



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E DE NUTRIENTES EM
CULTIVARES DE BANANEIRA IRRIGADA**

RICARDO BEZERRA HOFFMANN

AREIA - PB
FEVEREIRO – 2008

RICARDO BEZERRA HOFFMANN

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E DE NUTRIENTES EM
CULTIVARES DE BANANEIRA IRRIGADA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Agronomia”, área de concentração em “Solos e Nutrição de Plantas”.

Orientador: Prof. Fábio Henrique Tavares de Oliveira

Co-Orientador: Prof. Adailson Pereira de Souza

**AREIA – PB
FEVEREIRO – 2008**

Ficha Catalográfica elaborada na Seção de Processos Técnicos da Biblioteca
Setorial de Areia-PB, CCA/UFPB.
Bibliotecária: Márcia Maria Marques CRB4 – 1409

H711a Hoffmann, Ricardo Bezerra

Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em cultivares de bananeira
irrigada./ Ricardo Bezerra Hoffmann. – Areia: PPGA/CCA/UFPB, 2008.
46f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) pelo Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.
Orientador: Fábio Henrique Tavares de Oliveira.

1. Bananeira - banana. 2. Matéria seca. 3. Nutrição mineral. 4. Tecido
vegetal - análise. I. Oliveira, Fábio Henrique Tavares de (Orient.). II.
Título.

CDU: 634.773(043.3)

RICARDO BEZERRA HOFFMANN

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E DE NUTRIENTES EM
CULTIVARES DE BANANEIRA IRRIGADA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Agronomia”, área de concentração em “Solos e Nutrição de Plantas”.

Dissertação aprovada em: 13 de fevereiro de 2008

BANCA EXAMINADORA:

Fábio Henrique Tavares de Oliveira

Prof. Fábio Henrique Tavares de Oliveira
CCA/UFPB
Orientador

Hans Raj Gheyi

Prof. Hans Raj Gheyi
DEAg/UFCG
Examinador

Rejane Maria Nunes Mendonça

Prófa. Rejane Maria Nunes Mendonça
CCA/UFPB
Examinadora

OFEREÇO

A Deus,

Pai todo poderoso que nos momentos de angústia é o meu refúgio e a minha fortaleza que ilumina nossos caminhos, nos protegendo e nos dando sabedoria e força para vencer os obstáculos;

Aos meus pais,

Valdir Hoffmann e Lucinda Bezerra Hoffmann, exemplos de perseverança, trabalho, honestidade, dedicação, fé e amor;

As minhas irmãs e meu irmão,

Rúbia Hoffmann Ruckert, Susana Hoffmann, Isabel Hoffmann e Eduardo Bezerra Hoffmann, bem como ao meu cunhado Claison Ruckert e ao meu sobrinho Johann Hoffmann Ruckert, por todo carinho;

Aos meus avós,

Herbert Hoffmann (*in memorian*)
Ida Ferreira Hoffmann

Lindolfo Bezerra (*in memorian*)

Antônia Corrêa Bezerra (*in memorian*)

As verdadeiras amizades,

Em especial, Maria do Socorro Viana do Nascimento, Elizete Pereira de Souza, Marlene Feliciano Mata e Antônia Barbosa de Lima, pelo prazer de todos os momentos que passamos juntos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas virtudes concedidas e por estar presente em todos os momentos da minha vida.

Aos meus familiares, pelo amor, carinho e compreensão.

A Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias – Programa de Pós Graduação em Agronomia pela inesquecível acolhida e oportunidade de realização deste curso.

Ao professor Fábio Henrique Tavares de Oliveira pela orientação e conclusão deste trabalho.

Ao professor Adailson Pereira de Souza pelo apoio na realização das análises químicas de tecido vegetal.

A professora Silvanda de Melo Silva pela correção do abstract.

A Fazenda Frutacor Ltda por ter permitido a realização de amostragens de plantas em uma de suas áreas de plantio comercial.

