Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira
(Musa sp. AAA), ‘Grande Naine’ no primeiro ciclo de produção**

João Paulo Campos de Araujo

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de
concentração: Fitotecnia

Piracicaba

2008

João Paulo Campos de Araujo
Engenheiro Agrônomo

**Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira (Musa sp.
AAA), ‘Grande Naine’ no primeiro ciclo de produção**

Orientador:

Prof. Dr. **JOÃO ALEXIO SCARPARE FILHO**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia

Piracicaba

2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Araujo, João Paulo Campos de
Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira (Musa sp. AAA),
"Grande Naine" no primeiro ciclo de produção / João Paulo Campos de Araujo. - -
Piracicaba, 2008.
80 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Banana 2. Crescimento vegetal 3. Macronutrientes 4. Micronutrientes 5.
Nutrição vegetal . I. Título

CDD 634.772

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A Deus pelo dom da vida e pelos ensinamentos que proporciona em minha vida, propiciando a constante evolução, aos meus queridos pais pelo incessante apoio, amor e confiança, ao meu irmão, cunhada e sobrinho pela constante presença, carinho e incentivo, aos meus amigos por toda a ajuda e momentos de descontração e a minha noiva que sempre esteve presente ao meu lado, me dando amor, calma e serenidade, me fortalecendo compartilhando comigo de tantos momentos importantes.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, por nos proporcionar o dom da vida e nos iluminar e guiar nos caminhos nem sempre fáceis de serem trilhados.

Ao Prof. Dr. João Alexio Scarpate Filho, pela orientação, amizade, auxílio, compreensão e ensinamentos, nesses anos de verdadeira amizade.

Ao professor Dr. Quirino Augusto de Camargo Carmello, pelo auxílio nas análises laboratoriais e conhecimentos transmitidos, que contribuíram para elaboração desse trabalho.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, bem como ao Departamento de Produção Vegetal pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos e auxílio financeiro.

Aos funcionários e amigos do Departamento de Produção Vegetal: David, Éder, Aparecido, bem como às secretárias Elisabete Sarkis São João, Maria Célia Rodrigues, Luciane AP. Lopes Toledo pela ajuda, carinho, e apoio.

Às funcionárias do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas: Edinéia C. S. Mondoni, Lúcia H. S. P. Forti, Lurdes A. Dário de González, Nivanda M. Moura Ruiz, Bárbara L. B. de Oliveira e Sueli Bovi pela atenção, carinho e apoio dispensado.

Aos colegas de Pós-Graduação por toda ajuda e companheirismo nesses anos de curso. Em especial a Alessandro Rodrigues, Eduardo Girardi, Fábio Entelman, Daniel Manfredini e Carlos Eduardo Faroni.

A todos os professores do curso que direta, ou indiretamente auxiliaram na minha formação acadêmica e auxiliaram na elaboração dessa Tese.

Aos amigos da república Boi Babão pelos momentos de descontração, amizade e união fraterna.

Aos meus pais pela confiança, ajuda, incentivo, apoio e orientação para a vida, meus sinceros agradecimentos e minha eterna gratidão.

À minha noiva: Milena Salomão Peres por estar sempre ao meu lado, me incentivando, dando apoio nos momentos difíceis com palavras de conforto, e compartilhando de muitos momentos alegres.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Objetivo.....	10
2 DESENVOLVIMENTO.....	11
2.1 Revisão bibliográfica.....	11
2.1.1 Considerações gerais.....	11
2.1.2 Crescimento – massa seca.....	13
2.1.3 Macronutrientes.....	15
2.1.4 Micronutrientes.....	28
2.2 Material e métodos.....	31
2.2.1 Caracterização da área experimental.....	31
2.2.2 Caracterização das plantas.....	32
2.2.3 Definição dos tratamentos.....	33
2.2.4 Obtenção e preparo das amostras.....	33
2.2.5 Determinação de macro e micronutrientes.....	34
2.2.6 Delineamento experimental.....	34
2.3 Resultados e discussão.....	34
2.3.1 Parâmetros de crescimento.....	34
2.3.2 Massa seca.....	37
2.3.3 Macronutrientes.....	42
2.3.3.1 Nitrogênio.....	42
2.3.3.2 Fósforo.....	44
2.3.3.3 Potássio.....	46
2.3.3.4 Cálcio.....	49
2.3.3.5 Magnésio.....	51
2.3.3.6 Enxofre.....	53
2.3.4 Micronutrientes.....	57

2.3.4.1 Boro.....	58
2.3.4.2 Cobre.....	60
2.3.4.3 Ferro.....	62
2.3.4.4 Manganês.....	64
2.3.4.5 Zinco.....	66
3 CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS.....	72

RESUMO

Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira (*Musa* sp. AAA), 'Grande Naine' no primeiro ciclo de produção

O presente trabalho consistiu na determinação da marcha de absorção de macro e micronutrientes pela bananeira (*Musa spp*), cultivar Grande Naine durante o primeiro ciclo de produção. Foram amostrados os rizomas, pseudocaules, folhas e posteriormente inflorescências, mensalmente durante o ciclo da cultura, que nas condições do ensaio foi de dezesseis meses. Foram avaliadas as dimensões (diâmetro e comprimento) dos rizomas, altura das plantas, número de folhas, e massas frescas e secas desses órgãos. Após o oitavo mês de cultivo houve a necessidade de se obter sub-amostras das partes analisadas, operação essa realizada manualmente, uma vez que o volume amostrado excedia a capacidade da estufa de secagem. As amostras foram levadas para estufa de circulação forçada de ar até atingirem massas constantes. As análises dos teores de macro e micronutrientes seguiram o método preconizado por Sarruge ; Haag (1974). As plantas apresentaram acúmulo de massa seca inicialmente lento, tendo seu crescimento acentuado a partir do décimo mês após o transplântio. A ordem decrescente da extração dos macronutrientes pela planta foi: K>N>Ca>Mg>P>S, e a razão de extração foi: 89K: 17N: 10Ca: 6Mg: 2P: 1S. A ordem decrescente da extração de micronutrientes foi: Fe>Mn>Cu>Zn>B, e a razão de extração foi: 41 Fe: 10Mn: 3Cu: 2Zn: 1B. As equações de regressão que mais se adequaram para os rizomas, pseudocaul e folhas foram os modelos exponenciais, para as inflorescências, o modelo que mais se adequou foi a equação polinomial de terceiro grau. A reciclagem de nutrientes, a partir de um manejo adequado de órgãos, bem como a sua exportação junto com a colheita, deve ser levada em consideração em qualquer programa de adubação da bananeira.

Palavras-chave: Banana; Marcha de absorção; Macronutrientes; Micronutrientes

ABSTRACT

Growth and absorption nutrients march of banana tree (*Muse* sp. AAA), 'Grande Naine' in the first production cycle

This work consisted of the determination of the macro and micronutrients absorption march for the banana tree (*Muse spp*), cultivar Grande Naine during the first production cycle. Samples of rhizomes, pseudostem, leafs and later inflorescence, were taken monthly during the cycle of the culture, the cycle in the conditions of the study takes sixteen months. The rhizomes dimensions (diameter and length) had been evaluated, the plants height, leaf number, determination the fresh and dry masses of these parties. After the eighth month of start had the necessity of getting sub-samples of the analyzed parts, this operation carried manually, because the volume of the samples exceeded the capacity of the drying greenhouse. The samples had been taken for greenhouse until reaching constant masses. The macro and micronutrients analyses were made by Sarruge ; Haag (1974) method. The plants had presented initially slow accumulation of dry mass, growing accented from the tenth month after the transplantation. The decreasing order of the extraction of macronutrients was $K > N > Ca > Mg > P > S$ and the extraction reason was 89K: 17N: 10Ca: 6Mg: 2P: 1S. The decreasing order of the extraction of micronutrients was $Fe > Mn > Cu > Zn > B$ and the extraction reason was 41 Fe: 10Mn: 3Cu: 2Zn: 1B. The regression equations that if had more adjusted for rhizomes, pseudostem, and leafs had been the exponentials, for the inflorescence, the model that adjusted was the third degree polynomial equation. The nutrients recycling, from an adequate handling of agencies, as well as its exportation with the harvest, must be taken in consideration in any program of fertilization of the banana tree.

Keywords: Banana; Absorption march; Macronutrients; Micronutrients

1 INTRODUÇÃO

A bananeira pertence à Ordem *Scitaminea*, Família *Musaceae*, Sub-Família *Musoideae*, Gênero *Musa*, Sub-gênero *Eumusa*. A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo explorada na maioria dos países tropicais. É uma cultura de regiões tropicais e subtropicais, cujo centro de origem é o continente asiático.

Caracteriza-se por ser uma fruta rica no que diz respeito à sua composição. Cada 100g da fruta possui em média: 108,2 calorias; 1,2g de proteína; 0,2 g de gordura; 25,4 g de carboidratos; 9 mg de cálcio; 27 mg de fósforo; 0,6 mg de ferro; 50 mg de vitamina A; 11 mg de vitamina C; entre outros.

O maior produtor mundial de banana é a Índia, com aproximadamente 11 milhões de toneladas seguida pelo Brasil e China, ambos com 7 milhões de toneladas e o Equador com 6 milhões de toneladas (FAO, 2008). A produção no Brasil foi de 7.088.021 toneladas em 2006 e 6.974.291 toneladas em 2007, com produtividade média de 13, 647 kg.ha⁻¹ (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2008), sendo o estado de São Paulo o maior produtor nacional de bananas (IBGE, 2008); em 2005 foram colhidos cerca de 1,1 milhões de tonelada de frutos/ano, cultivadas em 54 mil ha, dos quais aproximadamente 65% se encontram no Vale do Ribeira (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA DO ESTADO DE SÃO PAULO - IEA, 2008), A principal variedade plantada no Estado de São Paulo é a Nanicão (Grupo AAA) e a segunda é a Prata (Grupo AAB). Destaca-se que, 99% da fruta produzida é consumida no mercado interno, fazendo parte do hábito alimentar da população brasileira.

A bananeira embora apresente ciclo vital bem definido, o seu modo de condução, em “família”, faz com que o seu cultivo se caracterize como cultura perene. Por ser uma planta de crescimento muito rápido, requer para o seu normal desenvolvimento e produção, de uma boa quantidade de nutrientes disponíveis no solo. Segundo Lopez e Espinosa (1995), a nutrição é um fator de produção de extrema importância para a bananeira devido à alta eficiência das plantas em produzir grandes quantidades de fitomassa em curto período de tempo. Os nutrientes necessários podem ser fornecidos, em parte, pelo solo e pela reciclagem no sistema solo-planta, entretanto, para obtenção

de produções economicamente rentáveis é imprescindíveis a aplicação de fertilizantes em quantidades e proporções adequadas ao extraído pela cultura (SOTO, 1992).

Segundo Malavolta et al. (1997) o interesse de se conhecer a marcha de absorção de nutrientes se prende aos seguintes fatos: determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos e em que, portanto, a adubação deve fornecê-los; possibilidade de se corrigir deficiências eventuais; avaliação do estado nutricional por meio da variação na composição de órgãos representativos.

A otimização da adubação requer o conhecimento detalhado da distribuição de nutrientes dentro das plantas. Na bananeira, esta distribuição tem uma complexidade maior que em outras culturas em decorrência do seu modo de crescimento e de sua propagação (KURIEN et al., 2000).

1.1 Objetivo

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento (diâmetro e comprimento do rizoma, altura das plantas, número de folhas, e produção de massa seca); determinar a marcha de absorção de macro e micronutrientes para a cultura da bananeira, cultivar Grande Naine (Grupo AAA), durante o primeiro ciclo de produção, como ainda estabelecer as relações entre os nutrientes extraídos pelas plantas.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 Considerações gerais

A bananeira necessita de solos férteis para um bom desenvolvimento, e a produção continuada exige adubação, para reposição dos nutrientes exportados com a colheita (RAGHUPATHI et al., 2002). A otimização da adubação requer o conhecimento detalhado da distribuição de nutrientes dentro das plantas. Na bananeira, esta distribuição tem uma complexidade maior que em outras culturas por seu modo de crescimento e de propagação (KURIEN et al., 2000). As plantas se desenvolvem a partir de uma gema localizada no rizoma, que dão origem ao sistema aéreo. A gema apical está sempre em processo de multiplicação, no qual são produzidos uma folha (bainha, pecíolo e lóbulos foliares), e sua respectiva gema lateral de brotação. Isso ocorre durante um prazo definido pelas condições ecológicas, nutricionais e genéticas. O processo é contínuo e extremamente dinâmico, uma bananeira adulta apresenta sempre ao seu redor, em condições naturais, outras bananeiras em diversos estádios de desenvolvimento. Esse conjunto de bananeiras interligadas, com diferentes idades, oriundas de uma única planta e crescendo desordenadamente, denomina-se touceira. Essa característica de constante renovação das plantas é que permite dizer que os bananais têm vida permanente, apesar das bananeiras possuírem um ciclo de vida perfeitamente definido (MOREIRA, 1999).

Discorrendo sobre o estudo da cultura da bananeira Martin-Prével (1980) informa que, desde 1807 essa fruteira vem sendo estudada por diversos pesquisadores, em várias regiões do mundo, sendo que, apenas em 1902, foram publicados trabalhos com resultados da análise de nutrientes em duas cultivares de bananeiras, da Argélia, na fase de colheita. Entretanto, somente vinte e sete anos depois, Martin-Prével (1962) publicou os primeiros balanços nutricionais obtidos com a cv. Nanica em diferentes estágios de desenvolvimento.

A adubação da bananeira é prática corrente, considerando que a nutrição é fator de produção de importância devido à alta quantidade de biomassa produzida em curto espaço de tempo (LOPEZ; ESPINOSA, 1995, 1998) e para que alcance maior

produtividade (MARTIN-PRÉVEL, 1977). Os fertilizantes constituem um dos principais componentes do custo de produção da cultura (MAIA et al., 2003). Entre os nutrientes mais carentes nos bananais, o fósforo, acha-se presente nos solos brasileiros em concentrações baixas e com alta proporção em formas químicas pouco disponíveis às plantas (NOVAIS; SMYTH, 1999).

A bananeira é uma planta exigente em nutrientes, não só por produzir grande massa vegetativa, mas também por apresentar elevadas quantidades de elementos absorvidos pela planta e exportados nos frutos (SILVA et al., 1999).

O conteúdo mineral da banana é fortemente influenciado pelo local em que é cultivada. O conteúdo mineral dos solos deve ter a maior influência na composição mineral das bananas. (FORSTER et al., 2002).

As recomendações utilizadas no nosso País para a adubação da bananeira têm seus méritos, mas apresentam a desvantagem de não considerarem que as doses recomendadas dos nutrientes variam continuamente com a produtividade esperada, com o teor e com a capacidade tampão do nutriente no solo (OLIVEIRA, 2002). Essas recomendações apresentam forte empirismo envolvido na sua constituição e a falta de perspectivas futuras quanto a uma evolução mais bem sustentada cientificamente (NOVAIS; ALVAREZ, 2000). Assim, propõe-se que as recomendações de adubação para a cultura da bananeira sejam mais confiáveis do ponto de vista técnico e, principalmente, mais propensas a ajustes com bases científicas, em relação às recomendações, mediante o desenvolvimento e utilização de sistemas para recomendação de adubação baseados em modelos matemáticos (TOMÉ JUNIOR; NOVAIS, 2000; OLIVEIRA, 2002; TOMÉ JUNIOR, 2004).

Segundo Gutierrez (1983) a bananeira é uma planta sensível ao desequilíbrio nutricional. Para elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos de banana, é importante manter no solo o equilíbrio entre os nutrientes, evitando que ocorra consumo excessivo de um elemento, induzindo deficiência de outro.

O conhecimento da exigência nutricional e da marcha de absorção dos nutrientes por meio de órgãos representativos nas plantas é importante para se estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas, obtendo assim os melhores rendimentos (GUPTA, 2001).

