área útil do experimento foram selecionadas por semelhança e frequência de ocorrência, entre as 2.200 famílias presentes em 1,8 ha de bananal, ficando dispersas por toda a área.

As famílias selecionadas eram compostas pela “planta-mãe” com cacho, “planta-filha” na pré-floração (planta já alta, porém sem cacho, provavelmente com a inflorescência diferenciada) e no mínimo com dois brotos (“netos”), sendo que um deu seqüência à família e o outro foi desbastado para receber o tratamento. A semelhança entre as plantas selecionadas foi confirmada pela análise estatística de medidas tomadas nas plantas-filha, apresentadas na Tabela 4: altura da planta (distância entre o solo e a base da folha vela), circunferência do pseudocaulo a 30 cm do solo e número de folhas vivas das plantas-filha. Os resultados indicam que o material experimental foi homogêneo, não havendo diferença significativa entre as plantas dos diversos tratamentos, dada pelo teste F, além de apresentarem baixo coeficiente de variação.

Tabela 4. Caracterização das plantas-filha integrantes das famílias de bananeira 'Prata-Anã' que receberam os tratamentos, realizada no período de instalação do experimento. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Características avaliadas	Média	Desvio-padrão (s)	Coefficiente de variação (CV%)
Altura da planta (m)	3,48	0,3	8,6
Circunferência do pseudocaule a 30 cm do solo (cm)	105	10,3	9,8
Número de folhas	15	2,4	15,9

Para reduzir a possibilidade de interferência do enxofre, contido no sulfato de zinco, na resposta das plantas ao Zn, foram adicionados 40,3; 128,2 e 120 g de enxofre por família, em 2003, 2004 e 2005, respectivamente. Esse nutriente foi fornecido como elemento acompanhante nas adubações visando ao fornecimento de Mg e P, utilizando sulfato de magnésio (12% de S) e superfosfato simples (10% de S) como fontes.

Amostras trimestrais de solo e folhas tomadas no bananal balizaram as adubações mensais de manutenção de todas as plantas, incluindo as da área útil, exceto para zinco e boro. Além da amostragem trimestral do solo na profundidade de 0-20 cm, foi amostrada também a profundidade de 20-40 cm antes da instalação do experimento e a cada seis meses. As plantas que não faziam parte do experimento foram adubadas com as doses intermediárias de 7,5 e 1,36 g de zinco e boro por família por ano, respectivamente (divididas em três parcelas), também via rizoma (como nas plantas da área útil), para que não houvesse interferência nos tratamentos, o que poderia ocorrer caso esses nutrientes fossem colocados no solo.

Durante a condução do experimento, cada uma das 200 famílias foi avaliada por três ciclos produtivos consecutivos. Foram coletadas informações em várias épocas: floração, abertura das primeiras brácteas de flores femininas, retirada do coração e colheita.

Como floração, foi considerado o momento em que as brácteas da inflorescência ainda fechada perdiam a coloração verde, e esta se inclinava para a horizontal (cerca de 3 dias após seu surgimento entre as folhas). Na floração, foram tomadas as seguintes informações: período, altura da planta (distância entre o solo e a base visível do engaço), circunferência do pseudocaule a 30 cm do solo, número de folhas vivas, comprimento e largura da terceira folha.

Alguns dias após a floração, fez-se amostragem foliar conforme já descrito. As amostras foliares foram secas em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, por 72 h, e encaminhadas ao laboratório de Análises de Solo da Epamig/CTNM. Nas amostras secas e moídas, foram determinados os teores de nitrogênio total (N) pelo método Kjeldahl (digestão sulfúrica) (TEDESCO et al., 1985); os nutrientes fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) foram extraídos por digestão nitroperclórica e determinados os teores de P pelo método da vitamina C (BRAGA & DEFELIPO, 1974); de S, por turbidimetria de sulfato (BLANCHAR et al., 1965); de K, por fotometria de chama (DEFELIPO, 1997); de Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn, por espectrofotometria de absorção atômica; o boro (B) foi obtido por digestão via seca, seguida de dosagem com azometina-H base (MALAVOLTA et al., 1997).

Foi obtida a massa do coração, retirada quando a distância entre essa e a última penca atingia de 15 a 20 cm. Na colheita, foram realizadas as seguintes avaliações: período; número de folhas vivas; atribuídas notas à roseta foliar segundo o nível de adensamento, considerando 1 (adensamento inexistente), 2 (adensamento médio) ou 3 (adensamento intenso), sendo cada nota atribuída resultante da maioria obtida pela avaliação feita por três pessoas. Os cachos foram caracterizados com massa total; massa de frutos; massa da ráquis; número de pencas e de frutos; número de frutos e massa de cada uma das 10 primeiras pencas; caracterização de todos os frutos da primeira e segunda pencas (comprimento, diâmetro e massa).

De posse dos dados anteriormente citados, calcularam-se: ciclo da floração à colheita (em dias); ciclo de produção (período entre a colheita de dois cachos consecutivos, de uma mesma família) do segundo e terceiro ciclos; área estimada da terceira folha (comprimento x largura x 0,8); massa média das pencas; massa média dos frutos; massa, comprimento e diâmetro médio dos frutos das pencas 1 e 2.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando houve significância pelo teste F, feita análise de regressão polinomial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições iniciais do trabalho, representadas pelas concentrações de nutrientes encontradas no solo e os teores foliares (Tabelas 1 e 2), foram comparadas com os padrões apresentados por ALVAREZ V. et al. (1999) (Tabela 5), PREZOTTI (1992) e MALAVOLTA et al. (1997) (Tabela 6). Baseado nesses autores assumiu-se que, inicialmente, o bananal se apresentava bem nutrido, com adequados teores foliares, exceto para S, Fe, B e Zn, que se encontravam deficientes. O baixo teor foliar de S, provavelmente, se deve à reduzida matéria orgânica do solo; os baixos teores de Fe e B se devem às concentrações média e baixa no solo, respectivamente, além dos valores de pH próximos a 7,0. O baixo teor foliar de Zn ($14,85 \text{ mg kg}^{-1}$) parece incompatível com a alta concentração no solo ($6,4 \text{ mg dm}^{-3}$), o que indica possível efeito antagônico de outros cátions, em especial Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} , na absorção desse micronutriente.

Posteriormente, dois trabalhos foram conduzidos com bananeira 'Prata-Anã', cultivada sob irrigação no norte de Minas Gerais, por SILVA et al. (2002) e PINHO (2004), apresentando resultados que diferem do que até então se conhecia. SILVA et al. (2002) estabeleceram as faixas de suficiência dos nutrientes na terceira folha, a partir de 52 bananais divididos em baixa ($< 25 \text{ t ha}^{-1}$ por ano) e alta produtividade ($\geq 25 \text{ t ha}^{-1}$ por ano), em três ciclos produtivos consecutivos. Os valores observados por esses autores diferiram daqueles citados por ALVAREZ V. et al. (1999) para concentração no solo (Tabela 5), assim como de PREZOTTI (1992) e MALAVOLTA et al. (1997) para teor foliar (Tabela 6). PINHO (2004) trabalhou com doses de Zn fornecidas via solo e observou que a concentração ótima de Zn no solo, associada ao melhor equilíbrio nutricional da bananeira 'Prata-Anã', foi de $16,7 \text{ mg dm}^{-3}$ quando utilizado o extrator Mehlich-1 (ácido sulfúrico + ácido clorídrico) e $5,7 \text{ mg dm}^{-3}$ quando utilizado o extrator EDTA a pH 7,3 (ácido dietilenotriamino-pentaacético). Ainda segundo PINHO (2004), o teor foliar de Zn associado ao melhor equilíbrio nutricional foi de $14,4 \text{ mg kg}^{-1}$.

Tabela 5. Classes de interpretação de fertilidade do solo consideradas como “bom” (ALVAREZ V. et al., 1999) e faixas de suficiência de atributos químicos do solo para bananeira 'Prata-Anã' cultivada no norte de Minas Gerais (SILVA et al., 2002; PINHO, 2004).

	pH (H ₂ O)	P ⁺ mg dm ⁻³	H+Al	Ca	Mg	K ⁺	B	Zn
			-----	mmol _c dm ⁻³	-----	-----	mg dm ⁻³	-----
ALVAREZ V. et al. (1999)	5,5 - 6,0	20,1 - 30,0**	< 50	24,1 - 40,0	9,1 - 15,0	1,81 - 3,07	0,61-0,90	1,6 - 2,2
SILVA et al. (2002):								
- camada de 0-20 cm	5,5 - 7,5		9 - 27	35 - 95	6 - 18	2,30 - 7,42		
- camada de 20-40 cm	5,5 - 7,5		9 - 27	35 - 94	4 - 16	2,05 - 6,39		
PINHO (2004):								
- Mehlich-1.								16,7
- DTPA a pH 7,3								5,7

Extrator Mehlich-1.

** Quando 150 a 250 g kg⁻¹ de argila

Tabela 6. Faixas de suficiência de nutrientes determinados na terceira folha da bananeira.

Nutrientes	Variedade não especificada (MALAVOLTA et al., 1997)	Prata (PREZOTTI, 1992)	Prata-Anã (SILVA et al., 2002)	Prata-Anã (PINHO, 2004)
N (g kg ⁻¹)	27 – 36	27 – 36	25 – 29	
P (g kg ⁻¹)	1,8 – 2,7	1,8 – 2,7	1,5 – 1,9	
K (g kg ⁻¹)	35 – 54	30 – 54	27 – 35	
Ca (g kg ⁻¹)	2,5 – 12,0	2,5 – 12,0	4,5 – 7,5	
Mg (g kg ⁻¹)	3,0 – 6,0	3,0 – 6,0	2,4 – 4,0	
S (g kg ⁻¹)	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0	1,7 – 2,0	
B (mg kg ⁻¹)	10 – 25	10 – 25		
Cu (mg kg ⁻¹)	6,0 – 30,0	6,0 – 30,0	2,6 – 8,8	
Fe (mg kg ⁻¹)	80 – 360	80 – 360	72 – 157	
Mn (mg kg ⁻¹)	200 – 2000	200 – 2000	173 – 630	
Zn (mg kg ⁻¹)	20 – 50	20 – 50	14 – 25	14,4*

* Teor ótimo obtido pelo DRIS.

Com base nos resultados apresentados por SILVA et al. (2002) e PINHO (2004), a interpretação da situação inicial da área experimental mudou: ao contrário do que se acreditava, o teor foliar de P estava alto; os de S, Fe e Zn estavam adequados; o de B permaneceu em condição de deficiência. Quanto à concentração de Zn no solo, que se acreditava alta, revelou-se baixa segundo os resultados obtidos por PINHO (2004).

Segundo QUAGGIO & PIZZA JUNIOR (2001), curvas de calibração para fruteiras são raras e, no caso do Zn, observações práticas têm demonstrado que os limites de classes estão muito baixos para a maioria delas, ou o método de extração não tem sido adequado para essas culturas, pois sintomas de deficiência do nutriente são freqüentes

em solos com até 2 mg dm^{-3} de Zn. Segundo TURNER et al. (1989), deficiência de Zn é o maior problema dos bananais de Carnarvon, oeste da Austrália, mas uma associação entre concentrações no solo e nas folhas não foi estabelecida.

4.1. Teores foliares de macro e micronutrientes

Houve redução nos teores foliares de todos os nutrientes, exceto B, do primeiro ciclo para os ciclos seguintes. Provavelmente, essa redução se deva ao efeito de diluição dos nutrientes, já que no primeiro ciclo o bananal apresentou os menores valores para características tanto de porte da planta quanto de produção.

Os teores médios de nutrientes, determinados nas análises foliares, variaram apenas em resposta às doses de Zn aplicadas, para P, K e Zn no primeiro ciclo (Tabela 7); Cu no segundo ciclo (Tabela 8), e Ca e Mg no terceiro ciclo (Tabela 9). Foi observada interação entre as doses de Zn e B para teor foliar de Fe no primeiro ciclo; K e B no segundo ciclo, e S, B e Cu no terceiro ciclo de produção.

A resposta das plantas à aplicação de Zn e B tem variado entre espécies, condições de cultivo e forma de fornecimento. SILVA (2002) aplicou diferentes doses de Zn e B no solo de vasos contendo mudas de bananeira 'Prata-Anã', verificando que os efeitos significativos se restringiram à interação dos tratamentos, para teores foliares de P, Mn e Fe, à interação Zn x B. QUAGGIO et al. (2003), trabalhando com laranjeiras, verificaram que o fornecimento de Zn, no solo e foliar, não afetou as concentrações foliares de outros nutrientes, mas otimizou a produtividade. Esses autores observaram o oposto para a aplicação de B, que alterou os teores foliares de nutrientes, mas não foi eficiente na melhoria da produtividade. NATALE et al. (2004) não verificaram efeito da aplicação de Zn no solo, no teor foliar de outros nutrientes em mudas de maracujazeiro.

Segundo KABATA-PENDIAS & PENDIAS (1991), a deficiência de Zn interfere no controle da absorção de íons, causando acúmulo em tecidos das plantas. Assim, segundo esses autores, espera-se que o suprimento de Zn reduza a absorção de muitos nutrientes, especialmente de B e Mn, o mesmo já não sendo observado para a absorção de Fe.

Tabela 7. Resumo da análise de variância para teores foliares de nutrientes em bananeira 'Prata-Anã', no primeiro ciclo de avaliação, em reposta à adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

	----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----					
	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Zn											
0	27,08	1,70	30,32	1,79	6,87	2,34	9,94	6,54	71,68	496,81	14,33
2,5	26,76	1,78	31,10	1,83	6,31	2,29	10,51	6,38	66,61	436,93	14,99
5,0	26,70	1,82	30,97	1,83	6,69	2,42	11,40	6,76	70,27	486,43	15,38
7,5	26,64	1,81	32,11	1,83	6,52	2,32	10,46	6,92	68,46	463,23	14,95
10,0	26,54	1,79	31,56	1,83	6,35	2,32	10,23	6,99	69,15	445,29	15,48
Teste F	0,950 ^{NS}	2,277*	2,602*	0,547 ^{NS}	1,003 ^{NS}	1,358 ^{NS}	0,756 ^{NS}	1,109 ^{NS}	0,981 ^{NS}	1,206 ^{NS}	2,459*
DMS (5%)	0,822	0,100	1,623	0,106	0,919	0,157	2,446	0,951	7,511	91,384	1,127
B											
0	26,76	1,81	31,31	1,84	6,39	2,36	9,96	6,63	72,25	493,65	15,09
0,68	26,65	1,79	31,07	1,83	6,74	2,32	10,51	6,76	69,10	458,83	15,03
1,36	26,85	1,78	31,49	1,83	6,33	2,35	10,76	6,82	68,46	454,14	14,74
2,04	26,71	1,75	30,99	1,79	6,73	2,30	10,79	6,66	67,14	456,32	15,26
Teste F	0,205 ^{NS}	1,388 ^{NS}	0,379 ^{NS}	0,822 ^{NS}	1,092 ^{NS}	0,589 ^{NS}	0,472 ^{NS}	0,158 ^{NS}	1,588 ^{NS}	0,797 ^{NS}	0,708 ^{NS}
DMS (5%)	0,692	0,084	1,366	0,089	0,773	0,132	2,059	0,801	6,322	76,916	0,949
B x Zn											
Teste F	0,835 ^{NS}	1,660 ^{NS}	1,143 ^{NS}	1,029 ^{NS}	1,190 ^{NS}	0,575 ^{NS}	0,515 ^{NS}	0,575 ^{NS}	2,454*	1,535 ^{NS}	0,994 ^{NS}
s	1,333	0,162	2,633	0,172	1,490	0,255	3,967	1,523	12,180	148,196	1,828
CV (%)	4,99	9,09	8,43	9,45	22,76	10,92	37,76	22,97	17,59	31,82	12,16