Aos meus amigos, em especial Maria do Socorro Viana do Nascimento, Elizete Pereira de Souza, Marlene Feliciano Mata e Antônia Barbosa de Lima pelo grande vínculo de afeto, amizade, sinceridade e companheirismo durante a realização deste curso.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia por todos os ensinamentos transmitidos: Alberício Pereira de Andrade, Fábio Henrique Tavares de Oliveira, Ítalo de Souza Aquino, Jacob Silva Souto, Pedro Dantas Fernandes e Walter Esfraim Pereira.

A secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Cícera Eliane Araújo por todo atendimento e compreensão.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos laboratoristas, Naldo e Gilson, pelo auxílio na realização das análises químicas.

As colegas de pós-graduação: Jailma dos Santos de Medeiros e Hemmannuella Costa Santos pelos ótimos momentos compartilhados no laboratório.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

RICARDO BEZERRA HOFFMANN, filho de Valdir Hoffmann e Lucinda Bezerra Hoffmann, nasceu em Rio do Sul, SC, em 31 de agosto de 1979.

Graduou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em maio de 2004.

Obteve certificado de especialização “Lato Sensu” em Solos e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Lavras em dezembro de 2006.

Em março de 2006 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, em nível de mestrado, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
CAPÍTULO 1	03
ACÚMULO DE MATÉRIA SECA, ABSORÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM SEIS CULTIVARES DE BANANEIRA IRRIGADA	03
1. INTRODUÇÃO.....	03
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	07
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
3.1. Acúmulo de matéria seca.....	12
3.2. Absorção e exportação de nutrientes.....	14
3.2.1. Macronutrientes.....	14
3.2.2. Micronutrientes.....	18
4. CONCLUSÕES.....	24
CAPÍTULO 2	25
USO DE AMOSTRA COMPOSTA DE TECIDO VEGETAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DE MACRONUTRIENTES NOS ÓRGÃOS DA BANANEIRA GROSS MICHEL	25
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4. CONCLUSÃO.....	38
LITERATURA CITADA.....	39
APÊNDICE.....	45

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1 - ACÚMULO DE MATÉRIA SECA, ABSORÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM SEIS CULTIVARES DE BANANEIRA IRRIGADA

Quadro 1-	Características químicas e físicas do solo da área amostrada em Limoeiro do Norte nas camadas de 0-20 e 20-40 cm	07
Quadro 2-	Quantidade de matéria seca acumulada em várias partes da “planta-mãe” das cultivares de bananeira Grande Naine, Gross Michel, Pacovan, Pacovan Apodi, Prata Anã e Terrinha.	12
Quadro 3-	Conteúdo de potássio, nitrogênio e enxofre em várias partes da planta-mãe das cultivares de bananeira irrigada	15
Quadro 4-	Conteúdo de cálcio, magnésio e fósforo em várias partes da planta-mãe das cultivares de bananeira irrigada	16
Quadro 5-	Conteúdo de manganês, ferro e boro em várias partes da planta-mãe das cultivares de bananeira irrigada	20
Quadro 6-	Conteúdo de zinco e cobre em várias partes da planta-mãe das cultivares de bananeira irrigada	21

CAPÍTULO 2 - USO DE AMOSTRA COMPOSTA DE TECIDO VEGETAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DE MACRONUTRIENTES NOS ÓRGÃOS DA BANANEIRA GROSS MICHEL

Quadro 1-	Características químicas e físicas do solo da área amostrada em Limoeiro do Norte nas camadas de 0-20 e 20-40 cm	27
Quadro 2-	Composição de amostras compostas de tecido vegetal para avaliação do conteúdo de nutrientes na bananeira cv. Gross Michel irrigada	32
Quadro 3-	Conteúdos de nitrogênio, fósforo e potássio em diversas partes da bananeira, estimados a partir do somatório dos conteúdos desses nutrientes em cada órgão da planta (“simples”) e a partir dos valores dos resultados das análises químicas de amostras compostas de tecido vegetal (“composta”).	34
Quadro 4-	Conteúdos de cálcio, magnésio e enxofre em diversas partes da bananeira, estimados a partir do somatório dos conteúdos desses nutrientes em cada órgão da planta (“simples”) e a partir dos valores dos resultados das análises químicas de amostras compostas de tecido vegetal (“composta”).	35