2.1.2 Crescimento – Massa Seca

Na África, trabalhando com a cv. Nanica em cinco estádios de desenvolvimento (5,8 e 15 folhas floração e colheita) Martin-Prével (1962) encontrou maiores porcentagens de matéria seca no rizoma no primeiro estádio, nas folhas durante o segundo, terceiro e na floração, e maiores porcentagens de matéria seca no cacho, na colheita. No cacho, folhas, rizoma, pecíolo e engaço estão contidos, respectivamente, cerca de 38%, 13%, 7%, 5% e 4% da matéria seca acumulada pela bananeira, do plantio à colheita, em média. Posteriormente, Martin-Prével e Montagut (1966) voltaram a estudar o comportamento dessa cultivar, nas Antilhas Francesas, e em outros estádios de desenvolvimento (plantio, 210 dias após o plantio, floração e colheita). Concluíram que até 210 dias após o plantio, floração e colheita, a bananeira acumula cerca de 15%, 25% e 60% de matéria seca, respectivamente; no estádio de colheita, o cacho apresenta quase 50% da matéria seca contida na planta inteira. Por sua vez, Gallo et al. (1972), no Estado de São Paulo, confirma que o cacho é o órgão que mais acumula matéria seca, no estádio de colheita. Constataram ainda que, nesse estádio, bananeiras da cv. Nanica apresenta uma redução no teor de matéria seca nos órgãos vegetativos em relação ao de floração e que a seqüência de acúmulo foi de cacho>pseudocaule>folhas>engaço>botão floral. Na Índia, Chattopadhyay e Mallik (1977) analisando bananeiras da mesma cultivar, observaram que, no estádio de 8 folhas, o pseudocaule, o pecíolo, o rizoma e as folhas possuíam em torno de 6,4%, 7,6%, 11,2% e 26,7% de matéria seca; e no de 19 folhas, os mesmos órgãos acumularam 7,7%, 9,6%, 13,5% e 30,4%, ambos respectivamente.

Joseph (1971) estudando a cv. 'Basrai' na Malásia, na fase de floração, apresentou as seguintes quantidades de matéria seca, em gramas: pseudocaule = 2.303, rizoma = 1.331, folhas = 558, pecíolo = 312 e engaço = 113. A mesma cultivar, na Índia, foi analisada por Jauhari et al. (1974), aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio, constatando-se que ocorre um maior acúmulo de matéria seca entre 30 e 60 dias e uma quase estabilização entre 90 e 120 dias; a ordem de acúmulo total foi folhas>rizoma>pseudocaule; a taxa de acúmulo entre 30 e 60 dias foi maior no rizoma e

entre 60 e 120 dias no pseudocaule; o maior ganho de matéria seca total ocorreu entre 30 e 60 dias, após o plantio.

Em trabalho realizado por Twyford e Walmsley (1973) no Caribe, analisaram diversos órgãos de cv. Robusta em seis diferentes locais e estádios de desenvolvimento. Concluíram que existe um efeito marcante do local de cultivo na quantidade de matéria seca acumulada pela bananeira; a partir do estádio de floração, em apenas um local houve ganho de matéria seca total, em dois, manteve-se estável e, em três, decresceu; do total acumulado pela bananeira, o rizoma, o pseudocaule, as folhas, o cacho e o pecíolo foram responsáveis por quase 39%, 24%, 23%, 11%, 3%, respectivamente; a maior taxa de acúmulo de matéria seca ocorreu na fase vegetativa, especialmente entre o plantio e 150 dias após; de um modo geral, os órgãos que mais acumularam matéria seca, entre o plantio e 75 dias após, foram as folhas; entre 75 dias e floração, foi o pseudocaule; e entre floração e colheita, foi o cacho, que inclusive apresentou a maior taxa entre todos os órgãos; na fase de colheita, a ordem de acúmulo de matéria seca foi cacho > pseudocaule > folhas > rizoma > pecíolo > botão floral, à exceção de um local, onde o pseudocaule superou o cacho.

Em dois ensaios executados na Austrália com a cv. Williams, do grupo AAA, no estádio de colheita Turner e Barkus (1983) verificaram que os cachos da planta matriz, do primeiro e do segundo rebentos acumularam diferentes quantidades de matéria seca, em função da época de colheita. Detectaram que baixos teores de K provocam redução da matéria seca total da bananeira, principalmente do cacho, porém o efeito de baixos teores de Mg é mais pronunciado para a bananeira; a folha apresentou mais matéria seca do que os demais órgãos, seguida de perto pelo cacho. Por sua vez, a cv. Poyo foi plantada em solos orgânicos da Costa do Marfim e analisados por Lassoudière (1980), em quinze estádios de desenvolvimento, sendo seis após a floração, do plantio à colheita do segundo ciclo produtivo. Constatou que o primeiro ciclo produtivo apresenta um comportamento diferente do segundo, em relação ao acúmulo de matéria seca pela bananeira, sobretudo na fase vegetativa (do plantio à floração); o aumento da matéria seca total é, no mínimo, 20 a 30 dias após a floração, elevando-se consideravelmente cerca de dois meses antes da colheita, principalmente devido ao ganho de matéria seca do cacho; o peso da matéria seca das folhas se reduz

ligeiramente do estágio de floração até ao de colheita; existe uma correlação entre o número de frutos do cacho e o peso de certos órgãos vegetativos das bananeiras dessa cultivar.

Valsamma e Aravindakshan (1981) estudando a cv. 'Palaynkodan' na África verificaram que essa cultivar apresenta maior acúmulo de matéria seca no período entre três meses após o plantio e a floração, e que, até a colheita, foi acumulada de 4,59 a 5,88 kg.bananeira⁻¹.

2.1.3 Macronutrientes

Coelho (1994) cita que o conhecimento da absorção e acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, identificando as épocas em que os elementos são exigidos em maiores quantidades é muito importante. Segundo o mesmo autor, embora a marcha de absorção de nutrientes seja afetada pelo clima, cultivares e sistemas de cultivos, de modo geral, pode-se dizer que os nutrientes são absorvidos em função do ciclo, sendo as diferenças observadas nas velocidades de absorção em função do ciclo na translocação das folhas e dos caules para órgãos reprodutivos.

A absorção e exportação (frutos e engaço) de nutrientes pela cultura foram objetos de estimativa de diversos trabalhos, todavia, existe grande variação entre os valores determinados pelos diversos autores. Fatores como variedade, manejo da cultura, condições edafoclimáticas e métodos de amostragem empregados em cada trabalho têm muito efeito sobre os resultados obtidos. Para cultivos comerciais, com rendimentos de frutos de 50 t.ha⁻¹.ano⁻¹, em solos minerais e empregando-se variedades do subgrupo Cavendish, têm-se os seguintes valores médios para absorção pela planta (biomassa total, exceto raízes) e exportação (frutos mais engaço) de nutrientes, respectivamente: 388 e 189 kg.ha⁻¹ de N; 52 e 29 kg.ha⁻¹ de P e 1438 e 778 kg.ha⁻¹ de K (LAHAV, 1995).

Na Tabela 1 estão apresentados os valores dos teores dos nutrientes e suas respectivas faixas de classificação.

Tabela 1 – Faixa de teores foliares na matéria seca de bananeira

	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	B
	-----g.kg ⁻¹ -----					-----mgkg ⁻¹ -----		
D	< 26	< 1,3	< 1,3	< 5	< 2	< 1	< 14	<10
M	26 – 27	1,3 – 1,9	25 – 30	5 – 7	2 – 2,9	1 – 2	14 – 20	10 – 19
Ad	28 – 40	2 – 2,5	30 – 40	8 – 12	2 – 4,6	2,3 – 2,7	21 – 35	20 – 80
A	-	> 2,5	> 40	> 12	> 4,6	> 2,7	> 35	81 – 300
T	-	-	-	-	-	-	-	> 300

D = deficiente, M = marginal, Ad = adequado, A = alto, T = tóxico.

Reuter e Robinson (1997)

Diversos resultados sobre absorção de macronutrientes em várias cultivares de bananeiras do grupo AAA, subgrupo Cavendish, obtidos por pesquisadores de todo o mundo, foram sumarizados por Twyford (1967). Ele constatou uma relação média de 4N: 1P : 13K :4Ca : 2Mg, porém verificou diferenças no total absorvido, especialmente de N e K. A seqüência de absorção observada foi K>N>Ca>Mg>P e os teores absorvidos, em gramas/bananeira, foram 317 K, 89 N, 85 Ca, 56 Mg e 23 P, em média. Posteriormente, Warner e Fox (1977) também constataram que a bananeira é reconhecidamente exigente em potássio e nitrogênio, fato devidamente confirmado por Martin-Prével (1980), em uma revisão mais abrangente que envolveu vários grupos, subgrupos, cultivares e países. Observou ainda que existem diferenças acentuadas na absorção de cálcio e magnésio, considerando que as mesmas se devem aos diferentes tipos de solo, porém confirmou que a absorção de fósforo é relativamente baixa, especialmente durante o processo inicial de desenvolvimento vegetativo da planta.

Lahav e Turner (1983) e Lahav (1995) estabeleceram níveis críticos (NC) para as concentrações de elementos em tecido foliar de bananeira com base em resultados de vários experimentos com bananeira realizados em diversas condições de cultivo. Segundo os autores, esses padrões têm-se mostrado consistentes e úteis para diagnosticar deficiências.

Em relação ao potássio, tem-se observado resposta na produção, recomendando-se até 962 kg de K₂O ha⁻¹ano⁻¹ para 'Prata-Anã' (SILVA et al., 2003), 370 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O para bananeira 'Pioneira' (BRASIL et al., 2000), 665 a 770

kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹ para 'Grande Naine' (SOUZA et al., 2004), enquanto para o N, algumas vezes, não se obtém aumento na produção (MAIA et al., 2003; SOUZA et al., 2004). Segundo Lahav e Turner (1983), o K é o nutriente mais encontrado nos frutos da bananeira. Com isto, sua exigência é maior na época de formação do cacho.

Lacoeuilhe (1974) comenta que o potássio exportado com a colheita é relativamente constante, nas cultivares do subgrupo Cavendish. No entanto, observou que nos solos com teores mais elevados desse elemento houve uma maior absorção pelas bananeiras, à medida que se forneceu mais nitrogênio. Também notou que as imobilizações relativas de potássio tendem a diminuir à medida que as bananeiras ficam mais velhas e que a relação K/N varia pouco com a idade das mesmas. Por sua vez, Warner e Fox (1977) afirmaram que a bananeira requer o potássio em quantidade superior ao nitrogênio e que sua deficiência limita o número de folhas verdes e o desenvolvimento da planta. Segundo eles, para que os bananais tenham um alto rendimento é necessário um balanceamento adequado de N : P : K, estabelecido em 9 : 2 : 35, como apropriado para todos os estádios de desenvolvimento da cv. Robusta (Grupo AAA), sendo que o nitrogênio é especialmente importante durante os três primeiros meses de vida.

O nitrogênio, depois do potássio, é o elemento mais exigido pela bananeira (SILVA, 1994). Ele é mais importante no início do desenvolvimento da planta até a emissão da inflorescência; além disso, influencia não somente o número de frutos e de pencas por cacho, como também o desenvolvimento radicular quando associado ao potássio (GOMES, 1988).

As exigências de nitrogênio e potássio da cultura são função de variedade e do seu potencial produtivo (SOTO, 1992). De acordo com os resultados de muitos experimentos conduzidos na América Central com a variedade Gros Michel e Butler (1960) concluiu que somente poderiam ser esperadas respostas economicamente importantes à aplicação de nitrogênio; o uso de potássio e/ou fósforo não determinou efeitos significativos no rendimento de frutos. Por outro lado, a substituição da 'Gros Michel' (AAA) por clones do subgrupo Cavendish trouxe alguns problemas relacionados à nutrição Hasselo (1961) descreveu e identificou a causa do amarelecimento precoce de folhas em 'Lacatan' (AAA, subgrupo Cavendish) cultivada em substituição à 'Gros

Michel'. Esse autor relacionou tal distúrbio a teores baixos de K no tecido foliar, decorrentes de adubações que empregavam formulas com proporções de N:K de 2:1, até então recomendadas para 'Gros Michel'.

Em experimento conduzido por Guerra et al. (1986), com a banana-"Branca" (Subgrupo Prata), verificaram que não houve efeito do N no peso do cacho; entretanto, para o potássio, observaram aumento significativo em relação à testemunha a partir da dose de 400 kg de K₂O/ha. Ferreira (1995) verificou que o excesso de calagem na bananeira cultivar "Myssore" resultou em queda na concentração do potássio na folha, com decréscimo no peso do fruto e no peso do cacho.

O desbalanço entre N e K causa problemas na pós-colheita, pois o baixo suprimento de potássio favorece o acúmulo de nitrogênio amoniacal, que induz o amadurecimento precoce e a produção de frutos magros. O excesso de N atrasa a emergência do cacho, o que favorece a produção de cachos fracos e pencas separadas. Nos vários países produtores de banana, as doses de potássio recomendadas variam de 100 a 1200 kg de K₂O ha⁻¹ano⁻¹ e a de nitrogênio de 100 a 600 kg de N ha⁻¹ano⁻¹.

O cálcio é absorvido pelas raízes como Ca²⁺ e sua concentração na solução do solo pode ser dez vezes maior que a concentração de potássio, porém no interior das plantas não se verifica o mesmo, pelo fato de sua absorção diminuir competitivamente pela presença de outros cátions, tais como K⁺ e NH₄⁺, que são absorvidos rapidamente pelas raízes (MENGEL; KIRKBY, 2001). O principal mecanismo envolvido na absorção desse nutriente é o fluxo de massa, sendo assim o cálcio é considerado imóvel quanto à redistribuição, fazendo com que os sintomas de deficiência surjam primeiramente nas folhas novas da planta, havendo deformação e clorose foliar e, nos estágios mais avançados um amolecimento do tecido devido à alteração na estrutura da parede celular (MENGEL; KIRKBY, 1987).

O cálcio pode ser considerado um nutriente estrutural da planta, pois é um dos principais integrantes da parede celular, onde os pectatos de cálcio existentes na lamela média são essenciais para o fortalecimento da parede celular e dos tecidos da planta (MARSCHNER, 2005). A plasticidade da parede celular depende de um

fornecimento adequado de cálcio para a formação de ligações cálcio-pectina (TING, 1982).

O cálcio também exerce inúmeras funções no crescimento e desenvolvimento vegetal. O atraso no amadurecimento de frutos e na senescência e abscisão foliar, a melhoria da qualidade dos frutos e hortaliças e as alterações na resposta geotrópica, na fotossíntese e em outros processos como divisão celular, movimentos citoplasmáticos e aumento do volume celular são apenas algumas funções do cálcio nas plantas (MALAVOLTA et al., 1997).

Os níveis adequados de nutrientes encontrados pela análise foliar ainda não foram estabelecidos para a bananeira. Porém, alguns autores admitem faixas adequadas para macros e micronutrientes, nas condições em que foram determinadas, observando-se grande variação nas informações apresentadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Faixas de concentrações de nutrientes observadas em folhas de bananeira em diferentes estudos

Nutriente	1	2	3	4	5
N (g.kg^{-1})	35-45	28-40	26	27-36	27-36
P (g.kg^{-1})	2-4	2-2,5	2,2	1,8-2,7	1,6-2,7
K (g.kg^{-1})	38-50	31-40	28	30-54	32-54
Ca (g.kg^{-1})	8-15	8-12	6	2,5-12	6,6-12
Mg (g.kg^{-1})	2,5-8	3-4,6	3	3-6	2,7-6
S (g.kg^{-1})	2,5-8	2,3-2,7	2	2-3	1,6-3
Cl (g.kg^{-1})	-	8-9	-	-	9-18
Fe (mg.kg^{-1})	76-300	70-200	100	80-360	80-360
Mn (mg.kg^{-1})	100-1000	1000-2200	88	20-200	200-1800
Zn (mg.kg^{-1})	20-200	21-35	20	20-50	20-50
Cu (mg.kg^{-1})	6-25	7-20	8	6-30	6-30
B (mg.kg^{-1})	10-50	20-80	15	10-25	10-25

1) Jones Jr. et al. (1991); 2) Robinson (1986); 3) Ribeiro et al. (1999); 4) Prezotti (1992); 5) Teixeira et al. (1997).