^{NS} Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 8. Resumo da análise de variância para teores foliares de nutrientes em bananeira 'Prata-Anã', no **segundo** ciclo de avaliação, em reposta à adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Zn											
0	26,35	1,52	30,67	1,79	5,92	1,94	12,21	6,64	59,86	347,15	12,20
2,5	26,36	1,51	30,24	1,78	5,77	1,86	10,88	6,02	61,30	398,51	12,65
5,0	26,51	1,49	30,07	1,77	6,30	1,99	11,98	5,92	72,99	396,82	12,96
7,5	26,69	1,52	30,60	1,74	5,94	1,97	11,41	5,64	63,77	379,83	12,52
10,0	26,49	1,52	30,46	1,72	5,83	1,92	10,19	5,92	61,28	362,43	12,81
Teste F	0,262 ^{NS}	0,349 ^{NS}	0,370 ^{NS}	0,583 ^{NS}	0,919 ^{NS}	1,555 ^{NS}	1,706 ^{NS}	2,601*	2,094 ^{NS}	0,906 ^{NS}	0,925 ^{NS}
DMS (5%)	1,061	0,078	1,598	0,138	0,828	0,159	2,459	0,901	14,298	90,852	1,179
B											
0	26,20	1,52	30,80	1,79	6,03	1,96	10,12	6,25	60,97	391,91	12,88
0,68	26,79	1,52	30,56	1,77	5,96	1,92	11,27	6,13	61,40	389,23	12,51
1,36	26,48	1,50	30,44	1,71	6,09	1,94	11,84	5,84	65,86	365,41	12,25
2,04	26,45	1,50	29,82	1,77	5,72	1,91	12,11	5,90	67,11	361,23	12,88
Teste F	0,974 ^{NS}	0,438 ^{NS}	1,306 ^{NS}	1,184 ^{NS}	0,730 ^{NS}	0,357 ^{NS}	2,438 ^{NS}	0,868 ^{NS}	0,898 ^{NS}	0,580 ^{NS}	1,300 ^{NS}
DMS (5%)	0,893	0,066	1,345	0,116	0,697	0,134	2,070	0,759	12,034	76,468	0,993
B x Zn											
Teste F	0,893 ^{NS}	1,692 ^{NS}	2,127*	0,775 ^{NS}	0,411 ^{NS}	0,339 ^{NS}	2,440**	0,254 ^{NS}	1,264 ^{NS}	0,694 ^{NS}	1,164 ^{NS}
S	1,721	0,126	2,592	0,224	1,343	0,258	3,988	1,462	23,187	147,330	1,912
CV (%)	6,50	8,38	8,52	12,74	22,57	13,34	35,19	24,25	36,32	39,09	15,15

^{NS} Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 9. Resumo da análise de variância para teores foliares de nutrientes em bananeira 'Prata-Anã', no **terceiro** ciclo de avaliação, em reposta à adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Zn											
0	24,58	1,52	29,44	1,60	4,86	1,99	10,66	6,05	78,07	402,94	13,09
2,5	25,41	1,52	29,30	1,55	5,15	2,01	10,36	5,86	67,98	384,88	13,64
5,0	25,44	1,50	29,62	1,59	5,13	2,08	10,41	6,84	73,99	399,46	13,38
7,5	25,37	1,56	29,45	1,64	5,17	2,11	10,25	6,32	75,25	426,54	14,25
10,0	24,58	1,53	29,92	1,56	4,61	1,92	10,13	6,30	74,43	359,01	13,60
Teste F	2,130 ^{NS}	1,363 ^{NS}	0,387 ^{NS}	1,592 ^{NS}	2,771*	3,870**	0,224 ^{NS}	1,318 ^{NS}	1,285 ^{NS}	1,709 ^{NS}	1,960 ^{NS}
DMS (5%)	1,216	0,082	1,451	0,115	0,575	0,147	1,656	0,644	12,697	74,186	1,196
B											
0	24,95	1,52	29,49	1,63	4,80	2,04	9,33	6,23	72,00	398,85	13,63
0,68	25,02	1,51	29,40	1,50	5,05	2,00	11,55	5,93	75,86	380,80	13,57
1,36	25,56	1,54	29,79	1,64	5,04	2,02	10,07	6,35	74,64	398,13	13,63
2,04	24,77	1,52	29,57	1,58	5,05	2,26	10,49	6,08	73,28	400,48	13,53
Teste F	1,498 ^{NS}	0,460 ^{NS}	0,252 ^{NS}	5,810**	0,869 ^{NS}	0,221 ^{NS}	5,971**	1,713 ^{NS}	0,329 ^{NS}	0,294 ^{NS}	0,030 ^{NS}
DMS (5%)	1,023	0,069	1,221	0,097	0,484	0,124	1,393	0,542	10,687	62,441	1,006
B x Zn											
Teste F	0,923 ^{NS}	0,868 ^{NS}	1,367 ^{NS}	2,438**	0,756 ^{NS}	0,837 ^{NS}	3,577**	1,673 ^{NS}	3,072**	1,146 ^{NS}	0,955 ^{NS}
s	1,972	0,133	2,352	0,187	0,933	0,239	2,685	1,045	20,591	120,306	1,939
CV (%)	7,86	8,72	7,96	11,80	18,72	11,80	25,92	17,04	27,85	30,49	14,27

^{NS} Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Nitrogênio e manganês

Apenas os teores foliares de N e Mn não foram influenciados pelos tratamentos, nos três ciclos avaliados. Considerando as faixas de suficiência estabelecidas por SILVA et al. (2002), as plantas se apresentaram adequadamente nutridas em N nos dois primeiros ciclos e, em Mn nos três ciclos. No terceiro ciclo, o teor foliar de N ficou no limite inferior da faixa de suficiência ou um pouco abaixo desse (Tabelas 7; 8 e 9).

EZEQUIEL & CARVALHO (1981) também não observaram efeito de doses crescentes de Zn e B no teor foliar de N em mudas de cafeeiro, o mesmo sendo observado por SILVA (2002), trabalhando com mudas de bananeira 'Prata-Anã'. SILVA (2002), entretanto, observou efeito de interação entre as doses de B e Zn, no teor foliar de Mn, em mudas de bananeira 'Prata-Anã'. PAIVA et al. (2003) verificaram efeito quadrático da aplicação de doses crescentes de Zn no teor foliar de N em mudas de cedro cultivadas em solução nutritiva, além de linear decrescente para teor foliar de Mn.

Fósforo

Verifica-se na Tabela 7 que, no primeiro ciclo, a nutrição com P foi adequada (conforme SILVA et al., 2002), quando então as doses de Zn aplicadas exerceram efeito quadrático sobre o teor foliar de P (Figura 3). Houve inicialmente efeito positivo, mas, a partir da dose de 6,4 g de Zn, o teor foliar de P foi reduzido. Houve baixa correlação entre os teores foliares de P e de Zn ($R^2 = 0,149$), no primeiro ciclo avaliado.

Esse resultado está de acordo com os obtidos por MOREIRA et al. (2001), que observaram que a maior concentração de P nas folhas comerciais de alface ocorreu quando o nível da solução era alto para P e baixo para Zn. Provavelmente, a limitação de Zn causou danos ao sistema de membranas das raízes, permitindo o acúmulo de P nas folhas e, possivelmente, em razão de a taxa de absorção ter sido maior que a taxa de produção de matéria seca. Por outro lado, quando a concentração de P na solução era alta e os níveis de Zn normais ou altos, o teor de P nas folhas diminuiu. Os autores atribuíram esses resultados ao aumento do metabolismo de P pela planta, além da sua diluição em maior área foliar e matéria seca da parte aérea.

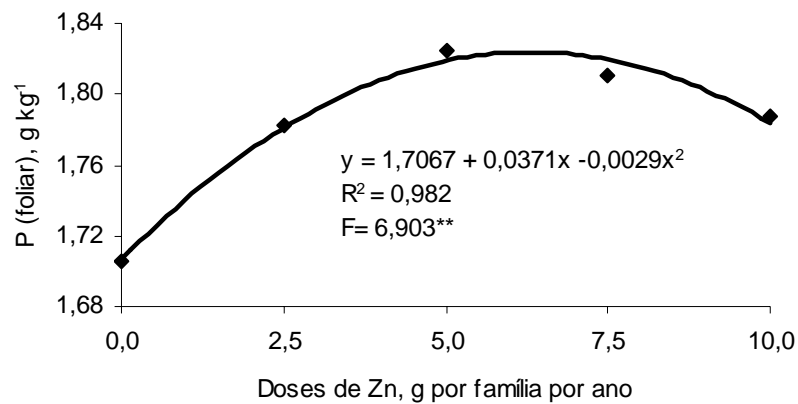


Figura 3. Teores foliares de fósforo em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no **primeiro** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

No segundo e terceiro ciclos de produção avaliados, os teores foliares de P estavam próximos do limite mínimo da faixa de suficiência e até mesmo inferiores a esse (Tabelas 8 e 9). A nutrição com Zn foi inadequada, sendo que os teores médios se encontravam abaixo do limite mínimo da faixa de suficiência definida por SILVA et al. (2002). Nessa condição de menor suprimento de P, não houve efeito das doses de Zn sobre o teor foliar de P. Esse resultado também está de acordo com MOREIRA et al. (2001), que observaram que a adição de Zn não afetou o conteúdo foliar de P quando este era baixo, sendo que o maior teor foliar de P foi obtido quando Zn da solução era normal e P, alto. Segundo esses autores, a deficiência de Zn favorece a absorção de P, porém quando o teor foliar desse é alto.

Em mudas de bananeira 'Prata-Anã', SILVA (2002) observou efeito de interação entre as doses de B e Zn aplicadas, no teor foliar de P. Já em mudas de cafeeiro, a adição de doses crescentes de Zn reduziu o teor foliar de P, o mesmo não acontecendo quando fornecido o B (EZEQUIEL & CARVALHO, 1981). PAIVA et al. (2003) também observaram efeito quadrático de doses de Zn sobre o teor foliar de P em mudas de cedro cultivadas em solução nutritiva; enquanto NATALE et al. (2004) não observaram efeito da aplicação de Zn no teor foliar de P em mudas de maracujazeiro.

A interação entre P e Zn é amplamente citada na literatura. Segundo MENGUEL

& KIRKBY (1987), o efeito dessa interação ocorre apenas na fisiologia da planta e na disponibilidade do Zn nos tecidos; entretanto, MARSCHNER (1995) considera que os maiores efeitos da interação entre P e Zn não ocorrem na planta e sim no solo, onde as taxas de difusão de Zn diminuem largamente devido à adição de P. Neste experimento, a interação observada no primeiro ciclo deu-se na planta, uma vez que o Zn não foi fornecido via solo.

O movimento passivo de íons através da plasmalema depende do gradiente eletroquímico e se dá em qualquer direção, podendo ocorrer tanto influxo quanto defluxo de íons (MENGUEL & KIRKBY, 1987). A taxa de fluxo depende da permeabilidade da membrana (MENGUEL & KIRKBY, 1987), e o Zn é um nutriente requerido na manutenção dessa integridade (MARSCHNER, 1995). Segundo PARKER et al. (1992), para suportar um modelo fisiológico que ligue o efeito da deficiência de Zn à integridade de membrana e acúmulo de P, falta conhecer dados sobre o papel do Zn no metabolismo do P. Para MARSCHNER (1995), entretanto, a redução no suprimento de Zn aumenta tanto a absorção quanto a translocação de P para a parte aérea.

Potássio

Todos os tratamentos apresentaram teores foliares de K dentro da faixa de suficiência definida por SILVA et al. (2002), nos três ciclos (Tabela 7; 8 e 9). O teor foliar de K aumentou de forma linear com o aumento das doses de Zn, no primeiro ciclo produtivo avaliado (Figura 4) e, no segundo ciclo, foi influenciado pela interação das doses de B e Zn (Tabela 10). Houve baixa correlação ($R^2 = 0,150$) entre os teores foliares de K e de Zn no primeiro ciclo avaliado, e não houve correlação no segundo ciclo.

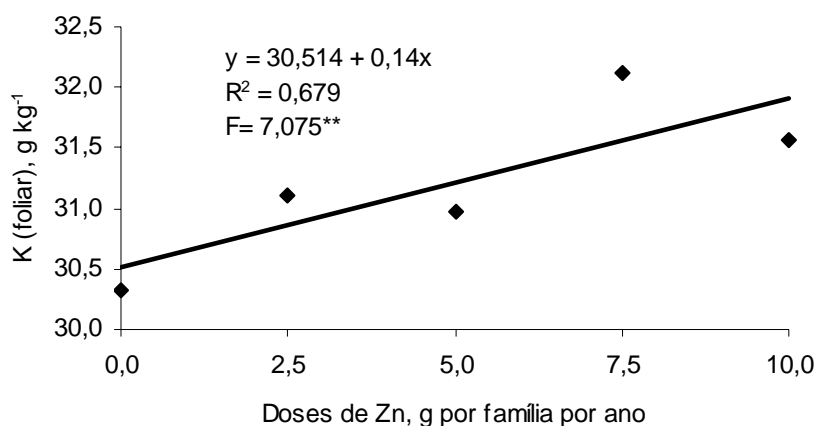


Figura 4. Teores foliares de potássio em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no **primeiro** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Tabela 10. Teores foliares médios de K em bananeira 'Prata-Anã', no **segundo** ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

B \ Zn	0	2,5	5,0	7,5	10,0
0	32,84 A a	30,37 A ab	29,08 A b	30,67 A ab	31,05 A ab
0,68	31,36 A a	30,62 A a	29,90 A a	29,63 A a	31,31 A a
1,36	30,80 A a	30,12 A a	30,44 A a	31,26 A a	29,59 A a
2,04	27,69 B a	29,86 A a	30,86 A a	30,82 A a	29,87 A a

S= 0,259

CV= 8,52

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna ou minúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

Na ausência da aplicação de Zn (dose zero), o menor teor foliar de K foi observado quando fornecida a maior dose de B, apresentando, portanto, efeito contrário ao observado no primeiro ciclo. Quando aplicado Zn, não houve efeito de B no teor foliar de K (Tabela 10). Na ausência de B (dose zero), o maior teor foliar de K foi observado quando também na ausência de Zn (dose zero). O efeito dos tratamentos aparece em várias combinações ao acaso.

Na extensão celular promovida pelo AIA, é formado um grande vacúolo no interior da célula, onde é acumulado soluto de forma a reduzir o potencial osmótico e,

com isso, promover o influxo de água, resultando no aumento do volume celular (MARSCHNER, 1995). De acordo com esse autor, como o K é o principal elemento na osmorregulação, tem papel-chave na extensão celular, sendo o mineral mais acumulado no vacúolo nesse momento e, portanto, na ausência de K, há redução na elongação induzida pelo AIA. Ainda segundo MARSCHNER (1995), o K é exigido em maiores concentrações na síntese protéica que como ativador enzimático, sendo provável que esteja envolvido em vários passos do processo de translação, incluindo a ligação do tRNA aos ribossomos. Por outro lado, a síntese protéica é dependente de Zn, por esse ser um componente estrutural dos ribossomos (que se desintegram na ausência do elemento), além da existência de um grupo de zinco-metaloproteínas envolvido na replicação de DNA, transcrição e, portanto, na regulação de expressão gênica (MARSCHNER, 1995). O autor conclui que, conseqüentemente, a taxa de síntese e o conteúdo protéico de uma planta deficiente em Zn são drasticamente reduzidos. Portanto, o fornecimento de Zn pode ter favorecido a elongação celular e a síntese protéica, resultando em aumento da demanda por K e, conseqüentemente, em aumento do teor foliar de K, já que o efeito de um depende da presença do outro.

A adição de doses de Zn e B não interferiu no teor foliar de K em mudas de cafeeiro (EZEQUIEL & CARVALHO, 1981) e de bananeira 'Prata-Anã' (SILVA, 2002). O mesmo foi observado em mudas de cedro cultivadas em solução nutritiva, quando adicionadas doses crescentes de Zn (PAIVA et al., 2003); além de mudas de maracujá cultivadas em vasos (NATALE et al., 2004).

Enxofre

As plantas apresentaram teores foliares de S dentro da faixa de suficiência definida por SILVA et al. (2002), nos dois primeiros ciclos avaliados, e não houve efeito de tratamentos (Tabelas 7 e 8). Já no terceiro ciclo, a nutrição com S foi inadequada, sendo que todos os tratamentos apresentaram teores foliares abaixo da faixa de suficiência definida por SILVA et al. (2002) (Tabela 9).

Houve efeito da interação das doses de Zn e B para teor foliar de S, apenas no terceiro ciclo (Tabela 11). Nas duas maiores doses de Zn, o menor teor foliar de S foi determinado quando fornecido 0,68 g de B.

Tabela 11. Valores médios de teores foliares de S em bananeira 'Prata-Anã', no **terceiro** ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

B \ Zn	0	2,5	5,0	7,5	10,0
0	1,60 A ab	1,54 A b	1,64 A ab	1,80 A a	1,56 AB b
0,68	1,62 A a	1,55 A ab	1,49 A ab	1,47 C ab	1,36 B b
1,36	1,53 A a	1,62 A a	1,61 A a	1,75 AB a	1,68 A a
2,04	1,63 A a	1,48 A a	1,62 A a	1,55 BC a	1,63 A a

S= 0,187

CV (%)= 11,80

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna ou minúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

EZEQUIEL & CARVALHO (1981) também não observaram efeito da adição de doses crescentes de Zn e B no teor foliar de S, em mudas de cafeeiro, assim como SILVA (2002), em mudas de bananeira 'Prata-Anã'. Da mesma forma, não houve efeito da adição de doses crescentes de Zn no teor foliar de S para mudas de cedro cultivadas em solução nutritiva (PAIVA et al., 2003), e mudas de maracujazeiro cultivadas em vaso (NATALE et al., 2004).