APÊNDICE

Quadro 1A-	Resultado do teste de identidade entre os conteúdos (g) de N, P, K, Ca, Mg e S avaliados pelo método tradicional (“amostras simples”) e pelo método alternativo (“amostras compostas”).	46
------------	---	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - ACÚMULO DE MATÉRIA SECA, ABSORÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM SEIS CULTIVARES DE BANANEIRA IRRIGADA

Figura 1.	Órgãos da bananeira avaliados na época da colheita	08
Figura 2.	Amostragem do rizoma	09
Figura 3.	Amostragem do pseudocaule	09
Figura 4.	Amostragem do pecíolo	09
Figura 5.	Amostragem do limbo	10
Figura 6.	Amostragem do engaço	10

CAPÍTULO 2 - USO DE AMOSTRA COMPOSTA DE TECIDO VEGETAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DE MACRONUTRIENTES NOS ÓRGÃOS DA BANANEIRA GROSS MICHEL

Figura 1.	Órgãos da bananeira avaliados na época da colheita	28
Figura 2.	Amostragem do rizoma	29
Figura 3.	Amostragem do pseudocaule	29
Figura 4.	Amostragem do pecíolo	29
Figura 5.	Amostragem do limbo	30
Figura 6.	Amostragem do engaço	30
Figura 7.	Identidade entre os conteúdos (g) de N, P, K, Ca, Mg e S avaliados pelo método tradicional (“amostras simples”) e pelo método alternativo (“amostras compostas”).	36

RESUMO

RICARDO BEZERRA HOFFMANN. **Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em cultivares de bananeira irrigada.** Areia - PB, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Fevereiro de 2008. 46p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas. Orientador: Prof. Fábio Henrique Tavares de Oliveira.

A avaliação do acúmulo e distribuição de matéria seca e de nutrientes nas partes vegetativa e reprodutiva da planta fornece dados importantes para se estimar a demanda de nutrientes pela bananeira. Entretanto, quanto maior a quantidade de partes ou órgãos que compõem a planta, maior será a quantidade de análises químicas e maiores serão os custos para a realização do trabalho. É possível que a análise química de apenas uma amostra composta de matéria seca de diferentes partes da planta também seja suficiente para estimar a concentração média de nutrientes na planta, desde que na composição dessa amostra composta a quantidade de matéria seca de cada parte da planta a ser utilizada seja de acordo com a proporção que essa parte da planta representa em relação à planta toda. Os objetivos desse trabalho foram: a) avaliar o acúmulo de matéria seca e de nutrientes em seis cultivares de bananeira irrigada; b) avaliar a viabilidade do uso de amostra composta de tecido vegetal para avaliação do conteúdo de macronutrientes em diversos órgãos da bananeira. Foram amostradas plantas das cultivares Grande Naine, Pacovan, Pacovan-Apodi, Prata-Anã, Terrinha e Gross Michel, em uma área de produção comercial de bananeira irrigada na Fazenda Frutacor Ltda. As cultivares eram plantadas em fileiras duplas, sendo 1.666 covas por hectare. Na época da colheita foram escolhidas quatro touceiras de cada cultivar para amostragem. A “planta-mãe” foi dividida em rizoma, pseudocaule, pecíolo, limbo, engaço e frutos, e essas partes foram pesadas para determinação da massa da matéria fresca. Em seguida, foi retirada uma amostra de aproximadamente 700 g de cada parte da planta para determinação da massa da matéria seca. Essas amostras foram lavadas e colocadas em sacos de papel e encaminhadas para o laboratório de análise de tecido vegetal, sendo secas em estufa até atingir peso constante para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn, Fe e Mn. Para avaliar a viabilidade do uso de amostras compostas de tecido vegetal, amostrou-se quatro touceiras de bananeira c.v. Gross Michel irrigada separando as plantas em “planta-mãe” e “planta-filha”. A “planta-mãe” foi dividida em rizoma, pseudocaule, pecíolo, limbo, engaço e frutos e a “planta-filha” em rizoma, pseudocaule, pecíolo e limbo. Em seguida,