Segundo Martin-Prével (1984), ocorre uma variação relativamente pequena no conteúdo de N, P, K nos cachos das bananeiras, em relação aos cultivares e meio ambiente, enquanto que o Ca e Mg variam bem mais. Dessa forma, as exportações através das colheitas não podem servir de orientação para um programa de fertilização básica com esses dois elementos. O autor compilou os resultados das análises de 6.000 amostras dos diversos órgãos de bananeiras do grupo AAA, cultivadas em

diferentes condições ecológicas, concluindo que: o nitrogênio é mais necessário do início do desenvolvimento das folhas, até a emissão da inflorescência, com sensível redução na sua absorção até a colheita, 2/3 do potássio é absorvido da fase de indução floral à colheita; o pseudocaulo absorve maiores quantidades de potássio e menores de nitrogênio, enquanto que, com as folhas, acontece o inverso; as necessidades de fósforo são quantitativamente pequenas, ocorrendo principalmente do estágio inicial de desenvolvimento das folhas até a emissão da inflorescência, com sensível redução na sua absorção até a colheita; 2/3 do K é absorvido do estágio de indução floral à colheita.

Martin-Prével (1962) publicou resultados das análises de rizoma, pecíolo, folha, engajo, botão floral e cacho, de cinco bananeiras da cv. Nanica, realizadas na Guiné, em cinco estádios de desenvolvimento. Nas conclusões, destacou que o K atinge teores extraordinários em todos os órgãos analisados; ocorre uma grande diversidade na composição de nutrientes dos órgãos de uma mesma planta; a distribuição de N, P, K, Ca, Mg nos órgãos é bastante influenciada pelos fatores ecológicos, especialmente períodos secos, que podem provocar concentração dos mesmos; o cacho absorve 37% N, 50% P, 46% Mg, 25 a 30% K e 10% Ca, do total absorvido pela planta toda; apenas o N é absorvido em maior quantidade na fase inicial de desenvolvimento. Em trabalho complementar a esse estudo Montagut e Martin-Prével (1965), nas Antilhas Francesas, concluíram que, até 210 dias após o plantio, a bananeira cv. Nanica acumulou cerca de 40% P, 20% N, 20% K, 20% Ca e 20% Mg; até 280 dias (floração) atingiu quase 80% Mg, 70% K e 60% P; até a colheita foi consumido o restante; a absorção de N aumentou rapidamente no período de dois meses após o plantio até a indução floral, que coincide com uma maior emissão foliar; a absorção de P cresceu a partir do terceiro mês e quase cessou na emissão da inflorescência, quando houve acúmulo de quase todo o P necessário à nutrição da planta; a absorção de K aumentou em torno de 20 vezes, dos quatro a cinco meses após o plantio até a floração; a absorção de Ca elevou-se à medida que a bananeira envelheceu e a do Mg ocorreu em quantidades variáveis, porém proporcionais ao material vegetal produzido. Complementando os resultados do ensaio, Martin-Prével e Montagut (1966) citam que, da fase de floração à colheita, a absorção do N e K diminuem, porém continuam ocorrendo e a do P é

mínima, havendo maior redistribuição. Segundo eles, os órgãos vegetativos fornecem a maioria do K necessário à formação do cacho, que também apresenta um maior teor de N, em função do incremento da matéria seca e da redistribuição de carboidratos.

Em estudo feito por Gallo et al. (1972) no Estado de São Paulo, usando cv. Nanica, nos estádios de floração e colheita, sendo analisadas amostras de pseudocaule, folhas, engaço, botão floral e frutos, concluindo-se que o K é o nutriente absorvido em maiores quantidades, precedido pelo N, sendo que estes são encontrados em maior teor no cacho, juntamente com o P; o pseudocaule foi responsável pela maior absorção de Ca e Mg; no estádio de colheita, houve uma menor proporção de nutrientes nos órgãos vegetativos em comparação com o cacho, possivelmente devido à sua redistribuição; no estádio de floração, os teores de N e Mg no engaço foram acentuadamente maiores do que no de colheita. Constataram, ainda, a seguinte ordem de extração, no estádio de colheita: $K > Ca > N > Mg > P$ no pseudocaule; $K > N > Ca > P > Mg$ no engaço; $K > N > Ca > Mg > P$ no botão floral; $K > N > Mg > Ca > P$ no cacho; e, também, que os maiores teores de N, P e K ocorrem no engaço e botão floral, os de Ca na folha e pseudocaule e os de Mg no pseudocaule e botão floral; os menores teores de N e P são encontrados no pseudocaule, de K nas folhas de Ca no cacho e de Mg no cacho e engaço.

Fernandez-Caldas et al. (1973) e Bravo et al. (1980), também analisaram a cv. Nanica, nas Ilhas Canárias, nas fases de diferenciação floral e floração e em ambas, junto com a fase de colheita, respectivamente. Os primeiros estudaram a variação nos teores de K, Ca e Mg entre essas fases, verificando que apenas o Mg permanece mais ou menos constante. Também observaram que existe uma grande interação entre K/Mg, independente da idade da planta, e que ela se manifesta com mais evidência do que entre K/Ca. Os segundos autores, pesquisando em locais diferentes, chegaram a conclusões idênticas quanto à interação e a variação desses nutrientes. Constataram ainda que, nas regiões com produção de cachos mais pesados, não ocorria uma redução tão acentuada do K, entre as fases de diferenciação e floração. Nesse período foram encontrados os maiores teores de K e os menores de Ca, levando-os a deduzir que as exigências dessa cultivar em K são pequenas na fase anterior à diferenciação floral e aumentam à medida que se aproxima da emissão da inflorescência, ocorrendo o

inverso com o Ca. Ainda com a mesma cultivar, foram estudados trabalhos na Índia (CHATTOPADHYAY; MALLIK, 1977), Venezuela (RAMIREZ et al., 1978) e Cuba (GARCIA et al., 1980). Na Índia, analisou-se folha, pecíolo, pseudocaule e rizoma nos estádios de 8 a 19 folhas abertas, concluindo-se que as folhas e os pecíolos absorvem maiores teores de N do que o pseudocaule e rizoma; o K é o nutriente absorvido em maior quantidade nos dois estádios, seguido do N, Ca e P. Na Venezuela, a planta matriz foi amostrada seis meses após o plantio e na floração, e o primeiro filhote, aos cinco meses após a colheita, na diferenciação floral e floração, concluindo-se que, na planta matriz, o N tendeu a se reduzir com a idade, o K aumentou e o P permaneceu estável, sendo que o K foi novamente o elemento absorvido em maior quantidade e que, no primeiro filhote, houve uma redução na absorção dos nutrientes na fase de diferenciação floral, floração e trinta dias após a floração, sendo possível concluir que, à medida que as bananeiras foram se desenvolvendo, houve redução no conteúdo de N e K, aumento no Ca e o P e Mg permaneceram quase constante e que ocorreu uma progressiva substituição do K pelo Ca.

O nitrogênio é muito importante para a bananicultura, atuando sobre o crescimento vegetativo, emissão dos rebentos, além de aumentar a quantidade de matéria seca (BORGES et al., 1999). Brasil et al. (2000), estudando adubação nitrogenada e potássica em bananeira, observaram que até os 240 dias de plantio, apenas o N influenciou a circunferência do pseudocaule e altura da planta. Silva et al. (2000), trabalhando com adubação nitrogenada na cultivar Terra, observaram que, no primeiro ciclo da cultura, a adubação nitrogenada influenciou a altura da planta, o número de frutos por cacho e diâmetro médio dos frutos, sendo que a maior produtividade foi obtida com 231 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Joseph (1971), na Malásia, Shawki et al. (1974), no Egito e Jauhari et al. (1974), na Índia, estudaram a absorção de macronutrientes pela cv. 'Basrai'. O primeiro analisou as partes da bananeira no estágio de colheita, concluindo que as folhas e casca dos frutos absorvem mais N; o pseudocaule é o órgão com maior teor de K, Ca e Mg; os nutrientes mais consumidos pela cultivar, nessa fase, são K>Mg>N>Ca>P. Os segundos autores pesquisaram os estádios de 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após o plantio e constataram que nas folhas e pecíolo a absorção de N e P aumentam até 90

dias e se reduzem posteriormente; a de K cresce até 150 dias e depois se estabiliza; o K é o nutriente mais absorvido nos seis estádios de desenvolvimento. Os últimos trabalharam com folhas, pseudocaule e rizoma nos estádios de 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio, encontrando que as folhas absorveram mais N, Ca e Mg, em todos os estádios e o pseudocaule mais K e P; a seqüência de absorção foi $K > Ca > N > Mg > P$; a absorção total de K aumenta a partir dos 90 dias e a do N, Ca e Mg desde os 30 dias, enquanto que a do P diminui após 60 dias.

Em Israel (LAHAV, 1972; LAHAV; TURNER, 1983) e Austrália (TURNER; BARKUS, 1981, 1982, 1983) foi estudada a cultivar Williams. Em 1972, nas fases de floração e colheita, constatou-se que o teor de K no rizoma, engaço, botão floral e cacho é muito elevada e é função da sua redistribuição a partir das folhas e pseudocaule, principalmente; a concentração do K, Ca e Mg é mais elevada no pecíolo do que nas folhas, quando a taxa de absorção é intensa, porque elas são órgãos de transporte, juntamente com o pseudocaule, já em 1983 verificou-se que absorção de Ca é influenciada pelo seu índice de disponibilidade no solo e considerou-se 0,7 mg como um valor próximo do ótimo, o P e K são mais exportados pelas colheitas do que restituídos ao solo pelos restos da cultura. Turner e Barkus (1973) observaram que o pseudocaule da planta matriz é capaz de fornecer 66% do K, 46% N e 41% P necessários à nutrição do primeiro filhote, em um período de 100 dias após o plantio, fato que não ocorre com o Mg. Já em 1982, analisando os cachos da bananeira matriz, do primeiro e segundo filhotes, na fase de colheita, concluíram que o teor de macronutrientes é bastante influenciada pela matéria seca, ou seja, à medida que ela aumenta ou diminui, o mesmo pode ocorrer com os nutrientes, especialmente K e P; o cacho do segundo filhote consome mais nutrientes do que os demais, exceto Mg; o K é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo cacho, nos três casos; um menor teor de K disponível favorece um aumento na concentração de N, P, Ca e Mg no cacho. Posteriormente, os mesmos autores (TURNER; BARKUS, 1983) estabeleceram a proporção 1,0N: 0,2P: 3,3 K: 0,83 Ca: 0,23 Mg e a seqüência de absorção $K > N > Ca > Mg > P$, para esta cultivar. Verificaram, ainda, que os nutrientes com consumo de luxo são armazenados nas folhas e redistribuídos ao cacho; a distribuição do K

dentro da bananeira não foi afetada pelo seu suprimento; os maiores teores de N e Ca são encontrados nas folhas, de P e Mg, no pseudocaule, e do K, no cacho.

A bananeira é considerada exigente em macronutrientes, principalmente em N e K. Borges et al. (2003) relataram a exportação de 1,9 kg de N e 5,2 kg de K t⁻¹ de cachos produzidos. O N tem grande importância do início do desenvolvimento até a emissão da inflorescência, havendo uma redução da sua absorção até a colheita (MARTIN-PRÉVEL, 1977).

Messing (1974, 1978) publicou resultados alcançados com a cv. Nanicão, após cinco anos de análises das folhas e pecíolos, no estágio de floração, em quatro tipos de solos, nas Antilhas Inglesas. Foi possível concluir que existe um mecanismo de manutenção do balanceamento de K, Ca, Mg na planta, sendo que o excesso de um induz a deficiência de outro; o conteúdo de Ca nas folhas apresentou maiores flutuações do que os de K e Mg; o teor de Mg nas folhas tem estreita relação com o mesmo no solo. O autor notou, ainda, que essa cultivar é muito exigente em K e que os níveis desse elemento, nas folhas e pecíolos, foram muito variáveis, talvez porque representem um estágio transitório, que é bastante afetado pelas condições que facilitam sua absorção e redistribuição. Outros trabalhos foram realizados com a cv. Nanicão, na Holanda, Equador e Costa Rica por Vorm e Diest (1982), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuárias (1982) e Hernandez et al. (1985), respectivamente. Os primeiros trabalharam em casa de vegetação e coletaram amostras de folhas, pecíolos, e rizoma, doze meses após o plantio, constatando que N, P e K foram fortemente redistribuídos para os outros órgãos, a partir das folhas mais velhas, sendo que Mg o foi moderadamente; não houve redistribuição de Ca. Por outro lado, em onze diferentes locais do Equador, verificou-se que as folhas apresentam baixos níveis de Ca, em relação ao esperado, e que a sequência de absorção é K>N>Ca>Mg>P. Finalmente, os últimos autores analisaram folhas, mensalmente, durante treze meses, concluindo que os teores de N variaram de 2,13 a 3,35% e foram maiores nos meses de maior temperatura e precipitação; os de P oscilaram entre 0,09 e 0,32%, destacando-se nos meses de maior temperatura e menor precipitação; os de K estiveram entre 3,0% a 4,4% com maiores valores nos meses de menor precipitação e maior temperatura; os de Ca variaram de 1,24 a 1,84% e foram mais elevados nos

meses de maior precipitação; os teores de Mg estiveram entre 0,19 e 1,08% não foram afetados pelo clima e apresentaram uma sensível redução, a nível foliar, com o aumento da idade das bananeiras.

Walmsley e Twyford (1968) observaram que a cv. Robusta, nas Antilhas Inglesas, apresentou uma maior absorção de P na fase vegetativa, quando estava se desenvolvendo vigorosamente, e concluíram que o nutriente deve ser utilizado, com mais eficiência, no período de noventa dias, após o plantio até o florescimento. Segundo Machado (1953), as bananeiras dessa cultivar absorvem apenas 20% de suas necessidades em macronutrientes, na fase vegetativa, e que a exportação de K, Ca e Mg foi de 80 a 90% do total, entre os estádios de floração e colheita. Com a mesma cultivar, foi realizado outro trabalho em seis diferentes locais do Caribe Oeste, cujos resultados foram publicados por Twyford e Walmsley (1974 a, b). Foram analisados vários órgãos para verificar o comportamento de macronutrientes, em cinco diferentes estádios de desenvolvimento (muda; 2,5 e 5 meses após o plantio; floração; colheita), chegando-se às seguintes conclusões: no primeiro estágio o rizoma foi muito mais rico em N e pouco mais em K e Mg, o pseudocaule foi mais rico em Ca e não houve diferença entre ambos quanto ao P; no segundo, houve altas concentrações de Ca no pseudocaule e de N, P, K e Mg nas folhas e rizoma; no terceiro, houve apenas uma menor assimilação de Mg pelo rizoma; na floração, o pseudocaule aumentou sua absorção em Mg e K; na colheita, apenas o cacho aumentou sua absorção de N, P e K; do primeiro até o terceiro estágio ocorreu um grande incremento na taxa de absorção líquida de nutrientes, em todos os órgãos amostrados; do terceiro à floração apenas o P e K no pecíolo e Mg no rizoma, tiveram sua taxa reduzida; da floração à colheita, a taxa de absorção líquida dos órgãos vegetativos foi sempre menos do que os produtivos, sendo que a do Ca foi relativamente baixa em todos os órgãos. Constataram, ainda, que na fase vegetativa (da muda à floração), os órgãos com desenvolvimento mas rápido são ricos em N, P, K; a concentração de Ca foi maior nas folhas, pecíolo e pseudocaule, e de Mg no pecíolo e pseudocaule, a de P no rizoma e folhas, a de N nas folhas, rizoma e pseudocaule; os teores de K em todos os órgãos decresceram com o tempo, variando conforme o estágio; Ca e Mg aparecem em teores mais elevados na maioria dos órgãos em relação à outra fase; na fase reprodutiva (floração à colheita), o

teor de N diminuiu, com a idade, em todos os órgãos, exceto nas folhas; o cacho acumulou mais P e K, o pecíolo mais Ca e a inflorescência, aumentou no rizoma e cacho e variou no pecíolo, conforme o local; em todos os estádios de desenvolvimento, folhas, e pseudocaule acumularam mais P e sua variação foi pequena na pecíolo e rizoma; é necessário um teor de, no mínimo, 0,4% de Mg, para que bananeiras dessa cultivar desenvolvam folhas normais; a formação e desenvolvimento do pseudocaule parecem estar associados a altos teores de K e Ca. Em relação aos locais, observaram que, praticamente, não afetaram o comportamento do N e P na planta; não houve diferenças marcantes entre órgãos quanto ao Mg; exercem grande influência no teor de Ca nas folhas; a absorção de K foi bastante afetada e esteve sempre relacionada com altas produções, juntamente com o balanço K/Ca/Mg; a inflorescência e o cacho sempre absorveram pouco Ca.