Cálcio

As plantas foram adequadamente nutridas em Ca, em todos os tratamentos, nos três ciclos avaliados (Tabelas 7; 8 e 9). Observou-se apenas efeito quadrático das doses de Zn no teor foliar de Ca, no terceiro ciclo (Figura 5). O máximo teor de Ca foi observado quando fornecidos 4,5 g de Zn por família por ano.

Conforme KABATA-PENDIAS & PENDIAS (1991) e MARSCHNER (1995), cátions bivalentes, como Zn^{+2} , competem com outros cátions, como Ca^{+2} e Mg^{+2} , principalmente por antagonismo. Para KABATA-PENDIAS & PENDIAS (1991), essas interações tendem a variar com a planta e o meio, sendo que vários outros fatores, pH

em particular, controlam o antagonismo e o sinergismo que caracterizam a interação entre esses elementos.

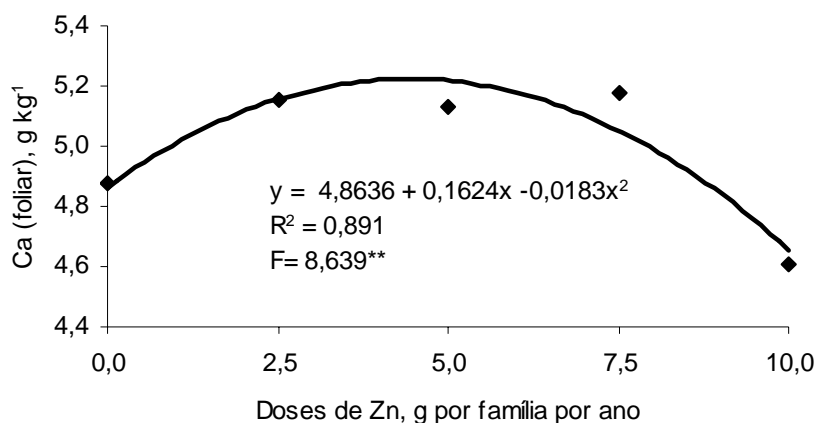


Figura 5. Teores foliares de cálcio em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no **terceiro** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Magnésio

As plantas apresentaram teores foliares de Mg abaixo da faixa de suficiência definida por SILVA et al. (2002), nos três ciclos avaliados, em todos os tratamentos (Tabelas 7; 8 e 9). Essa deficiência ocorreu apesar de a concentração de Mg no solo ser média (Tabela 1) e de ter sido feita adubação utilizando cerca de 500 g de sulfato de magnésio por família por ano (45 g de Mg por família por ano), provavelmente devido ao excesso de K no solo. A deficiência de Mg induzida por outros cátions, como K⁺, é um fenômeno bastante difundido (MARSCHNER, 1995) e comum em bananais (LAHAV, 1995 e MOREIRA, 1999) dando-se principalmente por inibição competitiva (CASTRO et al., 2005).

Não houve efeito dos tratamentos no teor foliar de Mg, nos dois primeiros ciclos avaliados. Já no terceiro ciclo, foi observado efeito quadrático das doses de Zn no teor foliar de Mg, inicialmente com efeito positivo, sendo máximo na dose intermediária 4,8 g de Zn por família por ano (Figura 6).

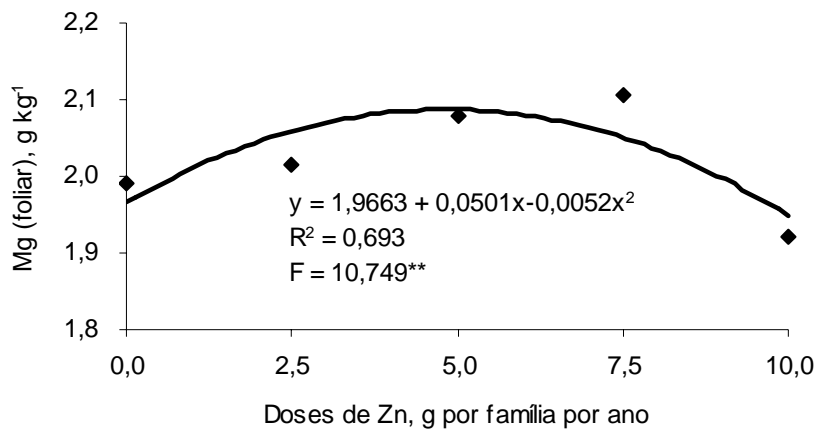


Figura 6. Teores foliares de magnésio em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no **terceiro** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

O excesso de Zn pode induzir deficiência de Mg nas plantas, por antagonismo (KABATA PENDIAS & PENDIAS, 1991), e pela semelhança do raio iônico de ambos (MARSCHNER, 1995). Assim como visto para Ca, também para Mg a interação com Zn tende a variar com a planta e o meio, especialmente pH, que controlam o antagonismo e o sinergismo que caracterizam a interação entre esses elementos (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1991). Segundo esses autores, a interação entre Zn e Mg ocorre principalmente dentro da planta, apesar de não ser possível evitar a competição entre esses elementos pelas cargas do solo.

A adição de doses crescentes de Zn e B não interferiu no teor foliar de Mg em mudas de cafeeiro (EZEQUIEL & CARVALHO, 1981) e de bananeira 'Prata-Anã' (SILVA, 2002). Da mesma forma, não houve efeito da aplicação de doses crescentes de Zn no teor foliar de Mg em mudas de cedro cultivadas em solução nutritiva (PAIVA et al., 2003) e mudas de maracujazeiro (NATALE et al., 2004).

Zinco

Todos os tratamentos apresentaram teor foliar de Zn dentro da faixa de suficiência definida por SILVA et al. (2002), no primeiro ciclo, apesar de próximos ao

limite inferior. Nos ciclos seguintes, entretanto, as plantas se apresentaram deficientes em Zn (Tabelas 7; 8 e 9).

O teor foliar de Zn aumentou de forma linear com o aumento das doses de Zn aplicadas, no primeiro ciclo produtivo avaliado (Tabela 7, Figura 7), e não houve efeito significativo dos tratamentos no segundo e terceiro ciclos (Tabelas 8 e 9).

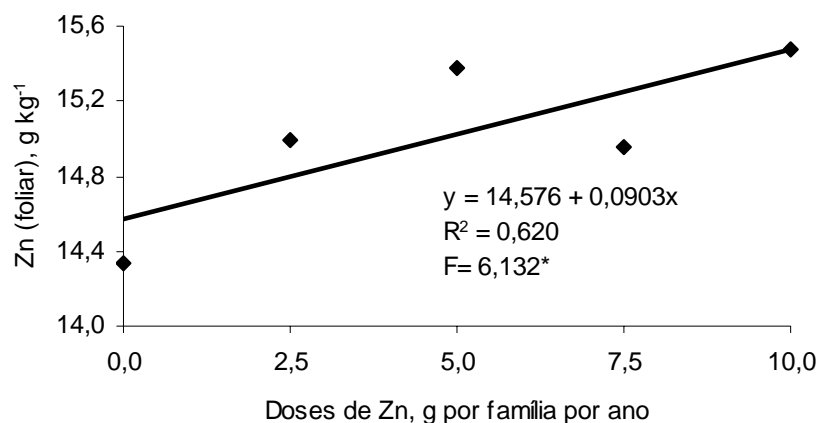


Figura 7. Teores foliares de zinco em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no **primeiro** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Essa resposta linear crescente em teores foliares de Zn às doses fornecidas era esperada, apesar de a folha amostrada não ser a mais indicada para determinação deste nutriente. MALBURG (1988), trabalhando com diferentes amostragens para diagnose nutricional da bananeira 'Prata-Anã', conclui que a folha vela (coletada de plantas jovens, com $1,5 \pm 0,25$ m de altura e 4 a 6 folhas totalmente desenroladas) foi a que apresentou maiores teores foliares de Zn. O autor lembra MARCHAL & MARTIN-PRÉVEL (1971) que afirmam que, como o Zn é um ativador de enzimas responsáveis pela síntese de triptofano, os órgãos em pleno crescimento coletados em plantas no estágio vegetativo são mais convenientes para a diagnose nutricional desse elemento.

Segundo MARCHAL & MARTIN-PRÉVEL (1971), enquanto os sintomas de deficiência de Zn não forem mais avançados, a redução do volume foliar permite a manutenção de uma concentração praticamente normal. Portanto, para esses autores,

a diagnose foliar para esse elemento deveria ser feita considerando o Zn realmente ativo na planta e, provavelmente, dirigir-se aos órgãos mais jovens para amostragem.

A ausência de resposta observada às doses de Zn nos ciclos seguintes pode, portanto, ser devido à amostragem da terceira folha. Além disso, como as plantas de segundo e terceiro ciclos apresentaram deficiência de Zn, uma remobilização pode ter compensado o fornecimento, já que a dose anual foi parcelada em pequenas doses. Segundo DORDAS et al. (2001), sob condições de suprimento normal de Zn, apenas pequena porção desse elemento pode ser retranslocada no floema devido à sua alta capacidade de ligação nos tecidos das folhas. Entretanto, segundo esses autores, pode ocorrer remobilização em condição de baixo suprimento, em algumas espécies. Os autores relatam que a pesquisa limitada não permite uma conclusão clara sobre a remobilização de Zn.

Segundo SAES & QUAGGIO (dados não publicados, citados por QUAGGIO & PIZZA JUNIOR, 2001), 30 dias após a aplicação de 8 g de Zn (na forma de sulfato de zinco) na região meristemática do caule da bananeira através do orifício deixado pelo desbastador “lurdinha”, não houve resposta nos teores foliares da planta adulta, provavelmente pela estiagem que ocorreu na época. Entretanto, 60 dias após a aplicação, o efeito foi muito acentuado, passando de 9,2 para 143,7 mg kg⁻¹. Segundo SAES¹ (2006), esse trabalho foi realizado com banana Cavendish, amostrando a terceira folha, sendo a mesma utilizada para a coleta das três amostras (início, 30 e 60 dias após aplicação dos fertilizantes). Ainda segundo SAES (2006), os tratamentos resultaram em fitotoxicidade para algumas plantas, não sendo definido se estava relacionada ao Zn ou ao B, que também foi fornecido.

A adição de doses crescentes de Zn e B não alterou o teor foliar de Zn em mudas de cafeeiro (EZEQUIEL & CARVALHO, 1981) e de bananeira 'Prata-Anã' (SILVA, 2002). Já em mudas de cedro cultivadas em solução nutritiva, foi observado efeito quadrático da aplicação de doses crescentes de Zn no teor foliar do mesmo (PAIVA et al., 2003), além de efeito linear crescente em mudas de maracujazeiro

¹ Luiz Alberto Saes (2006), comunicação pessoal.

(NATALE et al., 2004). GALRÃO (2003) não observou alteração no teor foliar de Zn em milho, quando fornecidas doses crescentes do nutriente; porém, observou aumento no rendimento. Para esse autor, o teor foliar de Zn não se mostrou um bom índice de avaliação da disponibilidade de Zn para milho.

Segundo MALBURG et al. (1984), foram observadas em diversos bananais de 'Nanicão' de Santa Catarina, plantas jovens com sintomas de deficiência de Zn, associados aos níveis reduzidos de Zn no solo, ainda que os níveis foliares não tenham evidenciado tal carência. Os autores atribuem esse resultado à concentração do elemento resultante da redução no volume de massa verde, além da folha amostrada (folha III) não ser a mais adequada para revelar a deficiência de Zn.

Boro

O teor foliar médio de B para todos os tratamentos, nos três ciclos produtivos avaliados, foi adequado, apesar de muito próximo ao limite inferior da faixa de suficiência definida por PREZOTTI (1992) e MALAVOLTA et al. (1987) (Tabelas 7; 8 e 9). No primeiro ciclo avaliado, não houve interferência dos tratamentos nos teores foliares de B; entretanto, nos ciclos seguintes, observou-se efeito da interação entre as doses de B e Zn aplicadas (Tabelas 12 e 13). O efeito dessas interações entretanto, aparecem em várias combinações ao acaso.

Tabela 12. Valores médios de teores foliares de B em bananeira 'Prata-Anã', no **segundo** ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

B \ Zn	0	2,5	5,0	7,5	10,0
0	9,37 B a	9,96 A a	10,21 A a	11,70 A a	9,37 A a
0,68	9,82 AB ab	11,08 A ab	12,92 A ab	14,09 A a	8,44 A b
1,36	13,87 AB a	10,29 A a	12,41 A a	9,92 A a	12,69 A a
2,04	15,78 A a	12,19 A ab	12,39 A ab	9,94 A b	10,25 A b

S= 3,998

CV (%)= 35,19

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna ou minúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 13. Valores médios de teores foliares de B em bananeira 'Prata-Anã', no **terceiro** ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

B \ Zn	0	2,5	5,0	7,5	10,0
0	10,03 B a	11,17 A a	8,57 B a	8,50 A a	8,38 B a
0,68	14,08 A a	10,27 A b	10,14 AB b	10,44 A b	12,83 A ab
1,36	10,47 B a	9,79 A a	10,60 AB a	10,72 A a	8,77 B a
2,04	8,07 B b	10,20 A ab	12,33 A a	11,32 A ab	10,53 AB ab

S= 2,685

CV (%)= 25,91

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna ou minúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

Esse alto coeficiente de variação pode ser parcialmente explicado pelo momento de amostragem em relação à adubação, uma vez que a coleta de folhas é feita de acordo com o momento de floração de cada planta, e a aplicação do fertilizante obedece a um calendário prévio (três parcelas anuais). Portanto, a amostragem de algumas plantas foi realizada em períodos mais próximos à adubação que de outras plantas, e, em alguns casos, até mesmo após receber um maior número de parcelas dos fertilizantes que outras.

Pelo desdobramento da interação observada no segundo ciclo (Tabela 12), houve efeito positivo da aplicação foliar de B no teor foliar deste nutriente apenas na ausência de Zn (dose zero). Quando fornecidos 0,68 e 2,04 g de B, o menor teor foliar deste nutriente foi observado quando fornecidas as maiores doses de Zn. Já no terceiro ciclo, na ausência (dose zero) e nas doses com 5 e 10 g de Zn, o menor teor foliar de B foi observado na ausência (dose 0) e na dose de 1,36 g de B. Quando aplicado Zn, não houve efeito da aplicação de B no teor foliar do mesmo. Quando fornecidos 0,68 e 2,04 g de B, o menor teor foliar desse nutriente foi observado quando também fornecidas as maiores doses de Zn (Tabela 13).

Houve, portanto, efeito inibidor do Zn sobre o teor foliar de B, apenas quando as plantas não estavam adequadamente nutridas em Zn (segundo e terceiro ciclos). De acordo com MARSCHNER (1995), a deficiência de Zn aumenta a permeabilidade das células das raízes ao B, podendo até mesmo levar à toxicidade deste.

EZEQUIEL & CARVALHO (1981) adicionaram Zn e B em substrato para mudas

de cafeeiro e observaram apenas efeito de doses de B para teor foliar do mesmo. SILVA (2002), também trabalhando com B e Zn, em mudas de bananeira 'Prata-Anã', não observou efeito dos tratamentos no teor foliar de B. NATALE et al. (2004) observaram resposta linear decrescente de teor foliar de B em resposta às doses de Zn aplicadas a mudas de maracujazeiro.

Segundo SAES & QUAGGIO (dados não publicados, citados por QUAGGIO & PIZZA JUNIOR, 2001), 30 dias após a aplicação de 2 g de B (na forma de ácido bórico) na região meristemática do caule da bananeira, através do orifício deixado pelo desbastador "lurdinha", não houve resposta nos teores foliares da planta adulta, provavelmente pela estiagem que ocorreu na época. Entretanto, 60 dias após a aplicação, o efeito foi muito acentuado, passando de 8,6 para 49,8 mg de B kg⁻¹. De acordo com SAES² (2006), trabalhou-se com banana Cavendish, amostrando a terceira folha, sendo a mesma utilizada para a coleta das três amostras (início, 30 e 60 dias após aplicação dos fertilizantes). Ainda segundo SAES (2006), os tratamentos resultaram em fitotoxicidade para algumas plantas, não sendo definido se a mesma estava relacionada ao B ou ao Zn, que também foi fornecido.

Cobre

Os teores foliares médios de Cu, para todos os tratamentos, nos três ciclos avaliados, foram adequados segundo as faixas de suficiência estabelecidas por SILVA et al. (2002) (Tabelas 7; 8 e 9). No primeiro e terceiro ciclos, não houve efeito significativo dos tratamentos; já no segundo ciclo, houve efeito linear decrescente para o teor foliar de Cu em resposta às doses de Zn aplicadas (Figura 8).