foi retirada uma amostra dessas partes para determinação da massa da matéria seca e do teor de N, P, K, Ca, Mg e S. A partir da matéria seca de cada parte da planta, retirou-se sub-amostras para preparação das amostras compostas. As cultivares que extraíram do solo as maiores quantidades de nutrientes foram, de modo geral, as que acumularam quantidades mais elevadas de matéria seca. O K e o N foram os macronutrientes mais absorvidos e exportados pelas cultivares em estudo, seguidos do S, Ca, Mg e P. Em todas as cultivares houve maior acúmulo de Mn e Fe na planta, sendo os dois micronutrientes mais exportados pela bananeira por ocasião da colheita. O Cu foi o micronutriente acumulado em menor quantidade nas seis cultivares, com exceção da cultivar Gross Michel que acumulou e exportou mais Cu do que Zn. Os resultados para o uso de amostras compostas indicam que a magnitude do erro médio entre os métodos para cada nutriente não foi grande. Portanto, a análise química de apenas uma amostra composta de diferentes partes menores da bananeira é suficiente para se estimar o conteúdo médio de N, P, K, Ca, Mg e S em uma parte maior da planta ou na planta toda, desde que na composição dessa amostra composta a quantidade de matéria seca de cada parte menor seja de acordo com a proporção que essa parte representa em relação à parte maior da planta ou à planta toda

Palavras-chave: banana, nutrição mineral, análise foliar

ABSTRACT

RICARDO BEZERRA HOFFMANN. **Evaluation of dry matter and nutrient accumulation in cultivars of irrigated banana plants.** Areia - PB, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, February 2008. 46 p.il. Master Dissertation. Postgraduation Program in Agronomy. Research Concentration Area: Soil and Plant Nutrition. Advisor: Fábio Henrique Tavares de Oliveira.

The evaluation of accumulation and distribution of dry matter and nutrients in the vegetative and reproductive parts of banana plant provide important data for the estimation of the demand of nutrients by the plant. However, as larger the amount of part or organs that compose the plant, larger will be the amount of chemical analyses and therefore the costs for accomplishing the research work. It is possible that the chemical analyses of only one composed sample of dry matter from different part of the plant would be sufficient for estimating the mean nutrient contents in the plant, considering that in the composition of the composed sample, the amount of dry matter from each part of the plant evaluated is in agreement with the proportion that such part represents in relation to the whole plant. The objectives of that work were: a) to evaluate the accumulation of dry matter and nutrients in six irrigated banana plant cultivars; b) to evaluate the feasibility of the use composed sample of vegetable tissue for evaluating the content of macronutrients in several organs from the banana plant. It was sampled plants from the cultivars Grande Naine, Pacovan, Pacovan-Apodi, Prata Anã, Terrinha and Gross Michel, from a commercial production area of irrigated banana plant from the Frutacor Ltda Farm. Those cultivars were cropped in double rows, being 1,666 plants per ha. At the harvest time, it was selected four banana plant-bunches from each cultivars for sampling. The "mother-plant" was divided in rhizome, pseudostem, petiole, leaf lamina, stalk, and fruits, and those part were weighted for fresh matter determination. Following, it was collected a sample of approximately 700 g from each part of the plant for dry matter determination. Those samples were washed, put inside paper bags, and sent to the vegetable tissue analysis laboratory, where were dried in oven until the constant weight be reached, for the determination of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn, Fe, and Mn contents. For the evaluation of the feasibility of the use of composed samples of vegetable tissue, it was sampled four families of irrigated banana plant cv. Gross Michel that was separated into "mother-plant" and "daughter-plant". The "mother-plant" was divided into rhizome, pseudostem, petiole, leaf lamina, stalk,