Em estudos realizados em plantas do subgrupo Plantano (Grupo AAB), cujas cultivares produzem frutos pouco apropriados para o consumo ao natural Veerannah et al. (1976), trabalharam na Índia com a cv. 'Poovan', em seis estádios de desenvolvimento (muda; 5,8 e 15 folhas abertas; floração e colheita), constatando que as mudas apresentaram uma quantidade de nutrientes suficiente para alimentar a bananeira no estágio inicial de desenvolvimento, sem necessidade de adubação; o K foi o nutriente absorvido em maior quantidade, com destaque para o pseudocaule e pecíolo, houve maior absorção total de N, P, K, na fase produtiva, e de Ca, Mg, na vegetativa; a taxa líquida de absorção de nutrientes é maior entre os estádios de plantio e floração, sendo que a de N, P, K é mais intensa entre o 2º e 4º estágio, e a de Ca, Mg entre o 2º e 3º; a absorção de N e K continuou elevada até a colheita; o N e P foram mais absorvidos pelas folhas e pseudocaule, o K pelo pseudocaule e cacho, o Ca pelo pecíolo e folhas e o Mg foi absorvido quase uniformemente por todos os órgãos analisados. Na África, trabalhou-se com as cultivares 'Popoulou', 'French-Sombre', 'Njock Korn' e 'Amou', no estágio de colheita de planta matriz e do primeiro filhote (MARCHAL; MALLESSARD, 1979). Foram analisados órgãos e constatou-se que houve variação nos teores de nutrientes absorvidos pelas cultivares, para rendimentos iguais, fato que consideram características inerentes às próprias cultivares; a cv. 'Popoulou' imobiliza grandes quantidades de N e K para pequenas produções; a cv.

'French-Sombre' é um pouco mais eficiente, apesar de menos produtividade e as cvs. 'Njock Korn' e 'Amou' aproveitam os nutrientes com maior eficiência, exceto o K; as cultivares estudadas apresentam um baixo potencial de produção e exportam menos nutriente com as colheitas, quando comparadas com aquelas do subgrupo Cavendish; na planta matriz das cultivares, o engaço foi o órgão mais rico em K, a folha em N e P, o pecíolo em Ca e o rizoma em Mg; no primeiro filho, o Ca e Mg foram mais absorvidos pelas folhas e os demais nutrientes, conforme ocorreu na planta matriz. Já em Porto Rico, realizou-se dois ensaios onde alguns órgãos da planta matriz, da cv. 'Maricongo', foram analisados mensalmente. Samuels et al. (1978) coletaram amostras de folhas, pseudocaule e frutos, em treze estádios de desenvolvimento, concluindo que os teores de N, P, K tenderam a se reduzir, do plantio à colheita, nas folhas e no pseudocaule, possivelmente devido à sua redistribuição para os frutos, enquanto que o de Ca permaneceu estável e o de Mg diminuiu, especialmente nas colheitas; os teores de N e P foram maiores nas folhas do que no pseudocaule, em todos os estádios, sendo que ocorreu o inverso com o K; as folhas absorveram N e P a um ritmo mais intenso do que o pseudocaule, nos estádios iniciais; as folhas e o pseudocaule apresentam níveis semelhantes de Ca, Mg, que se reduziram bastante a partir da frutificação; essa cultivar apresenta uma razão de absorção na colheita, em relação à folha e ao pseudocaule, de: N = 1:1, P = 1:1, K = 1:4, Ca = 1:2, Mg = 1:2. Por sua vez, Irrizarry et al. (1981) amostraram rizoma, pseudocaule, folhas, pecíolo e frutos, em doze estádios de desenvolvimento e em dois locais, constatando que houve efeito do local no comportamento das bananeiras dessa cultivar; em um dos locais, o teor total de N, K, Ca aumentou do plantio à colheita, o de Mg cresceu rapidamente até 8 meses e se estabilizou, o de P elevou-se lentamente durante o ciclo; no outro local, o teor de N, K, Ca aumentou rapidamente até três meses antes da colheita e, depois, mais devagar, e os teores de Mg e P subiram lentamente, no decorrer do período; a absorção total de nutrientes no estádio de colheita foi similar nos dois locais, exceto para o Mg que apresentou uma absorção três vezes maior no primeiro local; nos dois locais, a média de absorção de nutrientes aos 2, 5, 8 e 11 meses após o plantio foi de, aproximadamente, 15, 25, 35, e 25% do total absorvido, respectivamente; em todos os órgãos o teor de P foi baixo e o de K muito alto, especialmente nos estádios iniciais; o

teor de Ca permaneceu quase constante no pseudocaule e tendeu a decrescer nos demais; o comportamento do Mg foi muito variável, porém, diminuiu no pseudocaule, com a idade; com a colheita, são exportados cerca de 35% N, 48% K, 27% Mg e 10% Ca.

Em estudos realizados por Valsamma e Aravindakshan (1981) na África, o efeito de doses de nitrogênio sobre a absorção de N, P, K em vários órgãos da bananeira cv. 'Palaynkodan', aos 3 e 5 meses após o plantio, na floração e colheita. Concluíram que, no estágio de floração, o teor de N foi maior na inflorescência e no pseudocaule; no de colheita, foi maior no engaço, e na fase vegetativa, o foi nas folhas; de um modo geral, os teores de N decrescem em todos os órgãos à medida que a bananeira envelhece; as doses de N aplicadas não afetaram o teor de P nos órgãos amostrados; a folha apresentou maior teor de P em todos os estádios, exceto na colheita onde foi superada pelo engaço; nos órgãos, em geral, a absorção de P aumentou com a idade da bananeira; houve maior absorção de K pelo pseudocaule, na fase vegetativa, e pelo engaço, nos estádios de floração e colheita; o K foi absorvido em maiores quantidades do que o N e P, porém sua absorção decresceu após a floração; as maiores taxas de absorção de N e P ocorreram na fase vegetativa.

2.1.4 Micronutrientes

O boro é absorvido pelas plantas na forma de ácido bórico não dissociado H_3BO_3 . Há dúvidas sobre a natureza do processo de absorção, se passivo ou ativo (MALAVOLTA et al., 1997). De acordo com Marschner (2005) as principais funções do boro na planta são: metabolismo de carboidratos e fenóis transporte de açúcares pela membrana, síntese de ácidos nucleicos e fitohormônios, síntese, integridade e lignificação da parede celular, germinação de grãos de pólen e crescimento do tubo polínico. É um elemento essencial para a atividade meristemática da planta.

Walmsley e Twyford (1976), nas Antilhas Inglesas, analisaram órgãos da cv. Robusta, em cinco estádios de desenvolvimento, concluindo que, em todos os estádios, o B, Zn e Cu estão presentes em maior quantidade no pseudocaule e folhas, que são órgãos com intensa atividade de crescimento; na fase de frutificação, o Zn foi mais importante do que o Cu e B, para a nutrição dessa cultivar; na fase inicial de cultivo, é

provável que as reservas de B, Zn e Cu no rizoma sejam suficientes para uma nutrição adequada das bananeiras; à medida que a planta envelhece, o Zn apresenta um comportamento variável entre os órgãos, o Cu tende a aumentar no pseudocaule e rizoma e se estabilizar nos demais, o B tende a reduzir com a idade, exceto no botão floral; as folhas são responsáveis pela maior absorção de Zn e o pseudocaule de B e Cu; a seqüência em quantidade absorvida é $B > Zn > Cu$, com uma proporção de 4,9 B: 2,9 Zn : 1 Cu; com a colheita, são exportados cerca de 41% Zn, 37% Cu e 30% B; até o estágio de floração, são absorvidos em torno de 46% B, 40% Cu e 36% Zn. Trabalhando com a cv. Poyo na fase de colheita, na África, Marchal e Martin-Prével (1971) confirmaram que o pseudocaule absorve grandes quantidades de Zn e Cu, com destaque para o primeiro, porém, constataram que o engaço absorve bem mais do que as folhas. Observaram, ainda, que o excesso de Cu provoca redução no desenvolvimento da planta e que, na colheita, rizoma, pseudocaule, pecíolo, folhas e botão floral apresentam cerca de 55% Cu e 53% Zn, do total absorvido pela planta inteira.

Em alguns trabalhos desenvolvidos em Israel, utilizando a cv. Williams, constatou-se que, no estágio de floração e colheita, a concentração de micronutrientes é mais elevada no pecíolo do que nas folhas (LAHAV, 1972), e que, para uma população de 2.000 bananeiras, produzindo 50t de frutos por hectare, são exportados em torno de 700g B, 500g Zn, 200g Cu e são repostas ao solo 4.200g Zn, 570g B e 170g Cu, aproximadamente (LAHAV; TURNER, 1983). Na Austrália, Turner e Barkus (1973) observaram que, até 100 dias após o plantio, a planta matriz pode fornecer até 73% do Cu necessário à nutrição do filhote e quase nenhum Zn. Nesse mesmo país, Turner e Barkus (1982, 1983) realizaram dois ensaios, onde coletaram amostras de órgãos no estágio de colheita. No primeiro, constataram que a planta matriz, o primeiro e o segundo filhote absorvem até sete vezes mais Zn do que Cu; o segundo filhote absorve mais Zn e Cu que o primeiro e a planta matriz; menores teores de K no solo favoreceram a concentração de Cu e Zn no cacho, mais do que alguns outros fatores. No segundo ensaio, verificaram que são exportados cerca de 37% Zn e 35% Cu; a razão de absorção é 1 Zn: 0,12 Cu; os órgãos que mais absorvem Zn e Cu são o pseudocaule e o pecíolo, respectivamente.

Foram analisados órgãos da cv. Nanica, por Gallo et al. (1972) no Brasil, e Bravo et al. (1980) nas Ilhas Canárias, nos estádios de floração e colheita e de floração respectivamente. No Estado de São Paulo, foi possível concluir que uma população de 2.500 bananeiras por hectare, que produz cachos com peso médio de 30,79 kg, absorve 367g B, 357g Zn e 120g Cu, na colheita; são exportados cerca de 58% Cu, 45% B e 39% Zn do total absorvido; no estádio de floração os maiores teores de B, Zn e Cu estão no engaço e os menores no pseudocaule; no estádio de colheita, as maiores quantidades de B, Zn são encontradas no botão floral e as de Cu, nas folhas enquanto que, as menores de B, Zn estão no fruto e de Cu, no engaço. Em Tenerife, coletou-se amostras de folhas em treze bananais de duas regiões, notando-se que o Zn sempre foi absorvido em maiores quantidades do que o Cu; o local pode afetar os teores desses nutrientes, sendo que o de Zn mostrou uma correlação direta com o de Mg e o de Cu foi maior em solos ácidos.

Na Holanda foram feitas análises de rizoma, pecíolo e folha da cv. Nanicão, doze meses após o plantio, foi constatado que o Cu é fortemente distribuído dentro da bananeira a partir das folhas mais velhas, enquanto que o Zn o é moderadamente (VORM; DIEST, 1982). Entretanto, no Equador, essa cultivar apresentou maior teor de Zn do que de Cu nas folhas, no estádio de colheita (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUÁRIAS - INIAP, 1982), confirmando-se resultados obtidos com outras cultivares do grupo AAA, em outros locais. Essa maior absorção de Zn de que Cu também foi verificada em cultivares do grupo AAB, se bem que não muito marcantes, por Turner e Barkus (1981), na Austrália. Foram analisadas folhas da planta matriz e do primeiro seguidor, das cultivares Prata e 'Plantain', no estádio de colheita, obtendo os seguintes resultados: cv. Prata, planta matriz (ppm), 14 B, 21 Zn, 19 Cu e primeiro filhote (ppm), 20 B, 15 Zn, 10 Cu; cv. 'Plantain', planta matriz (ppm), 28 B, 27 Zn, 22 Cu e primeiro filhote (ppm), 26 B, 28 Zn, 24 Cu. Observaram também comportamento variável para o B.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Caracterização da Área Experimental

O experimento foi conduzido no período de 28 de fevereiro de 2005 à 23 de junho de 2006, no Setor de Horticultura do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, localizado no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, cujas coordenadas geográficas são: latitude Sul 22°42'30”, longitude Oeste 47°38'00” e altitude de 564 metros.

O clima da região, conforme a classificação de Köppen é do tipo Cwa: tropical de altitude, com três meses mais secos (junho/julho/agosto) e chuvas concentradas de outubro à março. A temperatura média do mês mais quente é superior à 22°C e do mês mais frio não é inferior a 16°C, com média anual de 21,1°C, precipitação média de 1253 mm ano⁻¹, umidade relativa do ar de 74% e insolação média de 101,5 horas. (SENTELHAS; PEREIRA, 2000).

Os dados meteorológicos obtidos na estação meteorológica da Universidade de São Paulo, Campus “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba-SP, referentes ao período do experimento acham-se representadas na Figura 1.

Figura 1 – Variação climática mensal em Piracicaba, SP durante a realização do experimento (Fonte: Estação meteorológica da Universidade de São Paulo, Campus “Luiz de Queiroz”)

O solo da área experimental é classificado como Terra Roxa Estruturada Eutrófica A moderado textura argilosa, correspondendo ao Kandudalfil Eutradox, suas características químicas amostrada na profundidade de 0-40 cm encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado da análise química do solo da área experimental

pH	M.O	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	-----mmolc.dm ⁻³ -----									%
5,7	36	150	18	7,8	58	19	0	25	84,8	109,8	77	0

2.2.2 Caracterização das plantas

Nesse estudo foram utilizadas mudas micropropagadas de bananeiras, da cultivar Grande Naine com idade de 16 dias. A quantidade de mudas transplantadas foi 150, visando possíveis perdas, como ainda manutenção das bordaduras. O espaçamento utilizado foi de 3,0 X 2,0 metros. Foram feitos tratos culturais usuais para a cultura, como irrigação, e adubação de cobertura (idade da planta e dosagem do adubo e formulação). Os tratamentos fitossanitários não foram realizados, pois tem sido observado que alguns produtos contêm elementos químicos os quais poderiam comprometer os resultados das análises.

A cultivar Grande Naine é a mais utilizada na Martinica, apresenta porte intermediário entre a 'Nanica' e a 'Nanicão', com altura que varia entre 2 e 3 metros, e a parte superior da planta (bainha, pecíolo) é marcadamente serosa. O cacho tem forma ligeiramente cônica, pesando de 31 a 40 kg, contendo 9 a 11 pencas com 12 a 31 frutos cada uma. O numero total de frutos por cacho varia de 145 a 197. O fruto é de tamanho mediano a grande (cinco vezes mais comprido que largo), sendo de 16 a 25 cm e pesando de 95 a 260 g, apresenta ápices arredondados, pedicelos curtos e a polpa madura, tem sabor idêntico ao da banana 'Nanica'.

A cultivar Grande Naine apresenta alta produtividade sob condições ideais de cultivo ou sob irrigação, podendo atingir 50-60 t/ha/ciclo ou 2.500-3.000 caixas de 18,14 kg, além de ser cinco vezes mais resistente ao vento do que a cultivar 'Valery' (ALVEZ; OLIVEIRA, 1999).