² Luiz Alberto Saes (2006), comunicação pessoal.

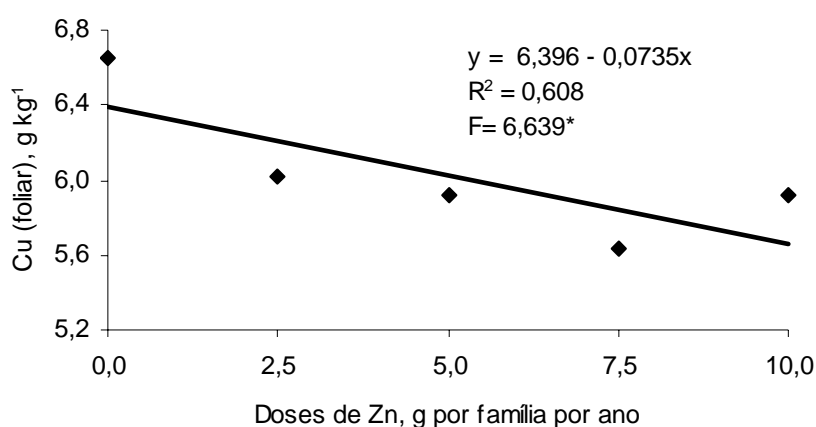


Figura 8. Teores foliares de cobre em bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no **segundo** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

A inibição competitiva entre Zn e Cu é citada na literatura, principalmente na adubação foliar. Segundo MALAVOLTA (1981), os defensivos cúpricos inibem a absorção de Zn em laranjeira e cafeeiro, o que pode ser solucionado aumentando-se a concentração de Zn. De acordo com KABATA-PENDIAS & PENDIAS (1991), tem sido observado antagonismo entre esses dois metais, onde a absorção de um foi competitivamente inibida pelo outro, indicando a existência de alguns carregadores comuns no mecanismo de absorção.

SILVA (2002) não observou efeito da adição de doses crescentes de B e Zn no teor foliar de Cu em mudas de bananeira 'Prata-Anã'. PAIVA et al. (2003) observaram efeito linear crescente da aplicação de doses crescentes de Zn no teor foliar de Cu, em mudas de cedro cultivadas em solução nutritiva, e NATALE et al. (2004) observaram o contrário, com resposta linear decrescente de teor foliar de Cu em resposta à aplicação de doses crescentes de Zn ao substrato de mudas de maracujazeiro.

Ferro

O teor foliar médio de Fe se manteve no limite mínimo da faixa de suficiência definida por SILVA et al. (2002), ou mesmo abaixo dessa, nos três ciclos avaliados. No primeiro e terceiro ciclos houve interação das doses de Zn e B, para teor foliar de Fe.

No primeiro ciclo houve efeito de B sobre o teor foliar de Fe apenas quando fornecidos 2,5 g de Zn, sendo o menor teor observado na maior dose de B (Tabela 14). Já no terceiro ciclo, houve efeito de B sobre o teor foliar de Fe na ausência (dose zero) e quando fornecidos 7,5 g de Zn, sendo o maior teor observado na dose de 0,68 g e na ausência de B (dose zero) respectivamente. Houve efeito de Zn no teor foliar de Fe apenas quando fornecidos 0,68 g de B, sendo o maior teor observado na dose 0 (zero) de Zn (Tabela 15).

Tabela 14. Valores médios de teores foliares de Fe em bananeira 'Prata-Anã', no **primeiro** ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

B \ Zn	0	2,5	5,0	7,5	10,0
0	73,91 A a	69,17 AB a	74,05 A a	73,46 A a	70,68 A a
0,68	77,18 A a	63,18 AB a	63,83 A a	72,12 A a	69,12 A a
1,36	69,60 A a	77,07 A a	70,19 A a	62,84 A a	62,51 A a
2,04	65,98 A ab	57,03 B b	72,94 A a	65,42 A ab	74,31 A a

S= 12,180

CV (%)= 17,59

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna ou minúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 15. Valores médios de teores foliares de Fe em bananeira 'Prata-Anã', no **terceiro** ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

B \ Zn	0	2,5	5,0	7,5	10,0
0	67,12 B a	69,12 A a	69,70 A a	87,03 A a	67,01 A a
0,68	102,74 A a	74,58 A b	71,58 A b	62,48 B b	67,95 A B
1,36	77,08 B a	62,80 A a	62,80 A a	78,24 AB a	74,48 A a
2,04	65,34 B a	95,43 A a	75,14 A a	73,23 AB a	87,27 A a

S= 20,591

CV (%)= 27,85

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna ou minúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

Segundo MENGUEL & KIRKBY (1987), o excesso de Fe pode contribuir para a deficiência de Zn. Para KABATA-PENDIAS & PENDIAS (1991), o antagonismo Zn - Fe, que leva o excesso de Zn a reduzir a absorção de Fe, pode ocorrer por dois possíveis mecanismos de interação: competição entre Zn^{2+} e Fe^{2+} no processo de absorção; e interferência no processo de quelação durante a absorção e translocação de Fe das raízes para o ápice da planta. Para MARSCHNER (1995), o antagonismo se deve à semelhança do raio iônico de ambos.

Por outro lado, KABATA-PENDIAS & PENDIAS (1991) citam relato de sinergismo entre Zn e Fe, possivelmente ligado ao suprimento de P, sugerindo que, com o acúmulo relativamente alto de P e Zn nas raízes, há precipitação de $ZnPO_4$ e aumento da absorção de Fe.

SILVA (2002) observou efeito da interação de doses de Zn e B fornecidas à mudas de bananeira 'Prata-Anã', no teor foliar de Fe. Já PAIVA et al. (2003) observaram efeito quadrático negativo da aplicação de doses crescentes de Zn no teor foliar de Fe, em mudas de cedro cultivadas em solução nutritiva. NATALE et al. (2004), trabalhando com doses de Zn aplicadas ao substrato de mudas de maracujazeiro, observaram efeito linear decrescente nos teores foliares de Fe.

A dificuldade de interpretar os dados deste experimento se deve, em parte, à variabilidade resultante do extenso período de colheita dos cachos. Como as "famílias" foram selecionadas por semelhança, todas as plantas do primeiro ciclo foram colhidas em um intervalo de seis meses (outubro de 2003 a abril de 2004). Porém, as diferenças entre plantas acentuaram-se com o tempo, o que resultou na colheita do segundo ciclo em um intervalo de 11 meses (junho de 2004 a maio de 2005), assim como o terceiro ciclo (dezembro de 2004 a novembro de 2005). A colheita de cada ciclo, portanto, especialmente a dos dois últimos, foi realizada em épocas muito distintas, abrangendo as quatro estações. Além das diferenças climáticas características de cada época do ano, há também diferença na incidência de sigatoka-amarela, com suas conseqüências sobre o desenvolvimento das plantas e conseqüentemente sobre a produção.

Segundo MARTIN-PRÉVEL et al. (1980), o diagnóstico foliar em bananais em

produção permite a obtenção de informações sobre o estado nutricional das plantas em curto prazo, sendo considerado o meio de controle por excelência, da absorção e interação entre os elementos nutritivos, desde que padronizada a amostragem. Em outro artigo, MARTIN-PRÉVEL (1987) informa que, quando o experimento inteiro é amostrado, utilizando todas as plantas quando atingem uma fase específica, essas não atingem o ponto de amostragem na mesma ocasião, particularmente após o segundo ciclo de produção, de forma que o período global de amostragem se torna progressivamente mais longo a cada ciclo de crescimento.

Apesar da diferença no crescimento, TURNER & BARKUS (1974) concluíram que o teor foliar de Zn na terceira folha não sofre efeito de sazonalidade. Segundo LAHAV & TURNER (1985), a temperatura, que é o principal fator sazonal que influencia no crescimento e no desenvolvimento da bananeira (especialmente nos subtrópicos), assim como o teor de nutrientes das amostras de tecido, também não influencia os teores foliares de Zn. Os autores não avaliaram o efeito da sazonalidade e temperatura no teor foliar de B. Segundo LAHAV (1995), entre os vários órgãos da bananeira, as folhas são menos afetadas por extremos de temperatura e, portanto, são mais recomendáveis para amostragem visando à diagnose nutricional que outras partes da planta.

4.2. Características das plantas

Os tratamentos não influenciaram nas características das plantas, nos três ciclos avaliados, exceto no número de dias entre a floração e a colheita do segundo e terceiro ciclos, além da duração do terceiro ciclo de produção (Tabelas 16; 17 e 18).

Tabela 16. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de B e Zn (g por família por ano, via rizoma), nas características da bananeira 'Prata-Anã', no **primeiro** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

	Altura da planta (m)	Circunferência do pseudoc. a 30 cm do solo (cm)	Comprimento da terceira folha (cm)	Largura da terceira folha (cm)	Área da terceira folha (m ²)	Número de folhas vivas	Número de folhas vivas	Formato da roseta foliar	Dias entre a floração e a colheita
	----- Na floração -----					----- Na colheita -----			
Zn									
0	4,30	130,45	239,38	93,90	1,80	21,08	13,45	2,15	146,48
2,5	4,34	130,76	237,65	93,26	1,77	20,63	12,88	2,03	148,85
5,0	4,29	129,00	237,39	92,47	1,76	20,68	12,33	2,25	150,78
7,5	4,29	129,64	235,90	91,95	1,74	19,98	12,53	2,33	149,93
10,0	4,29	130,20	234,53	91,57	1,74	20,50	12,55	2,13	149,90
Teste F	0,303 ^{NS}	0,318 ^{NS}	0,683 ^{NS}	1,863 ^{NS}	1,083 ^{NS}	1,797 ^{NS}	2,232 ^{NS}	0,946 ^{NS}	1,325 ^{NS}
DMS (5%)	0,147	4,787	8,591	2,694	0,094	1,141	1,139	0,460	5,571
B									
0	4,33	130,80	237,00	93,48	1,77	20,64	12,66	2,18	147,56
0,68	4,28	130,92	237,79	92,67	1,78	20,74	13,16	2,32	150,46
1,36	4,31	128,78	235,76	92,28	1,74	20,40	12,54	2,18	149,14
2,04	4,28	129,54	237,32	92,09	1,75	20,50	12,62	2,02	149,58
Teste F	0,517 ^{NS}	0,864 ^{NS}	0,190 ^{NS}	0,979 ^{NS}	0,712 ^{NS}	0,322 ^{NS}	1,135 ^{NS}	1,323 ^{NS}	0,885 ^{NS}
DMS (5%)	0,124	4,027	7,227	2,266	0,079	0,960	0,958	0,387	4,686
B x Zn									
Teste F	0,644 ^{NS}	1,033 ^{NS}	0,832 ^{NS}	1,000 ^{NS}	0,649 ^{NS}	1,324 ^{NS}	0,540 ^{NS}	1,491 ^{NS}	0,639 ^{NS}
s	0,241	7,844	14,077	4,414	0,153	1,869	1,866	0,754	9,127
CV (%)	5,61	6,03	5,94	4,77	8,69	9,09	14,64	34,66	6,12

^{NS} Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 17. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de B e Zn (g por família por ano, via rizoma), nas características da bananeira 'Prata-Anã' e da produção do **segundo** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

	Altura da planta (m)	Circunferência do pseudoc. a 30 cm do solo (cm)	Comprimento da terceira folha (cm)	Largura da terceira folha (cm)	Área da terceira folha (m ²)	Número de folhas vivas	Número de folhas vivas	Formato da roseta foliar	Dias entre a floração e a colheita	Ciclo de produção (meses)
	----- Na floração -----					----- Na colheita -----				
Zn										
0	4,46	130,38	248,40	96,99	1,93	20,65	12,63	2,08	163,18	8,01
2,5	4,43	129,93	256,88	96,30	1,98	21,10	13,28	1,83	164,48	8,40
5,0	4,32	128,08	249,68	95,14	1,91	20,90	12,83	2,00	161,80	8,25
7,5	4,40	128,35	251,78	95,68	1,93	20,98	12,85	2,10	162,30	8,60
10,0	4,42	126,70	251,68	95,53	1,93	20,30	12,40	2,08	162,90	7,80
Teste F	1,780 ^{NS}	1,604 ^{NS}	1,987 ^{NS}	0,840 ^{NS}	1,162 ^{NS}	1,093 ^{NS}	1,137 ^{NS}	1,260 ^{NS}	0,326 ^{NS}	1,172 ^{NS}
DMS (5%)	0,153	4,525	8,850	3,061	0,104	1,171	1,172	0,387	6,864	1,137
B										
0	4,41	130,04	252,02	96,37	1,94	20,72	12,94	2,02	160,22	8,05
0,68	4,40	128,42	249,84	95,95	1,92	20,82	12,56	1,98	167,40	8,54
1,36	4,43	128,82	253,96	95,33	1,94	20,52	12,96	2,08	161,78	8,06
2,04	4,38	127,46	250,90	96,05	1,93	21,08	12,72	1,98	162,32	8,20
Teste F	0,364 ^{NS}	1,038 ^{NS}	0,738 ^{NS}	0,377 ^{NS}	0,199 ^{NS}	0,737 ^{NS}	0,493 ^{NS}	0,277 ^{NS}	3,824 ^{**}	0,770 ^{NS}
DMS (5%)	0,128	3,806	7,444	2,575	0,088	0,985	0,986	0,326	5,774	0,957
B x Zn										
Teste F	0,954 ^{NS}	1,456 ^{NS}	1,216 ^{NS}	0,625 ^{NS}	0,764 ^{NS}	0,798 ^{NS}	1,005 ^{NS}	0,846 ^{NS}	0,526 ^{NS}	0,361 ^{NS}
s	0,250	7,414	14,501	5,015	0,169	1,918	1,920	0,635	11,247	1,844
CV (%)	5,67	5,76	5,76	5,23	8,76	9,23	15,01	31,50	6,90	5,67

^{NS} Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

^{**} Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 18. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de B e Zn (g por família por ano, via rizoma), nas características da bananeira 'Prata-Anã', no **terceiro** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

	Altura da planta (m)	Circunferência do pseudoc. a 30 cm do solo (cm)	Comprimento da terceira folha (cm)	Largura da terceira folha (cm)	Área da terceira folha (m ²)	Número de folhas vivas	Número de folhas vivas	Formato da roseta foliar	Dias entre a floração e a colheita	Ciclo de produção (meses)
	----- Na floração -----					----- Na colheita -----				
Zn										
0	4,58	136,70	252,58	96,26	1,95	21,48	13,73	2,00	143,17	8,41
2,5	4,52	135,15	251,68	95,85	1,93	21,25	13,75	2,03	150,30	8,07
5,0	4,46	132,25	253,60	95,41	1,94	20,73	13,13	1,90	138,55	8,24
7,5	4,49	133,68	248,83	95,55	1,91	21,13	12,73	1,95	141,47	8,30
10,0	4,54	134,15	254,53	96,38	1,97	20,80	13,75	1,93	139,31	8,16
Teste F	1,341 ^{NS}	1,584 ^{NS}	0,642 ^{NS}	0,348 ^{NS}	0,018 ^{NS}	0,825 ^{NS}	1,229 ^{NS}	0,553 ^{NS}	1,628 ^{NS}	0,481 ^{NS}
DMS (5%)	0,150	5,100	10,545	2,783	0,122	1,329	1,634	0,269	14,179	1,068
B										
0	4,50	134,26	250,04	96,12	1,93	21,36	13,38	2,08	144,22	8,35
0,68	4,56	134,40	253,90	96,24	1,96	20,96	13,48	1,88	148,12	8,25
1,36	4,53	133,44	253,74	95,73	1,95	21,04	13,06	1,92	142,26	8,44
2,04	4,48	135,44	251,28	95,48	1,92	20,94	13,74	1,96	135,79	7,90
Teste F	1,128 ^{NS}	0,483 ^{NS}	0,601 ^{NS}	0,297 ^{NS}	0,013 ^{NS}	0,400 ^{NS}	0,552 ^{NS}	1,920 ^{NS}	2,497 ^{NS}	4,702 ^{**}
DMS (5%)	0,127	4,289	8,870	2,341	0,102	1,118	1,374	0,226	11,927	0,404
B x Zn										
Teste F	0,341 ^{NS}	0,435 ^{NS}	0,551 ^{NS}	0,962 ^{NS}	0,776 ^{NS}	0,342 ^{NS}	0,767 ^{NS}	0,484 ^{NS}	1,932 ⁺	1,520 ^{NS}
s	0,247	8,356	17,278	5,560	0,198	2,177	2,676	0,441	23,230	0,779
CV (%)	5,46	6,22	6,85	4,76	10,09	10,33	19,95	22,50	16,294	5,46

^{NS} Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

No primeiro ciclo, a altura da planta, a circunferência do pseudocaule e o número de folhas na floração já estavam definidos para a maioria das plantas antes de iniciados os tratamentos, uma vez que foram selecionadas por semelhança, com base nestas características, provavelmente após a diferenciação floral. Segundo SOTO BALLESTERO (2000), a circunferência do pseudocaule representa o número de folhas emitidas, e a formação dessas cessa na diferenciação floral, apesar de a planta manter a emissão. No segundo e terceiro ciclos, essa uniformidade se manteve.