and fruits, and to the "daughter-plant" into rhizome, pseudostem, petiole and leaf lamina. Following, it was collected samples from those parts for dry matter and N, P, K, Ca, Mg, and S contents determination. From the dry matter from each part of the plant, it was removed sub-samples for preparation of the composed samples. The cultivars that extracted the largest amount of nutrients from the soil were, in general manner, those that accumulated the highest amounts of dry matter. Potassium (K) and N were the macronutrients more absorbed and exported by the cultivars in study, followed by S, Ca, Mg, and P. For all cultivars there was larger accumulation of Mn and Fe in the plant, being the two micronutrients more exported by the banana plant by harvest time. Cu was the micronutrient accumulated in lower amounts by the six cultivars, with exception of the Gross Michel cultivar that accumulated and exported more Cu than Zn. The results for the use of composed samples indicate that the interval of the mean error between approaches for each nutrient was not large. Therefore, the chemical analysis of only one composed sample from different smaller parts of banana plant is sufficient for estimating the mean contents of N, P, K, Ca, Mg, and S in a larger part of the plant or from the whole plant, considering that in the composition of that composed sample the amount of dry matter from each smaller part is in agreement with a proportion that such part represents in relation to the larger part or to the whole plant.

Keywords: banana, mineral nutrition, leaf analysis

INTRODUÇÃO GERAL

Segundo a sistemática botânica de classificação, as bananeiras produtoras de frutos comestíveis são plantas da classe das monocotiledôneas, ordem Scitominales, família Musaceae, tendo como subfamília Heliconioideae, Strelitzioideae e Musoideae (Champion, 1967), sendo a maioria das cultivares de banana originários do continente Asiático (Dantas & Soares Filho, 1995), tendo evoluído a partir das espécies selvagens *Musa acuminata* Colla e *M. balbisiana* Colla.

Além da origem biespecífica (A=acuminata; B=balbisiana), a classificação destes grupos de banana comestíveis se refere também à níveis de cromossomos distintos, podendo ser diplóides (AA, BB e AB), triplóides (AAA, AAB e ABB) e tetraplóides (AAAA, AAAB, AABB e ABCC) (Dantas et al., 1983, Stover & Simmonds, 1987; Soto Ballester, 1992; Dantas & Soares Filho, 1995).

Apesar do grande número de cultivares existentes, são poucas as que têm boa aceitação pelo consumidor e que agregam potencial agronômico satisfatório, limitando a sua indicação para fins comerciais. As cultivares de bananeira (*Musa* spp.) mais difundidas no Brasil são: Maça, Prata, Pacovan, Prata-Anã, Mysore, Terra e D'Angola, pertencentes ao grupo genômico AAB, e Nanica, Nanicão e Grande Naine, do grupo AAA, utilizadas principalmente para exportação (Dantas & Soares Filho, 1995).

A bananeira produz uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo explorada na maioria dos países tropicais. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de bananas, com mais de 6,9 milhões de toneladas. O Nordeste é a principal região produtora do Brasil com 210.374 ha de área colhida (41 % da área total cultivada do país) e produção de 2.706.207 toneladas, tendo como maior produtor o Estado da Bahia, que responde por 43,71 % da produção nordestina (IBGE, 2006).

No ano de 2006 o Estado da Paraíba produziu cerca de 264 mil toneladas de bananas (apenas 3,8 % da produção nacional), tendo a mesorregião geográfica do Agreste Paraibano produzido cerca de 85 % dessa produção, com os municípios de Alagoa Nova, Areia e Bananeiras respondendo por quase 39 % da produção estadual.

Nesse mesmo ano, a produtividade média da bananeira na Paraíba foi de 15 t/ha, que está acima da média nacional (14 t/ha), mas abaixo da média de outros estados, como o Rio Grande do Norte, que apresentou nesse mesmo ano um rendimento médio de 31 t/ha, sendo a maior produtividade média do Brasil (IBGE, 2006).