2.2.3. Definição dos tratamentos

Considerou-se tratamentos, as diferentes épocas de amostragens, as quais foram efetuadas mensalmente, sendo a primeira realizada em fevereiro de 2005 (mês de instalação do experimento) e a última no mês de maio de 2006 (décimo sexto mês após o transplântio, ocasião da colheita). Foram realizadas cinco repetições, sendo cada planta uma repetição.

2.2.4. Obtenção e preparo das amostras

Durante as amostragens foram avaliadas, inicialmente com o auxílio de paquímetro digital, e posteriormente com trena, às dimensões (comprimento e diâmetro) em centímetros dos rizomas (Figura 2); altura das plantas; massas fresca e seca das seguintes partes das plantas: rizomas, pseudocauls, folhas, e posteriormente da inflorescência (engajo, coração e frutos), com o auxílio de uma balança digital.

Figura 2 – Avaliação das dimensões de um rizoma, 12 meses após o transplântio

A partir do oitavo mês após o transplântio, houve a necessidade de se obter sub-amostras das partes vegetais, uma vez que o volume amostrado excedia a capacidade da estufa de secagem. Essa operação foi realizada manualmente com o auxílio de ferramentas de cortes (facas e facões).

Para secagem das amostras utilizou-se da estufa de ar com circulação forçada à temperatura de 65°C, onde as amostras permaneceram até atingirem massa constante, sendo posteriormente pesadas, moídas em moinho tipo Willey e acondicionadas em sacos plásticos, e levadas para análise no laboratório de tecidos vegetais, do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

2.2.5 Determinação de macro e micronutrientes

Para a determinação dos macro e micronutrientes no tecido vegetal foram utilizados os seguintes métodos de análise segundo Sarruge e Haag (1974):

- Nitrogênio: Método semimicro Kjeldahl;
- Fósforo e boro: Colorimetria do Metavanadato e da Azometina-H;
- Potássio: Fotometria de Chama;
- Cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco: Espectrofotometria de Absorção Atômica.

2.2.6 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituído de cinco repetições, sendo cada planta considerada uma repetição e 16 tratamentos, referentes as épocas de amostragem. Os resultados foram submetidos à análise de regressão.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Parâmetros de crescimento

Na análise do desenvolvimento do rizoma, foram avaliados, periodicamente o diâmetro e comprimento, cujos resultados encontram-se na Figura 3.

Figura 3 – Diâmetro e comprimento dos rizomas durante o período do experimento, expresso em centímetros

Analisando-se a Figura 3 verifica-se que houve um desenvolvimento contínuo do diâmetro e do comprimento dos rizomas, tendo um aumento mais intenso nos primeiros dez meses após o transplântio. Esses dados estão de acordo com Moreira, 1999, o qual relata que grande expansão interna do rizoma, se processa durante a fase de pré-diferenciação floral da gema apical de crescimento, a qual nesse trabalho ocorreu por volta do 8 mês após o transplântio (Figura 6). Passando esse período, o desenvolvimento deste órgão foi mais lento, sendo que no décimo terceiro, décimo quarto, e décimo sexto meses, houve um valor superior do comprimento do rizoma, em relação ao diâmetro, fato esse não observado nas demais amostragens.

A relação média entre o diâmetro e o comprimento dos rizomas foi de 1,2, porém como pode-se observar na Figura 4, ocorreram variações, incidindo maior valor (1,9) no oitavo mês, e o menor (0,8) no décimo sexto mês após o transplântio. Contudo pode-se verificar na Figura 4 uma tendência crescente nessa relação até o oitavo mês, passando a ser decrescente até o final do presente estudo.

Figura 4 – Relação entre diâmetro e comprimento dos rizomas ao longo do experimento

Na Figura 5 está a representação da altura das plantas, expressa em centímetros, durante o período experimental.

Figura 5 – Representação do crescimento das plantas expresso em centímetros, durante o período estudado

Observa-se na Figura 5 que as plantas apresentaram um crescimento inicial lento nos três primeiros meses, sendo que no quarto mês após o transplântio ocorreu um aumento acentuado, comparativamente aos meses anteriores. Esse mês (maio/2005) coincidiu com um período de alta precipitação como se observa na Figura 1, passado esse período o crescimento tornou a ser lento, retomando o ritmo elevado de crescimento no oitavo mês (setembro/2005), período esse com elevada precipitação e temperaturas crescentes (Figura1). Esse padrão de crescimento segue o mesmo comportamento das curvas de precipitação e temperatura (Figura 1), demonstrando assim a forte influencia desses fatores sobre a cultura, concordando com (MARTIN-PRÉVEL, 1962, 1977; MESSING, 1974,1978; HERNANDEZ et al., 1985) .

Houve pouca variação no número de folhas, tendo como valor médio 12 folhas por planta. Esse valor foi observado no momento das amostragens. Cortez et al. 2006, relatam em estudo realizados com diferentes tipos de mudas da bananeira “Grande Naine” a emissão de 60 folhas até a emissão da inflorescência para mudas oriundas de rizomas e 70 folhas no caso de mudas micropropagadas.

Na figura 6 encontra-se representado o ciclo vital da bananeira, com suas diferentes fases observadas durante o experimento. O ciclo teve início com o plantio das mudas micropropagadas, que após quatro meses iniciaram a brotação dos rebentos, os quais foram suprimidos. O processo de diferenciação floral foi verificado

após oito meses do plantio, através de cortes realizados no pseudocaule. A emissão das inflorescências ocorreu doze meses após o plantio. O experimento foi encerrado dezesseis meses após o plantio, no momento da colheita.

Figura 6 – Representação do ciclo vital da bananeira cv. Grande Naine, em Piracicaba, SP

2.3.2 Massa Seca

A produção de massa seca contínua e crescente pelos órgãos vegetativos é fundamental para possibilitar uma maior elaboração de assimilados essenciais ao desenvolvimento da planta, e especialmente dos frutos, segundo (MARTIN-PRÉVEL; MONTAGUT, 1966; GALLO et al., 1972; BORGES et al., 1999). Os incrementos na massa seca nas diferentes partes das plantas podem ser verificados na Figura 6, onde

se observa que houve maior desenvolvimento do rizoma em relação aos outros órgãos, a partir do sexto mês. O rizoma acha-se pouco desenvolvido nos primeiros meses, aumentando ao longo da idade das plantas, tendo-se destacado até o décimo mês, conforme se observa na Figura 7.

Devido às emissões periódicas de folhas, e ao fato de que o pseudocaule é formado pelas bainhas das folhas, espera-se um incremento na produção de massa seca nestes órgãos das plantas. Quanto ao rizoma tem-se conforme citação de Martin-Prével (1962) que o ganho de massa seca neste órgão, favorece o desenvolvimento da parte aérea da planta, como ainda possibilita melhor sustentação física. O acúmulo de massa seca no pseudocaule também auxilia a manutenção ereta da planta, evitando tombamento causado pela ação dos ventos, ou mesmo pelo peso do cacho.

Quanto aos resultados de crescimento foliar, foram detectados aumentos da massa seca até o décimo terceiro mês, estabilizando-se até o décimo quinto, surgindo as inflorescências, as quais apresentaram maior acúmulo de massa seca comparativamente com outros órgãos nos décimo quinto e décimo sexto mês após o transplântio (Figura 7), resultado semelhantes foram encontrados por Twyford e Walmsley (1973).

A produção de massa seca pelo rizoma, pseudocaule, folhas e posteriormente, inflorescência foi crescente do transplântio até a colheita (Figura 8). Esse comportamento confirma a observação de diversos autores, e evidencia a elevada capacidade de desenvolvimento da bananeira, necessitando para tanto, maior atividade fotossintética, consumo de energia, água e nutrientes. Segundo Marschner (2005) um dos efeitos do nitrogênio é promover a expansão da área foliar e maior crescimento vegetativo, os quais tendem a se estabilizar (Figura 8), o que pode ser explicado pelas reservas de nutrientes estarem sendo deslocadas para o processo de florescimento.

Figura 6 - Acúmulo de massa seca nas diferentes partes das plantas nos primeiros oito meses após o transplântio

Figura 8 - Acúmulo de massa seca nas diferentes partes das plantas no período de nove a dezesseis meses após o transplântio

Figura 9 - Acúmulo de massa seca nas diferentes partes das plantas durante o período de realização do trabalho

Verifica-se ainda nas Figuras 8 e 9 que a inflorescência apresentou maior incremento na sua massa seca, em um curto período de tempo, resultados semelhantes foram encontrados por Twyford e Walmsley (1973).

Ao se analisar a distribuição da massa seca nas diversas partes das plantas durante todo o ciclo (Figura 10) expressa em porcentagem verifica-se que rizomas e pseudocaules, apresentam uma maior representatividade na massa seca total, concordando com Lassoudier (1980).

Figura 10 - Distribuição da massa seca nas diversas partes da planta em porcentagem ao longo do período analisado

Efetuada-se a análise de regressão da massa seca nos diferentes órgãos da bananeira, afim de se verificar o comportamento das variáveis estudadas ao longo do ciclo da cultura, têm-se as equações de regressões, e os coeficientes de determinação (R^2), que se acham representados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados das análises de regressão da massa seca, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R^2
Rizoma	$y = 0,0043e^{0,4553x}$	0,8744
Pseudocaule	$y = 0,0051e^{0,4459x}$	0,9128
Folha	$y = 0,0075e^{0,4201x}$	0,914
Inflorescência	$y = 0,0087x^3 - 0,1758x^2 + 0,9652x - 1,2364$	0,9036

x = período de dias após o transplântio
y = estimativa de produção de massa seca, em quilogramas

As representações gráficas da regressão do acúmulo de massa seca no rizoma, pseudocaule e folhas, em função do período estudado encontram-se na Figura 11.

Figura 11 – Produção de massa seca pelos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine nas diversas épocas de amostragens

2.3.3 Macronutrientes

Os teores de macronutrientes encontrados nesse trabalho estão, de maneira geral, de acordo com os teores foliares encontrados em diversos trabalhos, e dentro da faixa de teores adequados a cultura. Tem sido observado que teores de nutrientes são variáveis em função das condições edafoclimáticas, manejo da cultura, características do cultivar, métodos de amostragem, entre outros (KURIEN, et al. 2000, COELHO, 2004). Tem-se na Tabela 5 os resultados das concentrações dos macronutrientes obtidos no presente estudo, e os encontrados por alguns autores.

Tabela 5 - Faixas de concentrações de nutrientes observadas em folhas de bananeira em diferentes estudos

Nutriente	1	2	3	4	5	6
N (g.kg ⁻¹)	22,7	35-45	28-40	26	27-36	27-36
P (g.kg ⁻¹)	2,41	2-4	2-2,5	2,2	1,8-2,7	1,6-2,7
K (g.kg ⁻¹)	58,16	38-50	31-40	28	30-54	32-54
Ca (g.kg ⁻¹)	6,49	8-15	8-12	6	2,5-12	6,6-12
Mg (g.kg ⁻¹)	3,56	2,5-8	3-4,6	3	3-6	2,7-6
S (g.kg ⁻¹)	1,99	2,5-8	2,3-2,7	2	2-3	1,6-3

1) Teores obtidos nesse trabalho, cv. 'Grande Naine' 2) Jones Jr. et al. (1991); 3) Robinson (1986); 4) Ribeiro et al. (1999); 5) Prezotti (1992); 6) Teixeira et al. (1997)

2.3.3.1 Nitrogênio

As necessidades de nitrogênio para a bananeira são contínuas durante a maior parte de seu ciclo, principalmente durante o período de crescimento vegetativo. O nitrogênio é um elemento bastante relacionado com o crescimento da planta e produção de massa vegetal. De acordo com Marschner (2005) o nitrogênio é necessário para a síntese de aminoácidos, de aminas, proteínas e ácidos nucleicos, também faz parte da molécula de clorofila e, a quantidade de nitrogênio relativa nas plantas, reflete a relação entre proteínas e carboidratos estocados e também o tipo e qualidade de crescimento e florescimento. Malavolta et al. (1997) acrescentam que o nitrogênio é responsável pela maior vegetação, perfilhamento, estimulando a formação e o desenvolvimento de gemas vegetativas e produtivas, sendo absorvido prioritariamente pela planta nas formas de NH_4^+ e NO_3^- .

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas encontram-se na Tabela 6, e as curvas de acúmulo de nitrogênio nos diversos órgãos, nas diversas épocas de amostragens acham-se na Figura 12.

Tabela 6 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de nitrogênio, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 0,0385e^{0,4411x}$	0,8876
Pseudocaule	$y = 0,0587e^{0,4312x}$	0,9153
Folha	$y = 0,1609e^{0,4252x}$	0,9266
Inflorescência	$y = 0,184x^3 - 3,6852x^2 + 20,081x - 25,558$	0,883

x = período de dias após o transplantio

y = estimativa de acúmulo de nitrogênio, em gramas

Figura 12 – Acúmulo de nitrogênio pelas diferentes partes das plantas, nas diversas épocas de amostragem

Nos primeiros dois meses de vida da planta, o consumo de nitrogênio é relativamente baixo, após esse período, a absorção se acelera devido às necessidades da planta e o consumo aumenta, conforme se observa na Figura 12.

O acúmulo de nitrogênio pelos órgãos das plantas segue, de maneira geral, a mesma tendência da curva de crescimento da massa seca (Figura 12). Na Figura 13 pode-se observar a distribuição, em porcentagem, do nitrogênio acumulado nas diferentes partes das plantas ao longo do ciclo. O teor de nitrogênio foi sempre superior

nas partes vegetativas das plantas, ou seja, nas folhas e pseudocaules respectivamente, concordando com os resultados apontados por Martin-Prével (1977). A porcentagem desse nutriente nas partes das plantas foi variável durante o ciclo, principalmente na parte aérea, porém o seu teor no rizoma após o quarto mês após o transplântio apresentou pouca variação. Ao se analisar a porcentagem de nitrogênio encontrada na planta nos últimos meses de condução do experimento, verifica-se que mais da metade do teor desse nutriente acha-se presente na inflorescência (Figura 13), resultado esse semelhante aos relatados por Samuels et al. (1978).

Figura 13 – Distribuição em porcentagem do nitrogênio acumulado nas diferentes partes das plantas

2.3.3.2 Fósforo

Quanto à absorção do fósforo, o seu comportamento é semelhante ao elemento nitrogênio. O fósforo atua no desenvolvimento do sistema radicular da bananeira, o qual tem grande capacidade de extração desse nutriente do solo; no processo de conversão da energia solar em aminoácidos e fibras, assim como em todos os processos que envolvem transferência de energia, através do ATP (adenosina tri-fosfato, que é uma coenzima que fornece energia para os processos metabólicos), conforme relatos de Marschner (2005).

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas acham-se na Tabela 7, e as curvas de acúmulo de fósforo nos diferentes órgãos, nas diversas épocas de amostragens estão na Figura 14.

Tabela 7 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de fósforo, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 0,0191e^{0,337x}$	0,8044
Pseudocaule	$y = 0,0211e^{0,3742x}$	0,8689
Folha	$y = 0,0264e^{0,3696x}$	0,8791
Inflorescência	$y = 0,0262x^3 - 0,5182x^2 + 2,7912x - 3,5164$	0,8922

x = período de dias após o transplântio

y = estimativa de acúmulo de fósforo, em gramas

Figura 14 – Acúmulo de fósforo pelas diferentes partes das plantas, nas diferentes épocas de amostragem

Verifica-se que o acúmulo de fósforo apresenta a mesma tendência da curva de acúmulo de massa seca, concordando com os estudos realizados na Austrália por Turner e Barkus (1982). A distribuição do fósforo acumulado nas diferentes partes das plantas (Figura 14) indica que existe uma variação nas diferentes partes das plantas, estando, em sua maioria localizada nas partes vegetativas, tendo sido observado que cresceu a partir do terceiro mês, concordando com os resultados relatados por Martin-Prevél (1962), e Montagut e Martin-Prevél (1965). Observa-se pela Figura 15 que nos

meses que antecedem a colheita, ocorre uma maior concentração de fósforos nos rizomas, este fato pode estar relacionado às necessidades desse elemento na divisão celular, formação de tecido meristemático, ao armazenamento e transferência de energia, uma vez que durante a fase de produção de frutos é intensa a atividade celular. Na fase de maturação a concentração desse nutriente é maior na inflorescência, estando mais da metade do fósforo da planta nessa porção vegetal, porém a folha apresentou maior representatividade do segundo ao décimo quarto mês, tendo diminuído após a emissão da inflorescência, estando de acordo com os estudos de Valsamma e Aravindakshan (1981) na África.