As características mais importantes do pseudocaule são a altura (medida entre o solo e a base visível do engaço) e a circunferência (usualmente medida a 30 ou a 100 cm do solo), que têm relação direta com o tipo de clone e com o vigor da planta (SOTO BALLESTERO, 2000). Há correlação positiva entre a circunferência do pseudocaule, a superfície foliar e o número de frutos (SIMMONDS, 1982, e SOTO BALLESTERO, 2000). DELVAUX et al. (1990) observaram correlação entre a circunferência do

pseudocaule e o número de frutos, mas essa foi baixa em função da variação de ambiente. Segundo esses autores, o solo e a altitude parecem ter a mesma importância para número de frutos e de folhas vivas das bananeiras, porém o solo é mais importante para a definição da circunferência do pseudocaule.

As plantas apresentaram, em média, 20 folhas vivas no momento da floração e 12 na época da colheita, nos três ciclos avaliados, o que é considerado adequado. Segundo GONZÁLEZ P. (1987), trabalhando com variedades do tipo exportação (subgrupo Cavendish), na Costa Rica, 12 folhas sadias são suficientes para manter o fruto até a colheita. Segundo esse autor, os cachos apresentam qualidade para exportação quando são colhidos de plantas que apresentam, no mínimo, 7 a 8 folhas no momento da floração. De acordo com BELALCÁZAR CARVAJAL (1991), estudos mostram que a manutenção de oito folhas é suficiente para obter o desenvolvimento normal do cacho até a colheita. Já SOTO BALLESTERO (2000) acredita que o número de folhas nunca é excessivo, uma vez que o sistema foliar tem relação direta com o sistema radicular e produtivo.

Não houve efeito dos tratamentos para comprimento, largura e área estimada (comprimento x largura x 0,8) da terceira folha, retirada para amostragem visando à diagnose nutricional. Segundo SOTO BALLESTERO (2000), as dimensões da lâmina foliar são muito variáveis, dependendo da idade da folha, da ploidia das diferentes cultivares e do estado nutricional, não sendo raro encontrar plantas com folhas de 2 m². Esse autor, assim como MOREIRA (1999), propõe o cálculo da área foliar multiplicando o comprimento pela largura da lâmina, corrigido pelo fator 0,8. Segundo MOREIRA (1999), a área foliar total da bananeira, obtida pela soma da área de todas as folhas, é diretamente correlacionada com a massa do cacho, mas essa relação é típica de cada variedade.

Não foi possível estabelecer relação entre o formato da roseta foliar e os tratamentos com B e Zn. Não foi observado efeito dos tratamentos e provavelmente devida a elevada variação dos dados, mostrada pelo alto coeficiente de variação. É provável que o fato de terem sido utilizadas apenas 3 notas (1- sem adensamento; 2- adensamento médio; 3- adensamento intenso), tenha contribuído para esse resultado.

Segundo LAHAV (1995), LÓPEZ M. & ESPINOSA M. (1995) e SOTO BALLESTERO (2000), em condições de carência aguda de Zn, observam-se redução do limbo das folhas novas e tendência a formar rosetas. Porém, no presente experimento, não foram observadas deficiências agudas de Zn, apesar dos teores foliares do nutriente estarem abaixo da faixa de suficiência definida por SILVA et al. (2002).

O período em dias entre a floração e a colheita foi influenciado pelas doses de B no segundo ciclo (Tabela 17), porém não houve bom ajuste de um modelo matemático que explique essa relação. A equação de segundo grau que se ajustou à relação ($y = 161,17 + 7,4235x - 3,59x^2$) apresentou $R^2 = 0,38^*$, ou seja, explica apenas 38% da variação.

No terceiro ciclo, houve interação entre as doses de Zn e B, para número de dias entre a floração e a colheita (Tabela 19). Quando fornecidos 7,5 g de Zn, o fornecimento de B, independentemente da dose, reduziu o período entre a floração e a colheita. Na ausência (dose zero) de B, o maior período entre floração e colheita se deu quando fornecidos 2,5 e 5,0 g de Zn; já na dose de 0,68 g de B, esse período ocorreu quando fornecidos 5,0 g de Zn. Os resultados se invertem, não apresentando coerência. O efeito da interação aparece em várias combinações ao acaso.

Tabela 19. Número de dias entre a floração e a colheita de bananeira 'Prata-Anã', no **terceiro** ciclo de avaliação, resultante da interação da adubação com B e Zn (g por família por ano, via rizoma). Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Zn \ B	0	2,5	5,0	7,5	10,0
0	147,10 A ab	140,50 A b	138,20 A b	157,20 A a	138,10 A b
0,68	143,10 A ab	149,00 A a	136,80 A b	145,60 B ab	139,30 A ab
1,36	141,50 A a	142,00 A a	140,40 A a	142,70 B a	145,00 A a
2,04	141,00 A a	142,90 A a	138,80 A a	139,10 B a	135,40 A a

S= 9,728

CV (%)= 6,84

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna ou minúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

Houve efeito quadrático das doses de B também para a duração do terceiro ciclo avaliado (meses entre a colheita do segundo e terceiro cachos) (Tabela 18 e Figura 9). O menor ciclo foi observado na maior dose de B, com duração média de 7,9 meses.

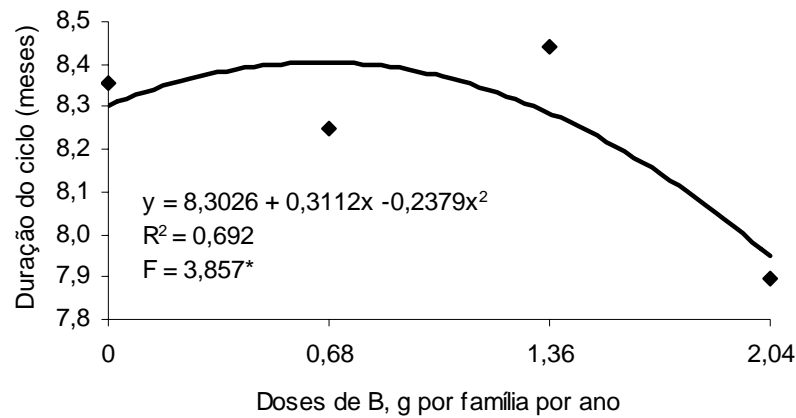


Figura 9. Duração do **terceiro** ciclo produtivo de bananeira 'Prata-Anã' avaliado, em resposta à aplicação de boro. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Todos os valores médios de duração do ciclo de produção apresentaram-se abaixo de 8,6 meses ($s=1,8$ no segundo ciclo e $s=0,78$ no terceiro ciclo). Esse resultado confirma as boas condições de produção do bananal, apesar do mesmo já ter completado nove anos no momento de encerramento do experimento (novembro de 2005), indicando que é possível se ter um bananal longevo e produtivo nas condições do norte de Minas Gerais, desde que adequadamente conduzido.

Segundo MOREIRA (1999), nas regiões produtoras de banana da América Central encontram-se ciclos de produção de apenas sete meses, enquanto que nas Ilhas Canárias, algumas vezes, chegam a dezoito ou até vinte e quatro meses. Segundo esse autor, essas diferenças se devem às condições de fertilidade dos solos e, especialmente, às condições climáticas serem mais ou menos favoráveis à bananicultura. Para MOREIRA (1999), é de se esperar que, em bananais bem conduzidos, em locais onde não existam limitações de temperatura, a longevidade dos ciclos de produção tenda para os da América Central, com uma colheita a cada oito a nove meses.

A dificuldade de interpretar esses dados se deve, em parte, ao extenso período de colheita dos cachos, já comentada. A colheita de cada ciclo, especialmente dos dois últimos, foi realizada em épocas muito distintas, abrangendo as quatro estações. Em

um experimento conduzido nessa mesma área experimental, RODRIGUES et al. (2001) observaram que as inflorescências emitidas em janeiro foram colhidas cerca de 4 meses após a emissão; e as inflorescências emitidas em julho foram colhidas cinco meses após emitidas.

Pesquisas em relação à produção de folhas e a iniciação floral sob condições tropicais não são tão comuns, porém, em regiões onde há considerável variação no comprimento do dia e na temperatura, sabe-se que os mesmos apresentam acentuado efeito nas características da bananeira (SIMMONDS, 1982). Segundo KARAMURA & KARAMURA (1995), alguns fatores que influenciam a taxa de emergência foliar na 'Gros Michel' incluem temperatura do ar, comprimento do dia, idade do plantio, densidade e altura da planta. Ainda segundo esses autores, a retenção de folhas pode também ser afetada pelo nível de fertilidade do solo, sendo que alguns sintomas de deficiência levam à clorose foliar.

Na bananeira deficiente em B há redução da área foliar, sendo que as folhas jovens podem apresentar redução do limbo por formação incompleta deste (LOPEZ M. & ESPINOSA M., 1995; LAHAV, 1995; SOTO BALLESTERO, 2000). Já na carência aguda de Zn, observa-se clorose na totalidade do limbo das folhas novas, que são de tamanho menor, alongadas (LAHAV, 1995; SOTO BALLESTERO, 2000), alinhadas em um mesmo plano, dando à planta a aparência de "roseta" (LAHAV, 1995; SOTO BALLESTERO, 2000; LOPEZ M. & ESPINOSA M., 1995). Surgem muitos "filhotes" com sintomas ainda mais acentuados e, em carência aguda, há paralisação de crescimento (CHARPENTIER & MARTIN PRÉVEL, 1965 citados por AZEREDO et al., 1986).

A altura do pseudocaule é uma característica varietal que pode ser modificada pelas condições ecológicas do local (KARAMURA & KARAMURA, 1995). Sintomas de deficiência de Zn podem aparecer sem qualquer redução aparente do crescimento, mas se a deficiência persistir, as plantas do próximo ciclo são atrasadas LAHAV (1995). Segundo SOTO BALLESTERO (2000), a deficiência de Zn em bananeiras causa graves deformações no crescimento da planta. LOPEZ M. & ESPINOSA M. (1995) corroboram com a idéia de redução no crescimento e desenvolvimento da planta, sob condição de deficiência de Zn.

A circunferência do pseudocaule é influenciada por fatores edafoclimáticos que, por sua vez, é positivamente correlacionada ao número de pencas e frutos (SIMMONDS, 1982; MARCHAL & JANNOYER, 1993; SOTO BALLESTERO, 2000).

4.3. Características do cacho e da produção

Os tratamentos não influenciaram nas características do cacho, no primeiro ciclo avaliado (Tabela 20). No segundo ciclo, houve efeito das doses de Zn sobre massa de frutos do cacho e massa média da penca, além de efeito da interação entre as doses de Zn e B para massa da ráquis, massa e comprimento médio dos frutos da primeira penca (Tabela 21). No terceiro ciclo, as doses de Zn interferiram na massa de frutos por cacho, número de frutos e de pencas por cacho; no comprimento e diâmetro médios dos frutos da primeira penca, além de comprimento médio dos frutos da segunda penca (Tabela 22).

A massa de frutos do cacho, principal componente da produtividade, apresentou, no segundo ciclo avaliado, valores mínimos nas doses intermediárias de Zn (Tabela 21), porém sem ajuste de modelo pela análise de regressão. No terceiro ciclo (Tabela 22), houve efeito linear decrescente das doses de Zn, apesar do baixo R^2 (Figura 10). A massa média das pencas apresentou resultado coerente com o que foi observado para massa de frutos do cacho no segundo ciclo (Tabela 21), porém não foi influenciada pelos tratamentos no terceiro ciclo avaliado.

Esses resultados foram observados apesar de os tratamentos não terem influenciado nos teores foliares de Zn, no segundo e terceiro ciclos, e de esses apresentarem-se abaixo da faixa de suficiência definida por SILVA et al. (2002). Isso pode estar relacionado ao fato de a terceira folha (usada na análise de rotina e no presente experimento) não ser a mais adequada para se avaliar alterações nos teores de Zn. Apesar dessa limitação, foi utilizando o mesmo tipo de amostragem, a mesma variedade e cultivada na mesma região, que SILVA et al. (2002) e PINHO (2004) obtiveram os resultados aqui utilizados como referência.

Tabela 20. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), nas características do cacho de 'Prata-Anã', no primeiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

	Massa da raquis (kg)	Massa do coração (kg)	Massa de frutos por cacho (kg)	Número de frutos por cacho	Massa média do fruto (g)	Número de pencas por cacho	Massa média da penca (kg)	Massa média do fruto da penca 1 (g)	Comprimento médio do fruto da penca 1 (cm)	Massa média do fruto da penca 2 (g)	Comprimento médio do fruto da penca 2 (cm)	Diâmetro médio do fruto da penca 2 (cm)
Zn												
0	2,00	2,43	28,99	206,05	140,71	12,45	2,33	145,46	3,54	145,09	17,43	3,57
2,5	1,96	2,36	29,58	210,95	139,84	12,70	2,32	144,26	3,53	145,96	17,54	3,59
5,0	1,89	2,22	28,16	206,28	136,24	12,43	2,26	134,12	3,50	143,19	17,24	3,60
7,5	1,92	2,28	27,61	206,20	133,78	12,48	2,21	135,13	3,52	141,63	17,16	3,57
10,0	1,98	2,27	27,92	202,08	137,12	12,28	2,26	140,86	3,55	141,86	16,96	3,59
Teste F	0,481 ^{NS}	1,100 ^{NS}	0,926 ^{NS}	0,802 ^{NS}	0,876 ^{NS}	0,932 ^{NS}	0,825 ^{NS}	1,603 ^{NS}	0,221 ^{NS}	0,233 ^{NS}	1,200 ^{NS}	0,170 ^{NS}
DMS (5%)	0,249	0,295	3,260	13,548	11,541	0,611	0,214	15,769	0,144	15,409	0,878	0,132
B												
0	1,96	2,25	28,52	206,46	137,76	12,40	2,29	139,40	3,53	144,09	17,18	3,60
0,68	1,96	2,27	28,97	208,12	138,79	12,56	2,30	140,25	3,52	146,04	17,46	3,59
1,36	1,86	2,36	28,64	206,46	138,51	12,52	2,28	144,19	3,55	143,62	17,26	3,58
2,04	2,01	2,37	27,69	204,20	135,08	12,38	2,23	136,02	3,50	140,43	17,16	3,57
Teste F	1,187 ^{NS}	0,860 ^{NS}	0,522 ^{NS}	0,263 ^{NS}	0,401 ^{NS}	0,391 ^{NS}	0,382 ^{NS}	0,844 ^{NS}	0,298 ^{NS}	0,425 ^{NS}	0,466 ^{NS}	0,180 ^{NS}
DMS (5%)	0,210	0,248	2,742	11,396	9,949	0,514	0,180	13,264	0,121	12,961	0,739	0,111
BxZn												
Teste F	1,370 ^{NS}	1,258 ^{NS}	0,462 ^{NS}	0,851 ^{NS}	0,499 ^{NS}	0,895 ^{NS}	0,428 ^{NS}	0,874 ^{NS}	0,584 ^{NS}	0,329 ^{NS}	0,511 ^{NS}	0,439 ^{NS}
s	0,409	0,483	5,341	22,198	18,909	1,000	0,351	25,838	0,236	25,247	1,439	0,216
CV (%)	20,98	20,89	18,77	10,76	13,75	8,03	15,42	18,46	6,69	17,59	8,33	6,03

^{NS} Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 21. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), nas características do cacho e produção de bananeira 'Prata-Anã', no **segundo** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