Originária do continente Asiático, é cultivada em quase todos os países tropicais, sendo cultivada de norte a sul do Brasil, indo desde a faixa litorânea até os planaltos do interior, embora o seu plantio sofra restrições, em virtude de fatores climáticos, como temperatura e precipitação, possuindo ainda grande expressão econômica e elevado alcance social. A participação dos frutos da bananeira na dieta alimentar é de fundamental importância, pois são supridores de vitaminas e minerais, além de gerar muitos empregos diretos no país, que apesar da evolução dos cultivos comerciais em bases mais técnicas, a bananeira ainda pode ser considerada como predominantemente de uso intensivo de mão-de-obra, sendo esta de cunho familiar (Souza & Torres Filho, 1999).

A cultura da bananeira no Brasil apresenta baixa produtividade, e geralmente, má qualidade de frutos, que pode ser explicada pelas precárias estruturas de produção e comercialização, baixo nível tecnológico empregado nos cultivos, ataque de doenças e, principalmente, a nutrição mineral inadequada dos bananais (Borges et al., 1999).

O correto manejo nutricional dos bananais é de extrema importância para obtenção de altas produtividades, pois é um dos fatores que mais influenciam o crescimento e desenvolvimento das bananeiras, uma vez que as plantas apresentam crescimento e desenvolvimento rápido, acumulando grandes quantidades de nutrientes em sua biomassa (Lahav, 1995; Lopez M. & Espinosa M., 1995).

Sendo assim, o conhecimento das quantidades dos nutrientes absorvidos e exportados por meio das análises químicas dos diferentes órgãos que compõem essa planta fornecerão subsídios para melhorar a compreensão do balanço de nutrientes no sistema solo-planta e, consequentemente, para definir uma recomendação de adubação que realmente satisfaça as exigências nutricionais da bananeira. Entretanto, quanto maior o número de repetições e maior a quantidade de partes ou órgãos que compõem a planta de uma determinada espécie, maior será a quantidade de análises químicas de tecido vegetal necessárias e, consequentemente, maior será o custo de realização do trabalho, o que pode desestimular os pesquisadores. Contudo, o uso de amostras compostas poderá servir como forma alternativa para redução desses custos.

CAPÍTULO I

ACÚMULO DE MATÉRIA SECA, ABSORÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM SEIS CULTIVARES DE BANANEIRA IRRIGADA

1. INTRODUÇÃO

A cultura da bananeira é muito exigente em nutrientes, principalmente potássio e nitrogênio. No entanto, ocorrem diferenças entre cultivares e até mesmo dentro de um grupo genômico nas quantidades absorvidas, em razão de fatores internos da planta, características genéticas e fatores externos, como as condições de clima, solo e manejo agronômico praticado na cultura, como a adubação.

Segundo Lopez M. & Espinosa M. (1995), a nutrição é um fator de produção de extrema importância para a bananeira devido à alta eficiência destas plantas em produzir grandes quantidades de fitomassa em curto período de tempo. Baixas produtividades, e geralmente, má qualidade de frutos, podem ser explicadas pelas precárias estruturas de produção e comercialização, baixo nível tecnológico empregado nos cultivos, ataque de doenças e, principalmente, a nutrição mineral inadequada dos bananais (Borges et al., 1999).

Na maioria das vezes, as adubações para a cultura da bananeira, em vários estados brasileiros, têm sido baseadas em tabelas que contêm recomendações para o uso de fertilizantes e corretivos (Teixeira et al., 1997; Gonzaga Neto et al., 1998; Souza et al., 1999; Borges et al., 2002; Silva et al., 2002; Oliveira, 2003; Sociedade...,2004). Essas recomendações são dotadas de elevado grau de empirismo em sua constituição, o que torna difícil a evolução das mesmas (Novais & Alvarez V., 2000), podendo recomendar doses de nutrientes aquém ou além daquelas tidas como ótimas. Outra desvantagem das

tabelas é 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).