Figura 15 – Distribuição em porcentagem do fósforo acumulado nas diferentes partes das plantas

2.3.3.3 Potássio

O potássio é o cátion mais abundante e de maior mobilidade nas plantas e sua translocação interna é dirigida fortemente aos pontos de crescimento (LACQUEUILHE, 1974). É o nutriente que a bananeira absorve em maior quantidade e que tem grande participação nos processos nutricionais, pois controla a retenção de água pelas células, ou seja, sua turgidez. Ao controlar a água dentro das células, o potássio regula a velocidade de circulação da seiva e, conseqüentemente, a de quase todos os

nutrientes, principalmente para garantir uma ótima atividade enzimática (MALAVOLTA, et al., 1977; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas são apresentados na Tabela 8, e as curvas de acúmulo de potássio nos diferentes órgãos, nas diversas épocas de amostragens estão na Figura 16.

Tabela 8 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de potássio, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 0,1924e^{0,4823x}$	0,8806
Pseudocaule	$y = 0,3436e^{0,4555x}$	0,8619
Folha	$y = 0,4142e^{0,4254x}$	0,8885
Inflorescência	$y = 0,666x^3 - 13,438x^2 + 73,768x - 94,496$	0,8628

x = período de dias após o transplântio

y = estimativa de acúmulo de potássio, em gramas

Figura 16 – Acúmulo de potássio pelas diferentes partes das plantas, nas diversas épocas de amostragem

O acúmulo de potássio nas diversas partes das plantas foi função da massa seca produzida por esses órgãos. Observando-se a distribuição das porcentagens de potássio nas diferentes partes das plantas (Figura 17) verifica-se que esse elemento possui uma distribuição mais homogênea que os demais, essa característica pode estar

relacionada ao fato desse elemento possuir grande mobilidade no interior das plantas (EPSTEIN, 2006). No início do desenvolvimento das plantas o pseudocaule parece ser o maior depositário de potássio, seguido pelas folhas e rizomas. No período de floração (após o décimo quarto mês) os órgãos que apresentam maior concentração em potássio são o pseudocaule, folhas e inflorescência. Observa-se uma grande concentração desse elemento nas inflorescências, provavelmente devido a redistribuição do elemento na planta (JOINER, 1983). Essa característica de alta concentração nos frutos (partes exportadas) reforça a necessidade de reposição desse elemento, como também um manejo adequado de restos culturais (folhas e pseudocauls) que permanecem no pomar, os quais assumem uma grande importância. Na época da inflorescência e formação do cacho foi encontrada as menores porcentagens de potássio na massa seca das folhas, concordando com Fontes et al. (2003), estudando a banana Prata-Anã. Esse fato provavelmente pode estar relacionado a translocação deste nutriente das folhas para o cacho, que, nesta fase de desenvolvimento constitui o dreno mais forte da planta (MARTIN-PRÉVEL, 1984).

Figura 17 – Distribuição em porcentagem do potássio acumulado nas diferentes partes das plantas

2.3.3.4 Cálcio

O cálcio interfere nas qualidades palatáveis das bananas. Estimula o aumento do crescimento dos tecidos meristemáticos, em especial aqueles localizados nas pontas das raízes e radículas, como também nas gemas de crescimento (apical e laterais). Ele participa da estrutura das células e por isso, quando é mobilizado para outra parte da planta provoca grandes e acentuadas necroses (MENGEL; KIRKBY, 1987; MALAVOLTA et al., 1997).

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas acham-se na Tabela 9, e as curvas de acúmulo de cálcio nos diferentes os órgãos, nas diversas épocas de amostragens estão na Figura 18.

Tabela 9 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de cálcio, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 0,0308e^{0,4096x}$	0,8779
Pseudocaule	$y = 0,0273e^{0,4576x}$	0,909
Folha	$y = 0,051e^{0,4141x}$	0,9237
Inflorescência	$y = 0,2461x^3 - 5,2167x^2 + 29,946x - 39,786$	0,6373

x = período de dias após o transplântio

y = estimativa de acúmulo de cálcio, em gramas

Figura 18 – Acúmulo de cálcio pelas diferentes partes das plantas, nas diferentes épocas de amostragem

As curvas de acúmulo de cálcio pelas diferentes partes das plantas seguiram o padrão apresentado pela curva de produção de massa secas nos respectivos órgãos. O aumento de acúmulo de cálcio pela folha e rizoma, talvez seja responsável pela consistência mais firme desses órgãos em relação aos demais (TURNER; BARKUS, 1983); esse nutriente entra na formação da lamela média da parede celular, o que confere maior resistência aos tecidos da planta (MENGEL; KIRKBY, 1982). Estudos foram efetuados com a cultivar nanicao por Messing (1974, 1978), nas Antilhas Inglesas, demonstrando que o conteúdo de cálcio nas folhas apresentou maiores flutuações do que o de potássio, fato esse não apresentado no presente estudo com a cultivar Grande Naine, no qual as flutuações ocorreram porém se aproximaram à aquelas verificadas com o potássio (Figuras 17 e 19), provavelmente devido as exigências dessa cultivar quanto a esses elementos; contudo no final do ciclo houve alta concentração de cálcio na inflorescência (Figura 19) comparativamente com os outros órgãos, o mesmo padrão foi observado por Machado (1953), estudando a cultivar robusta. No caso do pecíolo, provavelmente o aumento da absorção esteja relacionado com amostragens em períodos de maior movimentação do cálcio para a folha a partir do solo (TURNER; BARKUS, 1981, 1982); após um período de aumento na concentração desse elemento no pseudocaule, observa-se que há no período seguinte um aumento na concentração nas folhas, porém maiores teores foram observados na inflorescência no final do ciclo (Figura 19), fato esse apontado por Coelho (2004).

Figura 19 – Distribuição em porcentagem do cálcio acumulado nas diferentes partes das plantas

2.3.3.5 Magnésio

A absorção do magnésio pela bananeira é similar à absorção de cálcio. Esse elemento é importante porque intervém na qualidade e propriedades de conservação da fruta e participa nas relações de interação com outros elementos: cálcio e potássio, conforme estudos realizados com a cultivar nanica por alguns autores (GALLO et al. 1972; FERNANDEZ-CALDAS et al., 1973; BRAVO et al., 1980).

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas acham-se na Tabela 10, e as curvas de acúmulo de magnésio nos diversos órgãos, nas diferentes épocas de amostragens estão na Figura 20.

Tabela 10 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de magnésio, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 0,0233e^{0,4118x}$	0,889
Pseudocaule	$y = 0,017e^{0,4444x}$	0,938
Folha	$y = 0,0303e^{0,4014x}$	0,9234
Inflorescência	$y = 0,3578x^3 - 7,6171x^2 + 43,877x - 58,449$	0,6269

x = período de dias após o transplante

y = estimativa de acúmulo de magnésio, em gramas

Figura 20 – Acúmulo de magnésio pelas diferentes partes das plantas, nas diversas épocas de amostragem

As curvas representativas de acúmulo de magnésio pelas diferentes partes das plantas seguem, de maneira geral, a mesma tendência que as curvas de produção de massa seca. No que tange a distribuição do elemento nas partes das plantas (Figura 21) observa-se que existe uma grande porcentagem desse elemento nos rizomas, e levando-se em conta que o magnésio apresenta pouca mobilidade dentro da planta (EPSTEIN; BLOOM, 2006). O magnésio é considerado o maior ativador de enzimas, especialmente daquelas associadas ao metabolismo energético das plantas (MENGEL; KIRKBY, 1982). A concentração desse elemento na inflorescência nos últimos meses é algo notório, estando mais de 80% desse elemento nessa parte da planta, concordando com os estudos realizados por Gallo et al. (1972), no Estado de São Paulo com a cultivar nanica. Outros estudos realizados por Hernandez et al. (1985) com a cultivar nanica em amostras de folhas, pecíolos e rizoma, demonstraram que os teores de magnésio não foram afetados pelo clima e apresentaram uma sensível redução nas folhas, com o aumento da idade, fato esse também encontrado nesse experimento.

Figura 21 – Distribuição em porcentagem do magnésio acumulado nas diferentes partes das plantas

2.3.3.6 Enxofre

O enxofre tem a função de favorecer a formação da clorofila na bananeira, sem a qual não é possível a vida vegetal. Ele atua no desenvolvimento geral da planta, principalmente na sua parte aérea, na emissão das folhas e participa indiretamente no tamanho das bananas. O enxofre é parte integrante do seu aroma e sabor, através dos glucídeos, assim como dos aminoácidos sulfonados (cistina, cisteína e a metionina) que produzirão as proteínas (MALAVOLTA et al., 1997).

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas acham-se na Tabela 11, e as curvas de acúmulo de enxofre nos diversos órgãos, nas diferentes épocas de amostragens estão na Figura 22.

Tabela 11 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de enxofre, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 0,015e^{0,3229x}$	0,823
Pseudocaule	$y = 0,0049e^{0,4235x}$	0,9046
Folha	$y = 0,0233e^{0,3597x}$	0,8546
Inflorescência	$y = 0,1328x^3 - 2,8289x^2 + 16,303x - 21,726$	0,6159

x = período de dias após o transplântio

y = estimativa de acúmulo de enxofre, em gramas

Figura 22 – Acúmulo de enxofre pelas diferentes partes das plantas, nas diversas épocas de amostragem

As curvas representativas do acúmulo de enxofre nas partes das plantas seguiram padrão semelhante ao apresentado pelas curvas de produção de massa seca. Ocorreu uma flutuação quanto a distribuição do elemento nas diversas partes da planta, porém observa-se que nas folhas esse elemento se localiza com maior porcentagem (Figura 23). Durante o período de amadurecimento dos frutos (décimo sexto mês após o transplântio), em torno de 90% de todo o enxofre presente na planta se localizava na inflorescência, isso pode estar relacionado ao fato de que o enxofre é responsável pelo aroma dos frutos.

Figura 23 – Distribuição em porcentagem do enxofre acumulado nas diferentes partes das plantas

Analisando-se as diferentes partes vegetativas (rizoma, pseudocaule e folhas), observa-se que a ordem de extração dos macronutrientes seguiu o mesmo padrão: $K > N > Ca > Mg > P > S$, padrão esse que não foi repetido na parte reprodutiva (inflorescência), sendo: $K > Mg > Ca > N > S > P$; demonstrando que o magnésio é um elemento presente na inflorescência em maior quantidade que o nitrogênio (Tabela 12).

Tabela 12 – Ordem de extração dos macronutrientes nas diferentes partes amostradas das plantas de bananeira 'Grande Naine' ao final do primeiro ciclo de produção

Órgão	Ordem de acúmulo de nutriente
Rizoma	$K > N > Ca = Mg > P > S$
Pseudocaule	$K > N > Ca > Mg > P > S$
Folha	$K > N > Ca > Mg > P > S$
Inflorescência	$K > Mg > Ca > N > S > P$

Assim verifica-se que o potássio foi o nutriente extraído em maior quantidade, seguido pelo nitrogênio, nos órgãos vegetativos, porém, as extrações de cálcio e magnésio superaram a de nitrogênio nas inflorescências. Nota-se, portanto uma grande exigência por parte da planta em nutrientes, principalmente potássio e nitrogênio, conforme relatos de Borges et al. (1999).

A ordem de extração dos macronutrientes na massa seca nas folhas foi semelhante à encontrada por Fontes et al. (2003) o qual estudando a banana Prata-Anã, encontrou a seguinte ordem de concentração: $K > N > Ca > Mg > S > P$.

A razão de extração dos macronutrientes encontrada nesse estudo foi de 89K: 17N: 10Ca: 6Mg: 2P: 1S, esses dados discordam dos encontrados por Twyford (1967), o qual constatou uma relação média de 13K: 4N: 4Ca: 2Mg. Warner e Fox (1977), preconizam uma razão de 35K: 9N: 2P, já Turner e Barkus (1983), estabeleceram a seguinte relação: 3,3K: 1N: 0,83Ca: 0,83Mg: 0,2P. Verifica-se assim que as relações entre os macronutrientes são muito variáveis, podendo esse fato ser uma consequência das diferentes condições edafoclimáticas, bem como do cultivar estudado. Todavia verifica-se que a ordem de extração encontrada está de acordo com os estudos relatados.

Considerando-se uma densidade de plantio de duas mil plantas por hectare, com base nos resultados apresentados pode-se verificar através da Tabela 13 que a exportação de macronutrientes nas inflorescências das plantas é elevada, necessitando assim de um manejo adequado da adubação, bem como dos restos culturais a fim de prover uma adequada nutrição das plantas e manter a produtividade do pomar.

Tabela 13 – Exportação dos macronutrientes em g.planta^{-1} , e g.hectare^{-1}

	Nutrientes					
	K	Mg	Ca	N	S	P
Exportação em g.planta^{-1} *	446	237	164	122	88	17
Exportação em g.hectare^{-1} **	892602	474653	327848	244473	176750	34702

* cacho completo incluindo coração, brácteas, engaço e frutos

** tomando-se por base uma densidade de plantio de 2000 plantas por hectare e peso do cacho de 40 quilogramas.

Analisando-se o Quadro 1 verifica-se que na cultura da banana o manejo adequado dos restos culturais deve ser considerado ao se realizar um programa de adubação, uma vez que fica evidente a enorme reciclagem dos nutrientes pelas diversas partes das plantas.

		Nutrientes					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Rizoma	Extração em g.planta ⁻¹	26	3	204	12	12	2
	Extração em g.hectare ⁻¹ *	52969	6013	408408	24197	23637	3867
Pseudocaule	Extração em g.planta ⁻¹	23	3	121	20	11	2
	Extração em g.hectare ⁻¹ *	46470	6654	242833	39148	22465	3077
Folhas**	Extração em g.planta ⁻¹	64	3	127	19	8	2
	Extração em g.hectare ⁻¹ *	128702	6561	254745	37166	16987	3795
Total	Extração em g.planta ⁻¹	114	10	453	50	32	5
	Extração em g.hectare ⁻¹ *	172114	18554	894556	96032	60517	10641

Quadro 1 – Extração de macronutrientes pelas partes das plantas em g.planta⁻¹, e g.hectare⁻¹

* tomando-se por base uma densidade de plantio de 2000 plantas por hectare e peso do cacho 40 quilogramas

** inclui pecíolo, nervuras e limbo

2.3.4 Micronutrientes

Os teores de micronutrientes encontrados nesse trabalho acham-se, de maneira geral próximos àqueles relatados por diversos trabalhos, e dentro da faixa de teores adequados à bananeira. Os teores foliares dos nutrientes são muito variáveis em função das condições edafoclimáticas, manejo da cultura, características da cultivar, métodos de amostragem, entre outros. Além disso as faixas dos teores de micronutrientes encontradas em diversos trabalhos é muito ampla, contudo, como forma

de obter um padrão de comparação, verifica-se na Tabela 14 os teores encontrados no presente trabalho e os encontrados por outros autores.

Tabela 14 - Faixas de concentrações de nutrientes observadas em folhas de bananeira em diferentes estudos

Nutriente	1	2	3	4	5	6
B (mg.kg ⁻¹)	23,79	10-50	20-80	15	10-25	10-25
Cu (mg.kg ⁻¹)	7,4	6-25	7-20	8	6-30	6-30
Fe (mg.kg ⁻¹)	326,39	76-300	70-200	100	80-360	80-360
Mn (mg.kg ⁻¹)	343,62	100-1000	1000-2200	88	20-200	200-1800
Zn (mg.kg ⁻¹)	28,22	20-200	21-35	20	20-50	20-50

1) Teores obtidos nesse trabalho cv 'Grande Naine' 2) Jones Jr. et al. (1991); 3) Robinson (1986); 4) Ribeiro et al. (1999); 5) Prezotti (1992); 6) Teixeira et al. (1997).