	Massa da raquis (kg)	Massa do coração (kg)	Massa de frutos por cacho (kg)	Número de frutos por cacho	Massa média do fruto (g)	Número de pencas por cacho	Massa média da penca (kg)	Massa média do fruto da penca 1 (g)	Comprimento médio do fruto da penca 1 (cm)	Diâmetro médio do fruto da penca 1 (cm)	Massa média do fruto da penca 2 (g)	Comprimento médio do fruto da penca 2 (cm)	Diâmetro médio do fruto da penca 2 (cm)
Zn													
0	2,52	2,81	33,13 A	207,70	159,34	12,45	2,68 A	170,25	19,66	3,88	176,29	19,89	3,94
2,5	2,67	2,67	32,77 AB	205,38	159,10	12,70	2,70 A	171,73	19,49	3,86	174,69	19,55	3,91
5,0	2,43	2,65	29,70 B	196,68	150,79	12,43	2,47 B	165,22	19,15	3,84	166,39	19,06	3,87
7,5	2,39	2,66	30,86 AB	202,48	152,61	12,48	2,55 AB	167,75	19,21	3,84	167,94	19,16	3,85
10,0	2,41	2,62	31,29 AB	201,90	154,54	12,28	2,57 AB	166,43	19,30	3,84	169,55	19,32	3,86
Teste F	1,685 ^{NS}	0,788 ^{NS}	3,115*	1,410 ^{NS}	2,082 ^{NS}	0,932 ^{NS}	3,509**	0,605 ^{NS}	0,935 ^{NS}	0,398 ^{NS}	1,495 ^{NS}	2,328 ^{NS}	1,925 ^{NS}
DMS (5%)	0,341	0,326	3,085	13,506	10,265	0,611	0,199	13,320	0,845	0,114	13,612	0,840	0,106
B													
0	2,57	2,61	31,67	205,00	154,44	12,40	2,59	168,86	19,34	3,84	170,03	19,26	3,84
0,68	2,40	2,65	31,20	202,28	154,18	12,56	2,57	166,22	19,27	3,85	167,81	19,22	3,88
1,36	2,43	2,82	31,95	200,12	158,81	12,52	2,65	171,23	19,64	3,86	175,32	19,73	3,91
2,04	2,53	2,66	31,35	203,90	153,67	12,38	2,57	166,78	19,20	3,84	170,72	19,37	3,89
Teste F	1,073 ^{NS}	1,606 ^{NS}	0,221 ^{NS}	0,459 ^{NS}	1,000 ^{NS}	0,391 ^{NS}	0,571 ^{NS}	0,542 ^{NS}	0,966 ^{NS}	0,135 ^{NS}	1,001 ^{NS}	1,422 ^{NS}	1,559 ^{NS}
DMS (5%)	0,287	0,274	2,595	11,360	8,634	0,514	0,167	11,204	0,711	0,096	11,450	0,707	0,090
BxZn													
Teste F	1,852*	1,038 ^{NS}	0,500 ^{NS}	0,674 ^{NS}	1,019 ^{NS}	0,895 ^{NS}	0,780 ^{NS}	1,766*	1,822*	1,593 ^{NS}	1,026 ^{NS}	0,861 ^{NS}	1,105 ^{NS}
s	0,558	0,534	5,054	22,129	16,818	1,000	0,326	21,825	1,384	0,187	22,303	1,377	0,174
CV (%)	22,48	19,91	16,02	10,91	10,83	8,03	12,55	12,97	7,15	4,86	13,05	7,10	4,49

^{NS} Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%) (usado quando houve significância pelo teste F, porém sem ajuste de modelo de regressão).

Tabela 22. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), nas características do cacho e produção de bananeira 'Prata-Anã', no **terceiro** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

	Massa da raquis (kg)	Massa do coração (kg)	Massa de frutos por cacho (kg)	Número de frutos por cacho	Massa média do fruto (g)	Número de pencas por cacho	Massa média da penca (kg)	Massa média do fruto da penca 1 (g)	Comprimento médio do fruto da penca 1 (cm)	Diâmetro médio do fruto da penca 1 (cm)	Massa média do fruto da penca 2 (g)	Comprimento médio do fruto da penca 2 (cm)	Diâmetro médio do fruto da penca 2 (cm)
Zn													
0	2,64	2,32	31,68	235,33 A	134,51	13,55 A	2,34	146,68 AB	18,18 A	3,60 A	150,65	18,65 A	3,62
2,5	2,54	2,30	31,17	232,00 AB	134,06	13,45 AB	2,31	142,63 AB	18,51 A	3,58 AB	144,28	18,07 AB	3,60
5,0	2,47	2,20	29,44	227,90 AB	129,03	13,20 AB	2,23	139,35 AB	17,75 A	3,53 AB	142,57	17,91 AB	3,59
7,5	2,46	2,22	28,67	221,50 B	129,05	12,88 B	2,22	136,02 B	17,74 A	3,51 B	138,69	17,75 B	3,57
10,0	2,54	2,34	30,98	231,08 AB	133,88	13,35 AB	2,32	147,92 A	18,44 A	3,58 AB	146,56	18,20 AB	3,58
Teste F	0,592 ^{NS}	1,679 ^{NS}	2,867*	2,248*	1,401 ^{NS}	2,991*	1,483 ^{NS}	2,755*	2,751*	2,643*	2,293 ^{NS}	2,790*	0,829 ^{NS}
DMS (5%)	0,369	0,188	2,901	13,451	9,154	0,587	0,174	11,551	0,855	0,084	11,370	0,796	0,082
B													
0	2,47	2,20	29,44	226,46	129,38	13,18	2,22	139,11	17,81	3,52	141,80	18,05	3,58
0,68	2,54	2,27	30,68	231,10	132,90	13,34	2,30	143,82	18,35	3,56	145,07	18,14	3,58
1,36	2,60	2,29	30,97	229,90	134,17	13,26	2,32	144,44	18,42	3,57	147,78	18,26	3,61
2,04	2,52	2,34	30,47	230,78	131,97	13,36	2,29	142,70	17,90	3,58	143,55	18,01	3,60
Teste F	0,392 ^{NS}	1,718 ^{NS}	0,979 ^{NS}	0,466 ^{NS}	0,915 ^{NS}	0,365 ^{NS}	1,118 ^{NS}	0,791 ^{NS}	2,422 ^{NS}	2,096 ^{NS}	0,926 ^{NS}	0,365 ^{NS}	0,550 ^{NS}
DMS (5%)	0,310	0,158	2,440	11,314	7,700	0,494	0,147	9,716	0,719	0,071	9,564	0,670	0,069
BxZn													
Teste F	0,945 ^{NS}	1,288 ^{NS}	0,988 ^{NS}	0,983 ^{NS}	1,369 ^{NS}	1,076 ^{NS}	1,620 ^{NS}	1,88 ^{NS}	1,124 ^{NS}	1,185 ^{NS}	1,327 ^{NS}	0,841 ^{NS}	1,112 ^{NS}
s	0,604	0,308	4,753	22,039	14,998	0,962	0,286	18,927	1,400	0,137	18,630	1,305	0,135
CV (%)	23,89	13,54	15,64	9,60	11,35	7,24	12,51	13,28	7,73	3,86	12,89	7,20	3,76

^{NS} Ajuste não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%) (usado quando houve significância pelo teste F, porém sem ajuste de modelo de regressão).

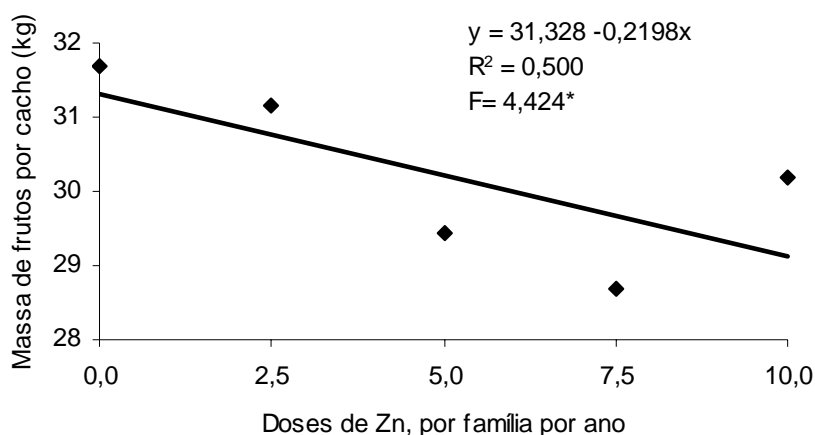


Figura 10. Massa de frutos do cacho de bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no **terceiro** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Segundo MALBURG (1988), trabalhando com diferentes amostragens para diagnose nutricional da bananeira 'Prata-Anã', os teores médios de Zn nas amostras do tipo vela (coletadas de plantas jovens, com $1,5 \pm 0,25$ m de altura e 4 a 6 folhas totalmente desenroladas) foram significativamente maiores que nas amostras coletadas de plantas no início da floração (amostras coletadas da terceira folha retirada de plantas no início da inflorescência recentemente lançada, ainda fechada e já inclinada para baixo), e nestas, maiores que de plantas em pleno florescimento (terceira folha amostrada de plantas que apresentavam inflorescência com todas as flores femininas e no máximo três masculinas abertas - método internacional de referência). O autor cita LAHAV et al. (1985), que também não verificaram significância quando correlacionaram teores de Zn em amostras foliares de plantas em pleno florescimento, com a produtividade. Segundo MALBURG (1988), houve correlação de produtividade apenas com teor de Zn determinado na folha vela, em que o teor foliar diminuiu (de 36,39 para 32,98) à medida que a produtividade também diminuiu (de 16,7 a 21,7 t ha⁻¹ por ano, para 13 a 15 t ha⁻¹ por ano).

Nesse mesmo trabalho conduzido por MALBURG (1988), os teores médios de B, nas amostras do tipo vela e de plantas em início da floração, foram significativamente maiores que nas amostras de plantas em pleno florescimento. Segundo o autor, a

melhor correlação entre teor foliar de B e produtividade foi observada nas amostras retiradas de plantas no início da floração, onde o teor foliar diminuiu (de 20,48 para 17,35 mg kg⁻¹) à medida que a produtividade também diminuiu (de 16,7 a 21,7 t ha⁻¹ por ano, para 5 a 8 t ha⁻¹ por ano).

O número de pencas e de frutos por cacho, no primeiro ciclo, já estava definido quando as plantas foram selecionadas, uma vez que, provavelmente, já havia ocorrido a diferenciação floral. Portanto, não havia expectativa de efeito dos tratamentos para essas características, e o resultado apenas confirma a uniformidade do material amostral, já apresentada em material e métodos (Tabela 4). No segundo ciclo, também não houve efeito dos tratamentos para estas variáveis, porém, no terceiro ciclo, os menores valores foram observados quando fornecidos 7,5 g de Zn (dose intermediária) (Tabela 22), sem ajuste de modelo pela análise de regressão.

Quanto à avaliação da primeira e segunda pencas, não houve efeito dos tratamentos para massa, comprimento e diâmetro médio dos frutos, no segundo ciclo avaliado (Tabelas 21). Para comprimento médio dos frutos da primeira penca, foi observada significância, pelo teste F, para efeito de interação das doses de Zn e B, porém não houve diferença entre as médias.

No terceiro ciclo, observou-se significância pelo teste F, para efeito das doses de Zn na massa e diâmetro médios dos frutos da primeira penca, além de comprimento médio dos frutos da segunda penca (Tabela 22). Os menores valores para todas essas características ocorreram em resposta ao fornecimento de 7,5 g de Zn (dose intermediária), não havendo ajuste de modelo pela análise de regressão. Para comprimento médio dos frutos da primeira penca, também foi observado efeito das doses de Zn fornecidas, porém não houve diferença significativa entre as médias.

Os valores médios de diâmetro dos frutos da primeira e segunda pencas, de todos os tratamentos, nos três ciclos avaliados, estão acima do limite mínimo de 3,4 cm necessários para que os frutos sejam classificados como “extra”, segundo as normas de classificação de banana propostas pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura e Produção Integrada de Frutas (PBMH & PIF, 2006). Pela classificação para bananas do subgrupo Prata, proposta pela Associação Central dos Fruticultores

do Norte de Minas Gerais, todas as médias se encontram no padrão exportação, com diâmetro entre 3,2 e 3,8 cm (ABANORTE, 2006b).

De acordo com as normas do PBMH e PIF, todas as médias de comprimento dos frutos das duas primeiras pencas, no primeiro ciclo, estão na “classe 15” (frutos de 15 a 18 cm de comprimento), as médias do segundo ciclo entram na “classe 18” (frutos de 18 a 22 cm de comprimento) e, no terceiro ciclo, ocorrem as duas classes (“classe 15” e “classe 18”) (PBMH & PIF, 2006). Já pela classificação proposta pela Abanorte, todas as médias para comprimento do fruto atendem às exigências do padrão exportação (> 16 cm) (ABANORTE, 2006b).

Esse tipo de classificação sugerida pelo PBMH e PIF e pela Abanorte prevê a organização do mercado, possibilitando melhor remuneração para os frutos de melhor qualidade, sendo que, entre as variáveis componentes da qualidade, estão as dimensões do fruto.

Sintomas de deficiência de Zn podem aparecer sem qualquer redução aparente do crescimento e produção (LAHAV, 1995). Entretanto, segundo esse autor, há casos de severa redução da produção. LOPEZ M. & ESPINOSA M. (1995), LAHAV (1995) e SOTO BALLESTERO (2000) atribuem à deficiência de Zn a ocorrência de frutos pequenos, magros, curtos e malformados (retorcidos), com coloração verde clara.

Quanto à deficiência de B, LOPEZ M. & ESPINOSA M. (1995) relatam que, quando severa, induz graves deformações dos cachos; porém, mesmo condição de leve deficiência pode afetar sua qualidade.

Feita a avaliação de cada uma das dez primeiras pencas do cacho quanto à massa e número de frutos, constatou-se que houve efeito de interação dos tratamentos para número de frutos da segunda penca, no primeiro ciclo avaliado (Tabela 23), porém o teste de médias não mostrou a diferença entre as mesmas. No segundo ciclo, houve efeito apenas das doses de Zn, para massa da primeira, quarta, sexta, oitava, nona e décima pencas, além de número de frutos da primeira penca (Tabela 24), todas com valores mínimos quando fornecidos 5,0 g de Zn (uma das doses intermediárias). Já no terceiro ciclo, o efeito das doses de Zn foi observado para massa da segunda, terceira e

sexta pencas, além de número de frutos da segunda penca (Tabela 25), todas com valores mínimos quando fornecidos 7,5 g de Zn (uma das doses intermediárias). As análises de regressão resultaram em ajuste de equação apenas para massa da oitava penca do segundo ciclo (Figura 11), com efeito linear decrescente.

Segundo SIMMONDS (1982), há um declínio no número e tamanho médio dos frutos da penca proximal para a distal da 'Gros Michel', observado também em outras variedades. No caso da 'Prata-Anã', neste experimento, esse declínio também foi observado. A primeira penca apresentou altos valores de coeficiente de variação (CV), nos três ciclos avaliados. Esse resultado está de acordo com SOTO BALLESTERO (2000), que afirma que as primeiras pencas são mais pesadas que as últimas, porém a primeira penca é a que apresenta maior heterogeneidade quanto à massa, número de frutos e diâmetro dos frutos.

Provavelmente, a falta de ajuste de modelos se deva ao longo período de colheita de cada ciclo. Segundo MARTIN-PRÉVEL (1987), em condições equatoriais, o ciclo produtivo da bananeira independe das estações, havendo produção o ano todo. Com isso, a diferença entre plantas resulta em sobreposição de ciclos, de forma que, três ou quatro anos após o plantio, todos os estádios de plantas possam ser encontrados no bananal.

Tabela 23. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), na massa em gramas (M) e número de frutos (NF) das dez primeiras pencas do cacho de bananeira 'Prata-Anã', no primeiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Penca	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	
Zn																					
0	3,18	20,93	2,91	19,10	2,62	17,35	2,46	16,55	2,41	16,40	2,33	16,05	2,20	15,70	2,16	15,68	2,17	15,75	2,11	15,75	
2,5	3,28	21,40	2,84	18,68	2,67	17,58	2,49	16,65	2,40	16,35	2,30	16,13	2,23	15,78	2,14	15,53	2,15	15,70	2,08	15,68	
5,0	3,00	21,45	2,74	18,23	2,50	17,38	2,39	16,63	2,35	16,40	2,21	15,98	2,18	15,68	2,12	15,60	2,09	15,68	2,05	15,85	
7,5	2,94	21,05	2,75	18,63	2,51	17,28	2,34	16,50	2,30	16,43	2,24	16,03	2,08	15,58	2,06	15,48	2,02	15,63	1,97	15,73	
10,0	3,03	20,55	2,75	18,23	2,54	17,38	2,42	16,63	2,32	16,18	2,23	15,90	2,16	15,48	2,09	15,48	2,10	15,63	2,02	15,63	
Teste F	0,85 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,68 ^{NS}	1,07 ^{NS}	0,98 ^{NS}	0,44 ^{NS}	0,72 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,47 ^{NS}	0,41 ^{NS}	0,67 ^{NS}	0,30 ^{NS}	1,13 ^{NS}	0,82 ^{NS}	0,62 ^{NS}	0,44 ^{NS}	1,24 ^{NS}	0,20 ^{NS}	1,24 ^{NS}	0,64 ^{NS}	
DMS (5%)	0,580	3,369	0,351	1,264	0,295	0,650	0,268	0,615	0,257	0,612	0,236	0,588	0,216	0,498	0,206	0,502	0,190	0,453	0,186	0,409	
B																					
0	3,15	21,40	2,83	18,60	2,53	17,36	2,40	16,52	2,40	16,44	2,26	16,06	2,18	15,70	2,15	15,76	2,12	15,76	2,05	15,76	
0,68	3,13	21,56	2,85	18,58	2,62	17,36	2,46	16,62	2,38	16,32	2,28	16,04	2,18	15,64	2,13	15,50	2,11	15,66	2,07	15,70	
1,36	3,18	21,28	2,77	18,62	2,60	17,46	2,45	16,52	2,37	16,26	2,29	15,94	2,20	15,70	2,11	15,48	2,12	15,60	2,05	15,70	
2,04	2,88	20,06	2,76	18,58	2,51	17,38	2,37	16,70	2,29	16,38	2,23	16,02	2,12	15,52	2,06	15,46	2,08	15,68	2,03	15,74	
Teste F	1,07	0,77	0,32	0,00	0,56	0,10	0,47	0,37	0,58	0,30	0,21	0,15	0,46	0,54	0,77	1,47	0,20	0,40	0,21	0,10	
DMS (5%)	0,49 ^{NS}	2,83 ^{NS}	0,30 ^{NS}	1,06 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,55 ^{NS}	0,23 ^{NS}	0,52 ^{NS}	0,22 ^{NS}	0,52 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,50 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,42 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,42 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,38 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,34 ^{NS}	
BxZn																					
Teste F	0,93 ^{NS}	1,44 ^{NS}	0,96 ^{NS}	1,89*	0,92 ^{NS}	1,09 ^{NS}	0,57 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,61 ^{NS}	0,33 ^{NS}	0,90 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,56 ^{NS}	0,60 ^{NS}	0,54 ^{NS}	0,65 ^{NS}	0,67 ^{NS}	0,83 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,72 ^{NS}	
s	0,950	5,521	0,574	2,071	0,484	1,066	0,438	1,001	0,421	1,003	0,386	0,963	0,354	0,816	0,338	0,823	0,312	0,743	0,304	0,669	
CV (%)	30,77	26,20	20,52	11,14	18,85	6,13	18,12	6,08	17,88	6,13	17,07	6,02	16,32	5,22	16,02	5,29	14,82	4,74	14,87	4,26	

^{NS} Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 24. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), na massa em gramas (M) e número de frutos (NF) das dez primeiras pencas do cacho de bananeira 'Prata-Anã', no **segundo** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Penca	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10			
	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF		
Zn																						
0	3,73 AB	20,88 AB	3,42	18,85	3,15	17,60	2,94	16,80	2,80	2,80	16,50	2,68 A	16,18	2,52	15,90	2,46	15,95	2,37 A	15,98	2,27 A	15,95	
2,5	4,08 A	22,50 A	3,45	18,53	3,11	17,55	2,95	16,85	2,80	2,80	16,55 AB	2,63 AB	16,25	2,49	15,83	2,39	15,80	2,30 AB	15,93	2,26 AB	16,15	
5,0	3,34 B	19,05 B	3,20	18,18	2,87	17,38	2,70	16,45	2,62	2,62	16,23 B	2,42 B	16,00	2,34	15,65	2,21	15,53	2,18 B	15,70	2,10 B	15,90	
7,5	3,60 AB	20,63 AB	3,23	18,45	2,93	17,48	2,80	16,70	2,63	2,63	16,33 AB	2,49 AB	15,95	2,39	15,68	2,28	15,68	2,24 AB	15,95	2,18 AB	16,00	
10,0	3,57 AB	19,95 AB	3,26	18,48	3,03	17,43	2,80	16,60	2,70	2,70	16,40 AB	2,54 AB	16,03	2,46	15,78	2,31	15,65	2,25 AB	15,95	2,20 AB	15,90	
Teste F	2,47*	2,52*	1,72 ^{NS}	0,37 ^{NS}	2,37 ^{NS}	0,29 ^{NS}	2,74*	1,12 ^{NS}	1,74 ^{NS}	0,88 ^{NS}	3,44**	0,90 ^{NS}	0,90 ^{NS}	1,72 ^{NS}	0,66 ^{NS}	4,01**	1,95 ^{NS}	2,81*	1,33 ^{NS}	2,54*	1,43 ^{NS}	
DMS (5%)	0,664	3,105	0,335	0,872	0,292	0,655	0,250	0,586	0,258	0,585	0,212	0,516	0,516	0,208	0,496	0,190	0,446	0,161	0,380	0,164	0,335	
B																						
0	3,64	20,10	3,28	18,34	3,03	17,70	2,83	16,80	2,69	2,69	16,52	2,60	16,36	2,45	15,84	2,33	15,78	2,28	16,02	2,19	16,08	
0,68	3,63	21,16	3,23	18,30	2,97	17,40	2,82	16,60	2,71	2,71	16,46	2,54	16,00	2,42	15,66	2,30	15,54	2,26	15,90	2,21	15,96	
1,36	3,85	20,72	3,40	18,28	3,09	17,34	2,88	16,52	2,76	2,76	16,28	2,58	15,98	2,46	15,64	2,38	15,72	2,26	15,86	2,23	15,92	
2,04	3,54	20,42	3,33	18,74	2,98	17,50	2,82	16,80	2,68	2,68	16,38	2,48	15,98	2,43	15,92	2,32	15,84	2,28	15,82	2,19	15,96	
Teste F	0,72 ^{NS}	0,39 ^{NS}	0,93 ^{NS}	1,16 ^{NS}	0,66 ^{NS}	1,08 ^{NS}	0,24 ^{NS}	1,10 ^{NS}	0,34 ^{NS}	0,59 ^{NS}	1,11 ^{NS}	1,11 ^{NS}	2,44 ^{NS}	0,14 ^{NS}	1,42 ^{NS}	0,56 ^{NS}	1,57 ^{NS}	0,09 ^{NS}	0,97 ^{NS}	0,29 ^{NS}	0,81 ^{NS}	
DMS (5%)	0,559	2,612	0,282	0,728	0,245	0,551	0,211	0,493	0,217	0,492	0,179	0,434	0,434	0,175	0,417	0,160	0,375	0,136	0,319	0,138	0,282	
BxZn																						
Teste F	0,51 ^{NS}	0,67 ^{NS}	0,56 ^{NS}	0,93 ^{NS}	0,73 ^{NS}	0,85 ^{NS}	1,14 ^{NS}	1,32 ^{NS}	0,94 ^{NS}	0,56 ^{NS}	0,96 ^{NS}	0,96 ^{NS}	0,94 ^{NS}	0,59 ^{NS}	0,32 ^{NS}	0,41 ^{NS}	0,54 ^{NS}	0,47 ^{NS}	0,70 ^{NS}	0,43 ^{NS}	0,96 ^{NS}	
S	1,088	5,087	0,548	1,429	0,478	1,073	0,410	0,960	0,422	0,958	0,348	0,348	0,846	0,340	0,813	0,311	0,731	0,265	0,622	0,269	0,549	
CV (%)	29,70	24,69	16,57	7,76	15,84	6,14	14,52	5,75	15,60	5,84	13,64	5,26	5,26	13,97	5,16	13,36	4,65	11,68	3,91	12,23	3,44	

Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%) (usado quando houve significância pelo teste F, porém sem ajuste de modelo de regressão).

Tabela 25. Resumo da análise de variância para efeito da aplicação de Zn e B (g por família por ano, via rizoma), na massa em gramas (M) e número de frutos (NF) das dez primeiras pencas do cacho de bananeira 'Prata-Anã', no terceiro ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Penca	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	M	NF	
Zn																					
0	3,60	23,08	3,16	20,20	2,83	18,50	2,59	17,55	2,51	17,30	2,36	17,05	2,23	16,38	2,14	16,23	2,03	16,13	1,99	16,10	
			A	A	A							A									
2,5	3,52	23,28	3,02	19,75	2,69	18,30	2,57	17,33	2,45	17,10	2,26	16,65	2,17	16,30	2,09	16,15	2,07	16,20	2,01	16,18	
			ABC	AB	AB							AB									
5,0	3,58	23,33	2,83	19,18	2,61	18,10	2,47	17,35	2,37	16,95	2,25	16,68	2,11	16,10	1,99	16,08	1,92	16,00	1,90	15,88	
			BC	AB	AB							AB									
7,5	3,51	24,18	2,76	18,75	2,55	18,10	2,41	17,23	2,30	16,93	2,19	16,43	2,07	16,18	1,99	15,95	1,96	16,05	1,89	15,95	
			C	B	B							B									
10,0	3,51	22,40	3,11	20,48	2,80	18,38	2,59	17,78	2,44	17,18	2,33	16,73	2,18	16,28	2,10	16,23	2,03	16,18	1,97	16,18	
			AB	A	AB							AB									
Teste F	0,20 ^{NS}	0,47 ^{NS}	4,21 ^{**}	3,69 ^{**}	3,09 [*]	0,97 ^{NS}	2,11 ^{NS}	1,90 ^{NS}	2,01 ^{NS}	1,05 ^{NS}	1,32 ^{NS}	2,49 [*]	1,35 ^{NS}	0,61 ^{NS}	2,30 ^{NS}	1,18 ^{NS}	1,74 ^{NS}	0,50 ^{NS}	1,96 ^{NS}	1,80 ^{NS}	
DMS (5%)	0,639	3,568	0,329	1,431	0,261	0,685	0,227	0,614	0,221	0,589	0,222	0,550	0,204	0,534	0,172	0,413	0,176	0,458	0,155	0,392	
B																					
0	3,36	22,92	2,89	19,46	2,59	18,04	2,44	17,38	2,35	17,14	2,22	16,56	2,11	16,18	2,03	16,02	1,991	16,02	1,90	16,00	
0,68	3,58	23,54	2,97	19,80	2,75	18,38	2,56	17,52	2,43	17,18	2,29	16,68	2,14	16,20	2,06	16,10	2,01	16,20	1,99	16,10	
1,36	3,59	23,00	3,05	19,76	2,79	18,36	2,58	17,48	2,47	17,02	2,35	16,84	2,20	16,30	2,12	16,20	1,99	16,08	1,97	16,06	
2,04	3,48	23,54	2,98	19,66	2,67	18,32	2,53	17,40	2,41	17,02	2,28	16,74	2,16	16,30	2,04	16,18	2,02	16,14	1,94	16,06	
Teste F	0,49 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,21 ^{NS}	2,11 ^{NS}	1,00 ^{NS}	1,38 ^{NS}	0,22 ^{NS}	0,93 ^{NS}	0,37 ^{NS}	1,04 ^{NS}	0,84 ^{NS}	0,64 ^{NS}	0,27 ^{NS}	0,96 ^{NS}	0,74 ^{NS}	0,12 ^{NS}	0,53 ^{NS}	1,08 ^{NS}	0,21 ^{NS}	
DMS (5%)	0,537	3,001	0,276	1,204	0,220	0,576	0,191	0,516	0,186	0,496	0,187	0,463	0,172	0,449	0,145	0,347	0,148	0,385	0,131	0,329	
BxZn																					
Teste F	1,04 ^{NS}	0,40 ^{NS}	1,09 ^{NS}	1,49 ^{NS}	1,24 ^{NS}	0,71 ^{NS}	1,31 ^{NS}	0,74 ^{NS}	1,27 ^{NS}	0,86 ^{NS}	0,91 ^{NS}	0,96 ^{NS}	1,37 ^{NS}	0,74 ^{NS}	1,22 ^{NS}	1,17 ^{NS}	0,97 ^{NS}	0,91 ^{NS}	1,34 ^{NS}	0,62 ^{NS}	
S	1,047	5,846	0,538	2,345	0,428	1,122	0,371	1,006	0,362	0,965	0,364	0,901	0,335	0,875	0,282	0,676	0,288	0,750	0,255	0,642	
CV (%)	29,90	25,14	18,11	11,92	15,87	6,14	14,70	5,77	15,02	5,65	15,96	5,39	15,56	5,38	13,66	4,19	14,39	4,66	13,05	4,00	

^{NS} Diferença não significativa pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%) (usado quando houve significância pelo teste F, porém sem ajuste de modelo de regressão).

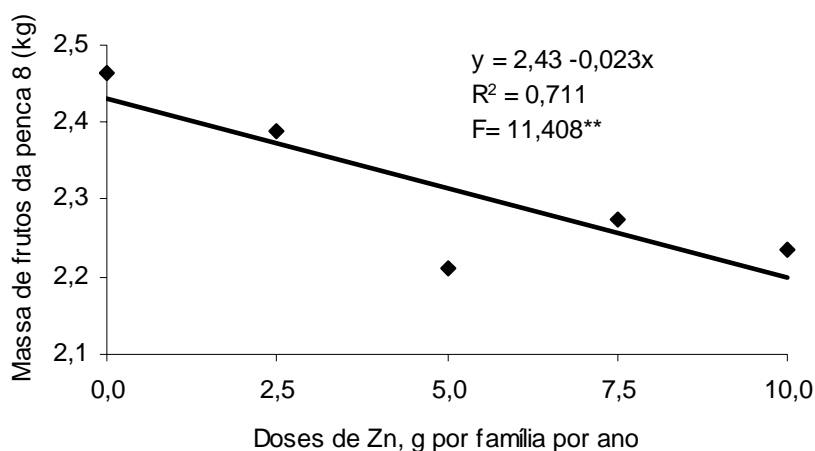


Figura 11. Massa de frutos da oitava penca do cacho de bananeira 'Prata-Anã', em resposta à aplicação de zinco, no **segundo** ciclo de avaliação. Epamig/CTNM, Jaíba – 2006.

Segundo SIMMONDS (1982), há uma estreita relação entre o número de pencas e frutos do cacho, com as condições do ambiente. Para esse autor, o número de frutos por cacho correlaciona-se com as condições climáticas que prevaleceram durante o período de desenvolvimento das últimas três ou quatro folhas, sendo que, aparentemente, o limite superior do número de frutos é definido em uma fase inicial de desenvolvimento da inflorescência; porém, o número final alcançado pode ser inferior a esse limite, a depender das condições vigentes na diferenciação (como área foliar, comprimento do dia e temperatura).

Associado ao longo período de colheita de cada ciclo está a incidência de sigatoka, que, apesar de manejada com pulverizações, foi mais acentuada no verão. Segundo SOTO BALLESTERO (2000), a sigatoka pode levar à perda de área foliar, resultando em redução da capacidade fotossintética da planta, com conseqüente redução no crescimento do fruto e aumento do ciclo de produção.

4.4. Considerações gerais

Além das recomendações de utilização da metodologia de adubação utilizada neste trabalho, encontradas em TEIXEIRA et al. (1997) e MOREIRA (1999 e 2001), foi encontrada apenas uma citação de experimento, em SAES & QUAGGIO (dados não publicados, citados por QUAGGIO & PIZZA JUNIOR, 2001), complementadas com informações pessoais de SAES. Esse experimento foi conduzido com bananeira do subgrupo Cavendish, utilizando uma forma diferente de diagnose nutricional e sem avaliação da produção. É possível que a forma de translocação de nutrientes entre a planta-mãe e a planta-filha não ocorra, na 'Prata-Anã', da mesma forma que ocorre nas variedades do subgrupo Cavendish, o que pode explicar a ausência de consistência nos resultados obtidos. É necessário, pois, dar continuidade ao trabalho, para definir a forma como se dá essa ligação, além de definir a melhor forma de fornecimento de micronutrientes.

Para dar continuidade a essa linha de trabalho, faz-se necessário conhecer a forma como ocorre a translocação de nutrientes entre a planta-mãe e a planta-filha, na bananeira 'Prata-Anã', o que pode ser feito com uso de isótopos. Faz-se necessário, também, conhecer as taxas de translocação, redistribuição e pontos de acúmulo do Zn e B fornecidos via broto desbastado, na 'Prata-Anã', em função do estado nutricional e do tempo. Para tanto se podem fornecer diferentes doses dos elementos às plantas, em diferentes estados nutricionais, e recuperá-los nos diferentes órgãos em intervalos de tempo também variáveis.

Um estudo comparando diferentes formas de fornecimento de Zn e B, como adubação via solo, foliar e via broto desbastado, além da integração das três formas, deve ser feito. Deve-se considerar a produção, qualidade dos frutos e ciclo produtivo, além de custo da operação.

Os novos padrões para diagnose foliar, publicados após iniciado esse trabalho, levaram à conclusão, confirmada pelos resultados do experimento, de que o bananal inicialmente se encontrava bem nutrido. Isso dificultou a resposta das plantas ao

fornecimento de Zn e B.