2.3.4.1 Boro

O boro tem funções ligadas principalmente ao desenvolvimento das gemas de crescimento. É, portanto, um micronutriente de suma importância, pois atua sobre a gema apical, as laterais de crescimento, na inflorescência e na formação das raízes, atuando na atividade meristemática da planta (MARSCHNER, 2005).

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas acham-se na Tabela 15, e as curvas representativas do acúmulo de boro nos diversos órgãos, nas diferentes épocas de amostragens estão na Figura 24.

Tabela 15 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de boro, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 0,0757e^{0,4748x}$	0,8507
Pseudocaule	$y = 0,0852e^{0,4572x}$	0,901
Folha	$y = 0,2086e^{0,3795x}$	0,8652
Inflorescência	$y = 0,2182x^3 - 4,3345x^2 + 23,428x - 29,603$	0,858

x = período de dias após o transplântio

y = estimativa de acúmulo de boro, em miligramas

Figura 24 – Acúmulo de boro pelas diferentes partes das plantas, nas diversas épocas de amostragem

As curvas representativas do acúmulo de boro pelas diferentes partes das plantas seguiram o padrão das curvas de produção de massa seca das diversas partes das plantas.

Ocorreu grande flutuação na distribuição de boro nas diferentes partes amostradas. Observando a Figura 25, constata-se que inicialmente ocorreu uma maior presença de boro nas folhas, e no pseudocaule, que são órgãos com intensa atividade de crescimento (WALMSLEY; TWYFORD, 1976), entretanto, após o oitavo mês do transplântio, a grande maioria do boro presente nas plantas se localizavam nos rizomas, tornando nos meses seguintes a diminuir nessa parte e aumentando nas folhas e pseudocaulos. Essa flutuação ocorrida é de difícil compreensão, uma vez que é lenta a redistribuição desse elemento nas plantas (EPSTEIN et al., 2006). Após a emissão da inflorescência, houve uma crescente participação nessa parte da planta, evidenciando a presença de boro nos ápices de crescimentos e reprodução celular (MARSCHNER, 2005).

Figura 25 – Distribuição em porcentagem de boro acumulado nas diferentes partes das plantas

2.3.4.2 Cobre

Esse elemento participa da formação da molécula de clorofila, atua na fotossíntese e na respiração, ele participa de enzimas responsáveis pelo desencadeamento do desenvolvimento interno da planta "mãe" e do "filho" também (TURNER; BARKUS, 1973, 1982, 1983).

Atua na fixação do nitrogênio, juntamente com o manganês, ferro e o cloro, participa da realização do transporte eletrônico dos produtos sintetizados pela fotossíntese, para os outros órgãos da planta (VORM; DIEST, 1982).

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas acham-se na Tabela 16, e as curvas de acúmulo de cobre nos diversos órgãos, nas diferentes épocas de amostragens encontram-se na Figura 26.

Tabela 16 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de cobre, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 0,0217e^{0,6444x}$	0,8783
Pseudocaule	$y = 0,0386e^{0,463x}$	0,7256
Folha	$y = 0,0942e^{0,339x}$	0,752
Inflorescência	$y = 0,1729x^3 - 3,4806x^2 + 19,062x - 24,364$	0,8506

x = período de dias após o transplântio

y = estimativa de acúmulo de cobre, em miligramas

Figura 26 – Acúmulo de cobre pelas diferentes partes das plantas, nas diversas épocas de amostragem

As curvas de acúmulo de cobre nas diferentes partes das plantas seguiram, de maneira geral a mesma tendência das curvas de produção de massa seca nas partes das plantas.

Quanto à distribuição do cobre nas plantas fica evidenciada uma flutuação nas porcentagens desse elemento nos órgãos das plantas (Figura 27). Salienta-se que as plantas foram adquiridas de um laboratório comercial, portanto provavelmente a maior porcentagem de cobre encontrada nas folhas nos primeiros meses pode ser devido à aplicação de algum defensivo, uma vez que é muito comum a presença de cobre nesses produtos. Nos meses subseqüentes a variação na distribuição do cobre nas partes vegetais foi intensa, predominando no pseudocaule do quinto ao oitavo mês após o transplântio. Nos meses subseqüentes a localização desse elemento foi

predominante no rizoma. Segundo Marchal e Martin-Prével (1971), estudando a cultivar Poyo, na fase de colheita, na África, indicam que o excesso de cobre provoca redução no desenvolvimento das plantas.

Figura 27 – Distribuição em porcentagem de cobre acumulado nas diferentes partes das plantas

2.3.4.3 Ferro

Atua indiretamente na formação da clorofila, como um catalisador. Age ainda sobre enzimas ligadas a formação de proteínas e nos processos da respiração. Participa da assimilação do enxofre e do nitrogênio, atuando também como fixador deste último. Junto com o manganês, cobre e cloro executa o transporte eletrônico dos produtos obtidos com a fotossíntese (MALAVOLTA et al., 1997).

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas acham-se na Tabela 17, e as curvas representativas do acúmulo de ferro nos diversos órgãos, nas diferentes épocas de amostragens estão na Figura 28.

Tabela 17 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de ferro, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 6,6711e^{0,4492x}$	0,7804
Pseudocaule	$y = 1,9877e^{0,4752x}$	0,8748
Folha	$y = 4,0305e^{0,3521x}$	0,8699
Inflorescência	$y = 13,161x^3 - 273,43x^2 + 1542x - 2020,1$	0,7613

x = período de dias após o transplântio

y = estimativa de acúmulo de ferro, em miligramas

Figura 28 – Acúmulo de ferro pelas diferentes partes das plantas, nas diversas épocas de amostragem

As curvas de acúmulo de ferro nas diferentes partes das plantas seguiram a mesma tendência das curvas de produção de massa seca. Observando-se a Figura 29, que mostra a distribuição das porcentagens do ferro na planta, evidencia-se alta representatividade do rizoma na partição desse elemento nas plantas. Esse resultado pode ter sido influenciado pela existência de ferro no solo onde foi conduzido o trabalho, ocasionando assim uma maior porcentagem desse elemento no rizoma. A proximidade do pseudocaule com o solo, também poderia ter influenciado esses resultados. Entretanto logo após a emissão da inflorescência, verifica-se que a distribuição desse elemento foi sendo alterada, diminuindo sua representatividade no rizoma e pseudocaule, e aumentando na inflorescência. Segundo estudos de Salomão et al.

(2004), o acúmulo de ferro na inflorescência inicialmente ocorre de forma lenta, havendo um acréscimo no período próximo a colheita, comportamento esse também observado no presente trabalho.

Figura 29 – Distribuição em porcentagem de ferro acumulado nas diferentes partes das plantas

2.3.4.4 Manganês

O manganês é um ativador da reprodução celular e participa da síntese da clorofila. Na sua ausência total as folhas ficam amareladas. Ele também ativa as enzimas da respiração e do metabolismo do nitrogênio, quando então ele é transformado de nitrato em nitrogênio nos aminoácidos, futuras proteínas, o que implica em dizer que ele é um ativador da produção de proteínas (MALAVOLTA et al., 1997).

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas acham-se na Tabela 18, e as curvas representativas do acúmulo de manganês nos diversos órgãos, nas diferentes épocas de amostragens estão na Figura 30.

Tabela 18 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de manganês, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 0,2918e^{0,4883x}$	0,9104
Pseudocaule	$y = 0,287e^{0,3819x}$	0,8921
Folha	$y = 1,4067e^{0,4632x}$	0,9277
Inflorescência	$y = 3,8595x^3 - 81,158x^2 + 462,62x - 611,26$	0,6871

x = período de dias após o transplântio

y = estimativa de acúmulo de manganês, em miligramas

Figura 30 – Acúmulo de manganês pelas diferentes partes das plantas, nas diversas épocas de amostragem

As curvas de acúmulo de manganês pelas diferentes partes das plantas seguiram a mesma tendência da curva de produção de massa seca. Analisando-se a distribuição desse elemento dentro da planta através da Figura 31, verifica-se que ocorreu uma variação da representatividade desse elemento das diversas partes das plantas, destacando-se a sua presença nas folhas e pseudocaulos. Os teores encontrados nesse trabalho estão dentro da faixa considerada adequada à cultura, Silva et al. (2003) relata que teores elevados desse elemento nas folhas podem causar queda de produção.

Ocorreu um aumento abrupto da porcentagem desse elemento na inflorescência no final do ciclo da planta, ocasionando uma queda na porcentagem nas demais partes das plantas. Esses resultados estão de acordo com relatos de diversos autores (SALOMÃO et al., 2004; HOOKING, 1980, 1982; HOOKING et al., 1980).

Figura 31 – Distribuição em porcentagem de manganês acumulado nas diferentes partes das plantas

2.3.4.5 Zinco

O zinco estimula a produção de auxinas que são hormônios responsáveis pelo crescimento e a frutificação. Interfere nas enzimas produtoras da clorofila e das células e ainda no metabolismo da planta, ativando diversas enzimas. Participa da síntese das proteínas e do ácido indolacético (MALAVOLTA et al., 1997).

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas acham-se na Tabela 19, e as curvas representativas do acúmulo de zinco nos diversos órgãos, nas diferentes épocas de amostragens estão na Figura 32.

Tabela 19 - Resultados das análises de regressão do acúmulo de zinco, nos diferentes órgãos da planta da bananeira cv. Grande Naine

Órgão	Equação	R ²
Rizoma	$y = 0,5109e^{0,4128x}$	0,8606
Pseudocaule	$y = 0,046e^{0,4317x}$	0,9169
Folha	$y = 0,3769e^{0,3134x}$	0,9019
Inflorescência	$y = 0,647x^3 - 13,336x^2 + 74,643x - 97,158$	0,7216

x = período de dias após o transplantio

y = estimativa de acúmulo de zinco, em miligramas

Figura 32 – Acúmulo de zinco pelas diferentes partes das plantas, nas diversas épocas de amostragem

As curvas de acúmulo de zinco pelas diferentes partes das plantas seguiram a mesma tendência da curva de produção de massa seca, assim como os outros nutrientes. Quanto à distribuição desse elemento dentro da planta, é possível observar na Figura 33 que ocorreu uma grande flutuação da porcentagem desse elemento no decorrer do ciclo.

Houve um acúmulo gradual na concentração desse elemento na inflorescência, e, por conseguinte uma queda na porcentagem de zinco nas demais partes das plantas. Entretanto verifica-se que durante o ciclo analisado o zinco encontra-se na sua maioria no rizoma das plantas. O acúmulo de zinco na inflorescência seguiu o padrão dos

demais micronutrientes, enquadrando-se no tipo polinomial de terceiro grau. Entretanto em estudos realizados por Salomão et al. (2004), estudando a curva de acúmulo após a antese, verificou um comportamento linear.

Figura 33 – Distribuição em porcentagem de zinco acumulado nas diferentes partes das plantas

Ao se efetuar uma análise dos micronutrientes nas diferentes amostras realizadas, observa-se pela Tabela 20 a ordem de extração de cada elemento no final do primeiro ciclo de produção da bananeira, cv 'Grande Naine'; constata-se que o ferro foi o micronutriente mais acumulado pelo rizoma, pseudocaule e inflorescência, enquanto que o manganês foi mais acumulado nas folhas seguido pelo ferro.

Tabela 20 – Ordem de extração dos micronutrientes nas diferentes partes amostradas das plantas de bananeira 'Grande Naine' ao final do primeiro ciclo de produção

Órgão	Ordem de acúmulo de nutriente
Rizoma	Fe>Cu>Mn>Zn>B
Pseudocaule	Fe>Mn>B>Zn>Cu
Folha	Mn>Fe>Zn>B>Cu
Inflorescência	Fe>Mn>Zn>B>Cu

A ordem de extração dos micronutrientes na massa seca nas folhas foi semelhantes àquela encontrada por Fontes et al. (2003) o qual estudou a banana Prata-Anã, obtendo à seguinte ordem de concentração $Mn > Fe > B > Zn > Cu$.

Borges et al. (2006) estudando os teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira, verificaram que o manganês e o ferro foram os micronutrientes com teores mais elevados nas folhas.

Efetuada-se uma estimativa de plantio de 2000 plantas por hectare, com peso do cacho de 40 quilogramas, com base no presente estudo tem-se na Tabela 21 a quantidade exportada de micronutrientes.

Tabela 21 – Exportação dos micronutrientes em $mg.planta^{-1}$, e $g.hectare^{-1}$

	Nutrientes				
	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Exportação em $mg.planta^{-1}$ *	8809	2579	426	144	114
Exportação em $g.hectare^{-1}$ **	17618	5159	853	287	229

* cacho completo incluindo coração, brácteas, engaço e frutos

** tomando-se por base uma densidade de plantio de 2000 plantas por hectare

No Quadro 2 tem-se a estimativa da quantidade de micronutrientes extraídos pelas diversas partes da planta, bem como a extração total, considerando-se uma população de 2000 plantas por hectare, com produção de cachos de 40 quilogramas.

Analisando-se o Quadro 2 observa-se que a extração de micronutrientes seguiu a ordem decrescente: $Fe > Mn > Cu > Zn > B$.

		Nutrientes				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Rizoma	Extração em mg.planta ⁻¹	81	506	3603	377	188
	Extração em g.hectare ^{-1*}	162	1013	7206	754	377
Pseudocaule	Extração em mg.planta ⁻¹	44	10	2209	95	21
	Extração em g.hectare ^{-1*}	88	20	4418	190	41
Folhas**	Extração em mg.planta ⁻¹	27	6	419	1313	70
	Extração em g.hectare ^{-1*}	54	13	837	2626	141
Total	Extração em mg.planta ⁻¹	152	523	6231	1785	280
	Extração em g.hectare ^{-1*}	304	1045	12461	3570	559

Quadro 2 – Extração de micronutrientes pelas partes das plantas em mg.planta⁻¹, e g.hectare⁻¹

* tomando-se por base uma densidade de plantio de 2000 plantas por hectare

** inclui pecíolo, nervuras e limbo

3 CONCLUSÕES

- As plantas apresentaram surtos de crescimentos no quarto, e oitavo meses após o transplântio, períodos esses correspondentes à brotação de rebentos e diferenciação floral respectivamente.
- A ordem de acúmulo de macronutrientes foi diferente na inflorescência e nas demais partes amostradas das plantas.
- A razão de extração dos macronutrientes foi de 89 K: 17 N: 10 Ca: 6 Mg: 2 P: 1 S, no primeiro ciclo produtivo para a cultivar Grande Naine.
- A ordem de extração de micronutrientes foi diferente nas partes amostradas das plantas
- A razão de extração dos micronutrientes foi de 41 Fe: 10 Mn: 3 Cu: 2 Zn: 1 B, no primeiro ciclo produtivo para a cultivar Grande Naine.
- As equações de regressão que mais se adequaram para os rizomas, pseudocaule e folhas foram os modelos exponenciais, para as inflorescências, o modelo que mais se adequou foi à equação polinomial de terceiro grau.

REFERÊNCIAS

ALVES, E.J.; OLIVEIRA, M.A. Práticas culturais. In: ALVES, E.J. (Ed). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa, 1999. p. 335-351.

BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L.S. da. Solos, nutrição e adubação da bananeira. In: ALVES, E.J. **Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Cruz das Almas: Embrapa, CNPMF, 1999. p. 35-46.

BORGES, A.L.; SILVA, S.O.; CALDAS, R.C.; LEDO, C.A.S. Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 314-318, 2006.

BORGES, A.L.; CORDEIRO, Z.J.M.; FRANCELLI, M.; SOUZA, L.S.; SILVA, S.O.; COELHO, E.F.; LIMA, M.B.; MEDINA, V.M.; RITZINGER, C.H.S.P.; FOLEGATTI, M.I. S.; SOUZA, A.S.; MESQUITA, A.L.M.; CARVALHO, J.E.B.; TRINDADE A.V.; ALMEIDA, C.O.; MATOS, A.P.; MEISSNER FILHO, P.E.; FREIRE, F.C.O.; BARROS, L.M.; CRISÓSTOMO, L.A.; MOSCA, J.L.; CARVALHO, A.C.P.P. de. **Cultivo da banana para o Agropólo Jaguaribe-Apodi, Ceará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Sistemas de Produção, 5). Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fontesHTML/Banana/BananaCeara/index.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

BRASIL, E.C.; OEIRAS, A.H.L.; MENEZES, A.J.E.A. de; VELOSO, C.A.C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2407-2414, 2000.