Outro limitante à resposta em produção foi que, apesar de as plantas se apresentarem deficientes em Zn no segundo e terceiro ciclos, outras carências foram mais importantes. As limitações nutricionais observadas, com teores foliares de alguns nutrientes abaixo da faixa de suficiência, resultaram do efeito de diluição, devida à alta produtividade do bananal, principalmente nos dois últimos ciclos. Segundo MARTIN-PRÉVEL (1990), a interpretação do nível interno de nutriente, considerando apenas a relação nível/ rendimento, pode não ser verdadeira quando mais de um nutriente está longe do ótimo.

Como as deficiências nutricionais apresentadas eram recentes (o primeiro ciclo avaliado apresentou adequados teores foliares de nutrientes), a produção permaneceu alta. Caso essa condição não seja corrigida, provavelmente, levará à queda futura de produção e qualidade, até o restabelecimento do equilíbrio em função da limitação. A persistência dessas deficiências poderá comprometer características da planta conhecidamente correlacionadas com produção, como circunferência do pseudocaule, culminando com o comprometimento do cacho. Após essa perda de vigor, o restabelecimento da adubação poderá levar a teores foliares adequados, mas antes disso resultar em melhoria do cacho terá que resultar em melhoria da planta. Dessa forma a resposta da bananeira em produção pode não ser imediata, tanto na deficiência quanto na restituição da suficiência, uma vez que a planta apresentando porte e área foliar adequados, provavelmente terá reserva para suportar a produção imediata.

TURNER et al. (1989), em levantamento feito na Austrália, observaram menor rendimento dos bananais que apresentavam teores foliares (folhas mais novas, amostradas na fase vegetativa) de Zn e Cu abaixo do nível crítico, quando comparados a bananais com altos teores foliares desses dois nutrientes. Segundo esses autores, 95% dos bananais amostrados apresentavam baixo teor foliar de Zn. PELISER et al. (1999) não observaram influência de doses crescentes de Zn e B (além de Mg e Mn) na produção e qualidade de frutos de laranjeira 'Valência', resultado que atribuíram à deficiência ainda mais limitante de K e P. Os autores acreditam que depois de corrigidas as deficiências de K e P, o efeito da adubação com Zn se evidencie.

Uma dificuldade observada durante a condução do experimento, foi a disponibilidade de brotos a serem desbastados para que fosse veiculado o fertilizante, na frequência de três adubações anuais. Para facilitar essa operação as “famílias” de plantas foram conduzidas com dois brotos. É necessário definir as implicações do uso da ferramenta “lurdinha” em variedades susceptíveis ao mal-do-Panamá, como a 'Prata-Anã'. Até que se definam os riscos de contaminação entre plantas, sugere-se que a ferramenta seja desinfestada.

O curto ciclo de produção, apesar de o bananal apresentar mais de nove anos de idade, levanta a questão da necessidade de melhor definir a necessidade de renovação dos bananais. Esse dado, associado à alta produção das plantas (cachos de aproximadamente 30 kg de frutos), mostra que os bananais de 'Prata-Anã', cultivados no norte de Minas Gerais, podem apresentar vida útil bastante longa, desde que bem conduzidos. Além das condições climáticas favoráveis à cultura, os resultados das análises de solo e folhas amostrados no início do experimento mostram que o adequado manejo da fertilidade do solo e da nutrição mineral das plantas também estão envolvidos nesse resultado.

O longo período de colheita de cada ciclo dificultou a interpretação dos dados, sugerindo a necessidade de rever a avaliação da bananeira por ciclo de produção.

5. CONCLUSÕES

- O fornecimento de Zn e B diretamente no rizoma da bananeira, via orifício resultante da extração da gema apical do broto (desbaste), promoveu algumas alterações nos teores foliares de alguns nutrientes, porém sem magnitude suficiente para alterar a condição nutricional quando se consideram as faixas de suficiência.
- O tipo de fornecimento de nutrientes, diretamente no rizoma, não foi eficiente em suprir a demanda das plantas em Zn, nas doses utilizadas, uma vez que as plantas apresentaram deficiência do elemento fornecido, no segundo e terceiro ciclos avaliados. Para B, houve efeito positivo, apesar de não ser acentuado.
- Embora o fornecimento de Zn tenha promovido alterações em várias características de produção, para a maioria dessas não houve ajuste de um modelo de regressão adequado ao acontecimento biológico.
- O Zn fornecido não influenciou no ciclo de produção. Já o fornecimento de B reduziu o terceiro ciclo de produção.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO CENTRAL DOS FRUTICULTORES DO NORTE DE MINAS. **Banana tipo exportação**. 2005. Disponível em: <www.abanorte.com.br/pesquisa_inovacao/padronizacao_banana>. Acesso em: 5 jun. 2006a.

ASSOCIAÇÃO CENTRAL DOS FRUTICULTORES DO NORTE DE MINAS. **Classificação para bananas do grupo Prata**: padrão Abanorte. 2005. Disponível em: <www.abanorte.com.br/pesquisa_inovacao/padronizacao_banana/docClassificacao>. Acesso em: 5 jun. 2006b.

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. **Banana**. São Paulo: FNP, Consultoria e Agroinformativos, 2006. p. 195-199.

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações técnicas para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 25-32.

AZEREDO, J. A. de; GENÚ, P. J. C.; AQUINO, A. R. L. de; 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**. Campinas: Fundação Cargill. 1986. p. 59-102.

BELALCÁZAR CARVAJAL, S. L. **El cultivo del plátano en el trópico**. Cali: Impresora Feriva, 1991. 375 p. (Manual de Asistencia Técnica, 50).

BLANCHAR, R. W.; REHM, G.; CALDWELL, A. C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. **Soil Science Society American Proceedings**, Madison, v. 29, n. 1, p.71-72, 1965.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z. (Org.). **Banana produção**: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa, 2000. p. 47-59. (Frutas do Brasil, 1).

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E. J. (Coord.). **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: Embrapa- SPI, 1987. p. 197-260.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, p. 73-85, 1974.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal**: teoria e prática. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2005. p. 152-153, 189.

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Campineiro Agrícola, 1973. 384 p.

DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A. C. Análise química do solo (metodologia). 2a ed. Cadernos de Extensão, v. 29, 1997. 26 p.

DELVAUX, B.; PERRIER, X.; GUYOT, P. Diagnostic de la fertilité de systèmes culturaux intensifs en bananeraies à la Martinique. **Fruits**, Paris, v. 45, n. 3, p. 223-236, 1990.

DORDAS, C.; SAH, R.; BROWN, P. H.; ZENG, Q.; HU, H. Remobilização e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; RAIJ, B. van.;

ABREU, C. A. de. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/ FAPESP/ POTAFOS, 2001. p. 43- 69.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. Tradução e notas de MALAVOLTA, E. São Paulo: USP, 1975. p. 61-62, 240, 242, 248-250, 275.

EZEQUIEL, A. C.; CARVALHO, M. M. Efeito da adição de boro e zinco a substratos, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 18-31, 1981.

FARIA, N. G. **Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores de bananeira**. 1997. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1997.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION. **Banana**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/faostat/servlet/XteServlet3?Areas=%3E862&Items=486&Elements=51&Years=2005&Format=Table&Xaxis=Years&Yaxis=Countries&Aggregate=&Calculate=mean+std_dev&Domain=SUA&ItemTypes=Production.Crops.Primary&language=EN> Acesso em: 12 jan. 2006.

GALRÃO, E. Z. Métodos de correção da deficiência de zinco para o cultivo do milho num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, n. 2, p. 229-233, 2003.

GOMES, J. A.; HAAG, H. P.; NÓBREGA, A. C. Acumulação de matéria seca e micronutrientes pela planta matriz da bananeira cv. Prata (*Musa* AAB, subgrupo Prata) em diferentes estádios de desenvolvimento. **Anais Esalq**, Piracicaba, v. 45, part 1, p. 341-357, 1988.

GONZÁLEZ P., M. **Enfermedades del cultivo del banano**. San José: Oficina de

Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, 1987. p. 13, 15.

GUPTA, U. C. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; RAIJ, B. van; ABREU, C. A. de. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/ FAPESP/ POTAFOS, 2001. p. 13-41.

INFORME AGROPECUÁRIO. Belo Horizonte: Epamig, v. 3, n. 196, p. 1-108, 1999.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; FORMIGA, R. A.; SILVA, F. B. R.; BURGOS, N.; MEDEIROS, L. A. R.; LOPES, O. P.; MELO FILHO, H. R. L.; PESSOA S. G. P.; LIMA, P. C. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do Norte de Minas Gerais - área de atuação da Sudene. Recife: EMBRAPA-SNLCS/ SUDENE-DRN, 1979. p. 10-11.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 2. ed. London: CRC Press, 1991. p. 120-130, 153-160.

KARAMURA, E. B.; KARAMURA, D. A. Banana morphology – part II: the aerial shoot. In: GOWEN, S. (Ed.). **Bananas and plantains**. London: Chapman e Hall, 1995. p. 191-205.

KURIEN, S.; KUMAR, P. S.; KAMALAM, N. V.; WAHID, P. A. Nutrient cycling from the *Musa* mother plant t various physiological stades to suckers as affected by spacing and sucker retention using tracer techniques. **Fruits**, Paris, v. 57, n. 3, p. 143-151, 2002.

LAHAV, E. Banana nutrition. In: GOWEN, S. (Ed.). **Banana and plantains**. London: Chapman e Hall, 1995. p. 258-316.

LAHAV, E.; TURNER, W. W. Temperature influences the composition of diagnostic

samples used to assess nutrient status of banana plants. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 27, p. 275-283, 1985.

LAVIGNE, C. Contribution à l'étude du système racinaire du bananier : mise au point de rhizotrons et premiers résultats. **Fruits**, Paris, v. 42, n. 5, p. 265-271. 1987.

LOPES, A. S. Micronutrientes nos solos e culturas brasileiras. In: SEMINÁRIO FÓSFORO, CÁLCIO, MAGNÉSIO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES – SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS NA AGRICULTURA, 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo: MANAH S/A, 1986. p. 110- 123.

LÓPEZ M., A.; ESPINOSA M., J. **Manual de nutrición y fertilización del banano**. Quito: INPOFOS, 1995. 82 p.

LÓPEZ M., A. Fertilización del cultivo de banano con diferentes doses de nitrógeno, fósforo y potasio. In: REUNIÓN DE LA ACORBAT, 10., 1991, Tabasco. **Memorias...** San José: CORBANA, 1994. p. 65-79.

MALAVOLTA, E. **A B C da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1962. 172 p.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 607 p.

MALAVOLTA, E. **Micronutrientes na adubação**. São Paulo: Nagy, 1986. 70 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MALBURG, J. L.; LICHTENBERG, L. A.; ANJOS, J. T. dos; UBERTI, A. A. A.; Levantamento nutricional de bananeiras catarinenses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 1984. p. 256-275.

MALBURG, J. L. **Métodos de amostragem foliar para a diagnose nutricional da bananeira 'Enxerto' ('Prata-Anã') no sul de Santa Catarina.** 1988. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1988.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 4: banana.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. p. 36-37.

MARCHAL, J.; MARTIN-PRÉVEL, J. Les oligo-éléments Cu, Fe, Mn, Zn dans le bananier niveaux foliaires et bilans. **Fruits**, Paris, v. 26, n. 7-8, p. 483-450. 1971.

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

MARTENS, D. C.; WESTERMANN, D. T. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Ed.). **Micronutrients in agriculture.** 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 549-592.

MARTIN-PRÉVEL, P. Banana. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. (Ed.). **Plant analysis: as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops.** Paris: Lavoisier Publishing inc, 1987. p. 637-676.

MARTIN-PRÉVEL, P. Echantillonnage du bananier pour l'analyse foliaire: Conséquences des différences de techniques. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 275, p.

523-534, 1990.

MARTIN-PRÉVEL, P.; PERRIER, X.; CORADIN, C. Past, present and future of tropical fruit nutrition with special reference to banana nutrition. **Fruits**, Paris, v. 35, n. 11, p. 663-674, 1980.

MELLO, F. de A. F. de; BRASIL SOBRINHO, M. de O. C. do; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; COBRA NETO, A.; KIEHL, J. de C. **Fertilidade de solo**. São Paulo: Nobel, 1989. 400 p.

MENGUEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 387 p.

MOREIRA, M. A.; FONTES, P. C. R.; CAMARGOS, M. I. de. Interação zinco e fósforo em solução nutritiva influenciando o crescimento e a produtividade da alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 903-909, 2001.

MOREIRA, R. S. **Banana**: teoria e prática de cultivo. São Paulo: Fundação Cargill, 1999. 1 CD-ROM.

MOREIRA, R. S. Adubação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 4., 1998, Campo Grande. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2001. p. 252-325.

NATALE, W; PRADO, R. M.; LEAL, R. M.; FRANCO, C. F. Efeitos da aplicação de zinco no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 310-314, 2004.

PAIVA, H. N. de; CARVALHO, J. G. de; SIQUEIRA, J. O.; CORRÊA, J. B. D. Teor, conteúdo e índice de translocação de nutrientes em mudas de cedro (*Cedrela fissilis*

VELL.) submetidas a doses crescentes de zinco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2003.

PARKER, D. R.; AGUILERA, J. J.; THOMASON, D. N. Zinc-phosphorus interactions in two cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) grown in chelator-buffered nutrient solutions. **Plant and Soil**, v. 143, p. 163-177, 1992.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA E PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. 4 p. (Documentos , 29).

PELISER, O.; KOLLER, O. C.; MANFRO, V. Rendimento e qualidade de frutos de laranja 'Valência' submetida à adubação foliar com magnésio, manganês, zinco e boro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 23-27, 1999.

PINHO, P. J. de. **Nutrição mineral, produtividade e classificação dos frutos de bananeira 'Prata-Anã' irrigada do norte de Minas Gerais sob aplicação de zinco no solo**. 2004. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

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

PRICE, N. S. Banana morphology – part I: roots and rhizomes. In: GOWEN, S. (Ed.) **Bananas and plantains**. London: Chapman e Hall, 1995. p. 179-189.

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

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; TANK JUNIOR, A. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranja Pêra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 627-634, 2003.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

RAIJ, B. van. Pesquisas e desenvolvimento em micronutrientes e metais pesados. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. de. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/ FAPESP/ POTAFOS, 2001. p. 1-12.

ROBINSON, J.C. **Bananas and plantains**. Cambridge: University Press, 1996. 237 p.

RODRIGUES, M. G. V.; SOUTO, R. F.; MENEGUCCI, J. L. Influência do ensacamento do cacho na produção de frutos da bananeira 'Prata-Anã' irrigada, na Região Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 559-562, 2001.

RÖMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. de. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/ FAPESP/ POTAFOS, 2001. p. 71-85.

RÖMHELD, V.; MARSCHNER, H. Function of micronutrients in plants. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Ed.). **Micronutrients in Agriculture**. 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 297-328.

SILVA, C. R. **Avaliação de mudas enviveiradas de bananeira cv. Prata Anã (AAB) obtidas *in vitro*, com aplicação de boro e zinco via substrato.** 2002. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SILVA, E. B.; RODRIGUES, M. G. V. Levantamento nutricional dos bananais da região Norte de Minas Gerais pela análise foliar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 695-698, 2001.

SILVA, E. de B.; RODRIGUES, M. G. V.; SANTOS, J. O. Estado nutricional de um bananal irrigado com água subterrânea. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha, MG. **Anais...** Montes Claros: Unimontes, 2001. p. 263-266.

SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L.; MALBURG, J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.196, p.21-36, 1999.

SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L.; DIAS, M. S. C.; COSTA, E. L. da; PRUDÊNCIO, J. M. **Diagnóstico nutricional da bananeira 'Prata-Anã' para o norte de Minas.** Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 16 p. (Boletim Técnico, 70).

SIMMONDS, N. W. **Bananas.** 2. ed. Singapore: The Print House, 1982. 512 p.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: cultivo y comercialización.** 2. ed. San José: Imprenta Lil, 2000. 1 CD- ROM.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 101, 102, 453-455.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRS, 1985. 186 p. (Boletim Técnico, 5).

TEISSON, C. Conduction vers um bananier d'elements mineraux absorbes par son rejet. **Fruits**, Paris, v. 25, n. 6. p. 451-454, 1970.

TEIXEIRA, L. A.; SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, P. R. Banana. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1997. p. 131-132. (Boletim Técnico, 100).

TURNER, D. W.; BARKUS, B. The effect of season, stage of plant growth and leaf position on nutrient concentration in banana leaves on a krasnozen in New South Wales. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 50, n. 3, p. 229-233, 1973.

TURNER, D. W.; BARKUS, B. Loss of mineral nutrients from banana pseudostems after harvest. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, local, v. 14, n. 1, p. 113-117, 1974.

TURNER, D. W.; KORAWIS, C.; ROBSON, A. D. Soil analysis and its relationship with leaf analysis and banana yield special reference to a study at Carnarvon, Western Australia. **Fruits**, Paris, v. 44, n. 4, 193-203, 1989.