BRAVO, J.J.; GARCIA, V.; DIAZ, A.; ALVAREZ, C.E. Estudios de relacion suelo-lanta e los cultivos de platanos de la Isla de la Palma (Islas Canarias). **Anales de Edafologia y Agrobiologia**, Madrid, v. 39, n. 5/6, p. 914-922, 1980.

BUTLER, A.F. Fertilizer experiments with the Gros Michel banana. **Tropical Agriculture**, London, v. 37, p. 31-50, 1960.

CHATTOPADHYAY, T.K.; MALLIK, P.C., Uptake of nutrients by banana at the 8th na 9th leaf stage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 7, p. 55-65, 1977.

COELHO, A.M. Fertirrigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. (Ed). **Quimigação**. Brasília: EMBRAPA, Serviço de Produção de Informação, 2004. p.201-228.

CORTEZ, J. C. ; SCARPARE FILHO, J. A. . Desenvolvimento da bananeira " Grande Naine" a partir de diferentes tipos de muda. In: **Simpósio de Iniciação Científica - SIICUSP**, 2006, Piracicaba. Simpósio de Iniciação Científica - SIICUSP, 2006.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípio e aplicações**. 2.ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 402 p.

FAO. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>>. Acesso em: 31 jan. 2008.

FERNANDEZ-CALDAS, E.; GARCIA, V. ; PEREZ GARCIA, V. Etude de l'état nutritionnel du bananier aux Iles Canarie; II. Interactions entre cations. **Fruits**, Paris, v. 28, n. 5, p. 351-355, 1973.

FERREIRA, R.P. **Produção e qualidade da banana “Myssore,” (Musa AAB) em resposta à combinação entre doses de potássio e de uma mistura de calcário dolomítico e gesso**, 1995. 68 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

FONTES, P.S.F.; CARVALHO, A.J.C. de; CEREJA, B.S.; MARINHO, C.S.; MONNERAT, P.H. Avaliação do estado nutricional e do desenvolvimento da bananeira prata-anã (*Musa* spp.) em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 156-159, 2003.

FORSTER, M.P.; RODRÍGUES, E.R.; MARTÍN, J.D.; ROMERO, C.D. Statistical differentiation of bananas according to their mineral composition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, n. 21, p. 6130-6135, 2002.

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

GARCIA, R.; GUIJARRO, R.; DIAZ, B. Modificaciones del estado nutricional del banano por efecto del potasio en suelos rojos de Cuba, relacion com el rendimiento y control de la fertilidad. **Cultivos Tropicales**, Havana, v. 1, p. 9-22, 1980.

GOMES, J.A. **Absorção de nutrientes pela bananeira cv. Prata (Musa AAB, subgrupo prata) em diferentes estádios de desenvolvimento**. 1988. 98 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

GUERRA, M.P.; PEDROTTI, E. L. ; REIS, M. S.; FERRARI, D. L. Resposta da bananeira-“Branca” (Grupo AAB) a diferentes níveis de nitrogênio e potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 1986, Brasília. **Anais ...** Brasília: EMBRAPA, DDT, 1986. v. 1, p. 59-64.

GUPTA, U.C. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: FERREIRA, M.E.; PESSÔA, M.C. da; RAIJ, B. van; ABREU, C.A.A. (Ed).

Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: POTAFOS; CNPq; FAPESP, 2001. p. 13-41.

GUTIERREZ, C.A.L. Diagnóstico del estado nutricional de plantaciones bananeras. **Asbana**, San José, v. 6, n. 19, p. 13-18, 1983.

HASSELO, H.N. Premature yellowing of Lacatan bananas. **Tropical Agriculture**, London, v. 38, p. 29-34, 1961.

HERNANDEZ, M.; LÓPEZ, C.; SOTO, M. Variacion estacional de los contenidos foliares em el clon “grane nano” em relacion com el potássio aplicado al suelo em La zona de Cariari, Pococi. In: REUNION ACORBAT, 7., 1985, San José. p. 1-14.

HOOCKING, P.J. The mineral nutrition of developing fruits of *Kennedia prostrata* R. Br. Ex Ait., a perennial Australian legume. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 28, p. 633-644, 1980.

_____. Accumulation and distribution of nutrients in fruits of castor bean (*Ricinus communis* L.). **Annals of Botany**. London, v. 49, p. 51-62, 1982.

HOOCKING, P.J.; KUO, J.; PATE, J.S. Mineral nutrition of developing fruits of Western Australian Christmas trees, *Nuytsia floribunda* (Labill.) R.Br.ex. Fenzl. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 28. p. 1-17, 1980.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp?t=5&z=t&o=1&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1&u8=1&u9=1&u10=3&u11=1&u12=26674&u13=1&u14=1>>. Acesso em: 31 jan. 2008.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/>>. Acesso em: 31 jan. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUÁRIAS. Contenidos foliares de nutriendos minerales em las variedades de banano de la coleccion. **Informe Técnico de Banano**, Equador, p. 14-15, 1982.

JAUHARI, U.S.; MISHRA, R.A.; TEWARI, C.B. Nutrient uptake of nana (*Musa paradisiaca*) var. Basrai dwarf. **Indian Journal of Agricultural Chemistry**, New Delhi, v. 7, n. 1, p. 73-79, 1974.

JOINER, J.N. Nutrition and fertilization of ornamental greenhouse crops. **Horticultural Reviews**, Alexandria, v. 5, p. 366-403, 1983.

JONES JR.; J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro Publ., 1991. 213 p.

JOSEPH, K.T. Nutrient content and nutrient removal in bananas as an initial guide for assessing fertilizer needs. **Planter**, Kuala Lumpur, v. 47, p. 7-10, 1971.

KURIEN, S.; ANIL, B.K.; RAJEEVAN, P.K.; BHARATHAN, V.; KRISHNAN, S. Phosphorus mobilization to uneconomic tissues and effects of bunch trimming regimes in banana. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 83, p. 25-32, 2000.

LACOEUILHE, J.J. Rythm d'absorption du potassium en relation avec la croissance: cas de l'ananas e du bananier. In: INSTITUTO INTERNACIONAL DA POTASSA. **Potassium in tropical crops and soils**. Berne, 1974. p.177-183.

LAHAV, E. Le role de l'analyse des parties de la plante pour déterminer Le niveau potassique du bananier. **Fruits**, Paris, v. 27, n. 12, p. 855-864, 1972.

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

LAHAV, E.; TURNER, D. **Banana nutrition**. Bern: Switzerland Potash Institute, 1983. 62 p. (IPI-Bulletin).

LASSOUDIERE, A. Matière végétale élaborée par le bananier Poyo depuis la plantation jusqu'à la récolte Du deuxième cycle. **Fruits**, Paris, v. 35, n. 7/8, p. 405-446, 1980.

LÓPEZ, A.; ESPINOSA, M.J. **Manual de nutrición y fertilización del banano**. Quito: Instituto de la Potassa y el Fósforo, 1995. 82 p.

_____. Banana response to potassium. **Better Crops International**, Athens, v. 12, p. 3-5, 1998.

MACHADO, S.A. Cálculo y comprobación de los abonos para cultivos especiales, **Revista Cafetera de Colombia**, Bogotá, v. 11, p. 4036-4047, 1953.

MAIA, V.M.; SALOMÃO, L.C.C.; CANTARUTTI, R.B.; VENEGAS, V.H.A.; COUTO, F.A.A. Efeitos de doses de nitrogênio, fósforo e potássio sobre os componentes da produção e a qualidade de bananas-'prata-anã' no distrito industrial de Jaíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 319-322, 2003.

MALAVOLTA, E. ; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MARCHAL, J.; MALLESSARD, R. Comparaison des immobilisations minérales de quatre cultivars de bananiers á fruits pour cuisson et de deux 'Cavendish'. **Fruits**, Paris, v. 34, n. 6, p. 373-391, 1979.

MARCHAL, J.; MARTIN-PRÉVEL, P. Les oligo elements Cu, Fe, Mn, Zn dans le bananier; niveaux foliaires et bilans. **Fruits**, Paris, v. 26, n. 7/8, p. 483-500, 1971.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. Orlando: Academic Press, 2005. 889 p.

MARTIN-PRÉVEL, P. La nutrition minérale du bananier et dans son regime. **Fruits**, Paris, v. 17, n. 3, p. 123-128, 1962.

_____. Echantillonnage du bananier pour l'analyse foliaire; conséquences des différences de techniques. **Fruits**, Paris, v. 32, n. 3, p. 151-166, 1977.

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

_____. Bananier. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. (Ed.). **L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales**. Paris: Tec&Doc, 1984. cap. 12, p. 715-751.

MARTIN-PRÉVEL, P.; MONTAGUT, G. Essais sol-plante sur bananiers; fonctions des divers organes dans l'assimilation de P, K, Ca, Mg. **Fruits**, Paris, v. 21, n. 8, p. 395-416, 1966.

MENGEL, K ; KIRKBY, E.E. **Principles of plant nutrition**. 3rd ed. Berna: IPI, 1987. 562 p.

_____. **Principles of plant nutrition**. Dordrechth: Kluwer Academic, 2001. 849 p.

MESSING, J.H.L. Long term changes in potassium, magnesium and calcium contents of banana plants and soils in the Winwards Island. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 51, n. 2, p. 154-160, 1974.

_____. Requerimientos nutricionales y diagnóstico de deficiencias del banano. In: SEMINARIO SOBRE IDENTIFICACIÓN DE LAS PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN DEL BANANO Y PLÁTANO, 1978, Panamá. p. 13-19.

MONTAGUT, G.; MARTIN-PRÉVEL, P. Essais sol-plante sur bananeraies; besoins en engrais des bananeraies antillaises. **Fruits**, Paris, v. 20, n. 6, p. 265-273, 1965.

MOREIRA, R.S. **Banana teoria e prática de cultivo**, 2. Ed. Fundação Cargil, 1999. 1 CD-ROM.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V, V.H. Sistemas de interpretação de análise de solo e recomendação de fertilizantes: muito simples ou muito complexo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Universidade Federal de Santa Maria, 2000. 1 CD-ROM

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, F.H.T. **Sistema para recomendação de calagem e adubação para a cultura da bananeira**. 2002. 78 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

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

RAGHUPHATI, H.B.; REDDY, B.M.C.; SRINIVAS, K. Multivariate diagnosis of nutrient imbalance in banana. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 33, p. 2.131-2.143, 2002.

RAMIREZ, R.; HADDAD, O.; LABOREN, G.; ALBARRÁN, S.E. Acumulation de nitrogeno, fosforo y potasio en las hojas del banano (*Dwarf cavendish*) en el estado Aragua. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 28, n. 5, p. 421-433, 1978.

REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. **Plant analysis an interpretation manual**. 2nd ed. Collingwood: CSIRO Publ., 1997. 570 p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

ROBINSON, J.B. Fruits, vines e nuts. In: REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. (Ed.). **Plant analysis: an interpretation manual**. Melbourne: Inkata Press, 1986. p. 120-147.

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

SAMUELS, G.; BEALE, A.; TORRES, S. Nutrient content of the plantain (Musa AAB group) during growth and fruit production. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 62, n. 2, p. 178-185, 1978.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 54 p.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R. A maior estiagem do século? **Notícias Piracena**, Piracicaba, v. 60, n. 50, p. 1, 2000.

SHAWKY, I.; ZIDAN, Z.; RIAD, M. The distribution of N, P and K in different parts of the banana leaf during its life. **Egypt Journal of Horticulture**, Cairo, v. 1, n. 1, p. 73-77, 1974.

SILVA, J.T.A. **Adubação e nutrição da bananeira para o Norte de Minas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1994. 24 p. (Boletim Técnico, 46).

SILVA, J.T.A. da; BORGES, A.L.; CARVALHO, J.G.; DAMACENO, J.E.A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.25, n.1, p.152-155, 2003.

SILVA, S.O.; ALVES, E.J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L. Cultivares. In: ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2.ed. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1999. p. 85-106.

SILVA, T.O.; BORGES, A.L.; CALDAS, R.C.; ALMEIDA, I.E. de. Adubação nitrogenada para a bananeira 'Terra'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Anais ...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; SBF, 2000. p. 79.

SOTO, M. **Bananas: cultivo y comercialización**. 2.ed. San José: LIL, 1992. 674 p.

SOUZA, V.F.S.; VELOSO, M.E.C.; VASCONCELOS, M.L.F.L.; RIBEIRO, V.Q.; SOUZA, V.A.B. de; D'ALBUQUERQUE JR., B.S. Nitrogênio e potássio via água de irrigação nas características de produção da Bananeira 'Grand Naine'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 865-869, 2004.

TEIXEIRA, L.A.J.; 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 Agrônomo; Fundação IAC, 1997. p. 131-132. (Boletim Técnico, 100).

TING, I. P. **Plant physiology**. Riverside: University of California; Addison-Wesley, 1982. 642 p.

TOMÉ JÚNIOR, J.B. **Uma nova abordagem nas recomendações de adubação**. 2004. 133 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

TOMÉ JÚNIOR, J.B.; NOVAIS, R.F. Utilização de modelos como alternativas às Tabelas de recomendação de adubação. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 8-11, 2000.

TURNER, D.W.; BARKUS, B. Loss of mineral nutrients from banana pseudostems after harvest. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 50, n. 3, p. 229-233, 1973.

_____. Nutrient concentrations in the leaves of a range of banana varieties growth in the subtropics. **Fruits**, Paris, v. 36, n. 4, p. 217-222, 1981.

_____. Yield, chemical composition, growth and maturity of 'Willians' banana plant in relation to supply of potassium, magnesium and manganese. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 16, p. 239-252, 1982.

_____. The uptake and distribution of mineral nutrients in response to supply of K, Mg and Mn. **Fertilizer Research**, Amsterdam, v. 4, p. 89-99, 1983.

TWYFORD, I.T. Banana nutrition: a review of principles and practices. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 18, n. 5, p. 177-183, 1967.

TWYFORD, I.T.; WALMLEY, D. The mineral composition of the 'Robusta' banana plant; I. The concentration of mineral constituents. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 39, n. 2, p. 227-243, 1973.

_____. The mineral composition of the 'Robusta' banana plant; II. The concentration of mineral constituents. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 41, n. 4, p. 459-470, 1974a.

_____. The mineral composition of the 'Robusta' banana plant. III. Uptake and distribution of mineral constituents. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 41, n. 4, p. 471-491, 1974b.

VALSAMMA, M.; ARAVINDAKSHAN, M. Nutrient uptake in rainfed banana var. Palaynkodan. **Agricultural Research Journal of Kerala**, Kerala, v. 19, n. 2, p. 54-61, 1981.

VEERANNAH, L.; SELVARAJ, P.; ALAGIAMANAVALAN, R.S. Studies on the nutrient uptake in 'Robusta' and 'Poovan'. **Indian Journal Horticulture**, Coimbatore, v. 33, n. 3, p. 203-208, 1976.

VORM, P.D.J. van der; DIEST, A. van. Redistribution of nutritive elements in a 'Gross Michel' banana plant. **Netherlands Journal Agriculture Science**, Amsterdam, v. 30, n. 4, p. 286-296, 1982.

WALMSLEY, D.; TWYFORD, I.T. The zone of nutrient uptake by the 'Robusta' banana. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 45, n. 2, p. 113-118, 1968.

_____. The mineral composition of the banana plant. V. Sulphur, iron, manganese, boron, zinc, copper, sodium and aluminum. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 45, p. 595-561, 1976.

WARNER, R.M.; FOX, R.L. Nitrogen and potassium nutrition of giant cavendish banana in Hawaii. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 102, n. 6, p. 739-743, 1977.