Assim, é necessário o conhecimento das quantidades dos nutrientes absorvidos e exportados por essa cultura para melhor compreensão do balanço de nutrientes no sistema solo-planta e, consequentemente, para definir uma recomendação de adubação que realmente satisfaça as exigências nutricionais da bananeira. Visando propor recomendações de adubação para a cultura da bananeira mais confiáveis do ponto de vista técnico e científico, Oliveira et al. (2005), propuseram o Sistema de Recomendação de Adubação para a Cultura da Bananeira (FERTICALC® – Bananeira), por meio da modelagem do requerimento e do suprimento de nutrientes, de modo que as doses recomendadas variem continuamente com a produtividade esperada e com os teores e capacidade tampão dos nutrientes no solo.

O grau de acerto das recomendações de fertilizantes obtidas a partir desses modelos depende do conhecimento disponível sobre a dinâmica e interação dos nutrientes com o solo e sobre a eficiência de absorção e utilização dos nutrientes pelas plantas, que influenciam diretamente a parametrização do modelo. Os testes de validação dos modelos FERTICALC têm revelado recomendações compatíveis com aquelas obtidas a partir do modelo-tabelas em uso atualmente. A recomendação por meio do FERTICALC tem-se mostrado, no entanto mais sensível a variações nas características da planta e do solo (Cantarutti et al., 2007). O FERTICALC®-Bananeira tem mostrado que o conhecimento do acúmulo de matéria seca e de nutrientes é o primeiro passo para se estimar a demanda de nutrientes pela bananeira e, consequentemente, para se estimar as doses de nutrientes mais adequadas para essa cultura.

A bananeira é uma planta exigente em nutrientes por produzir grande massa vegetativa e ainda apresentar elevadas quantidades de nutrientes absorvidos pela planta e exportados pelos frutos, principalmente potássio (K) e nitrogênio (N) (Martin-Prével, 1962; Montagut & Martin-Prével, 1965; Martin-Prével et al., 1968; Gallo et al., 1972; Borges & Silva, 1995; Lahav, 1995; Lopez M. & Espinosa M., 1995; Faria, 1997; Borges & Silva, 2000; Teixeira, 2000; Borges & Oliveira, 2000; Borges & Caldas, 2002; Hoffmann et al., 2007).

Esta cultura possui crescimento rápido que requer, para seu desenvolvimento normal e produção satisfatória, quantidades adequadas de nutrientes disponíveis no solo

(Soto Balester, 1992). O conteúdo absorvido de nutrientes pelas plantas de bananeiras em diversos trabalhos (Martin-Prével et al., 1968; Gallo et al. 1972; Twyford & Walmsley, 1973, 1974 a e b; Walmsley e Twyford, 1976; Marchal & Mallessard, 1979; Neves et al., 1991; Borges & Silva, 1995 e Faria, 1997;) variaram, em média, para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, 176, 25, 659, 133, 104 e 48 kg ha⁻¹ e para B, Zn, Cu, Fe e Mn, 320, 379, 130, 3.631 e 14.770 g ha⁻¹, respectivamente, com produtividades variando de 9,4 a 77,0 t ha⁻¹ de frutos produzidos. No Brasil a demanda da bananeira por fertilizantes se deve não somente à alta absorção e exportação de nutrientes pela cultura, mas também à baixa fertilidade dos solos da maioria das regiões produtoras (Borges & Oliveira, 2000).

A exigência de nutrientes de uma cultivar de bananeira depende do seu potencial produtivo, da densidade populacional, do estado fitossanitário e, principalmente, do balanço entre os elementos no solo, além do sistema radicular que interferirá na absorção dos nutrientes (Soto Balester, 1992). Para o adequado manejo nutricional da bananeira é necessário conhecer a quantidade de nutrientes absorvidos e o total exportado pela colheita, visando a reposição através da adubação e da devolução dos restos vegetais ao solo (Silva et al., 2001).

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes pela bananeira é a seguinte: K > N > Ca > Mg > S > P. Para micronutrientes, as quantidades acumuladas seguem a ordem Cl > Mn > Fe > Zn > B > Cu (Borges & Oliveira, 2000). A exportação de nutrientes pelas colheitas é dependente do genótipo, da composição dos cachos e da capacidade de produção de frutos. Segundo Faria (1997) em média são exportados pelos cachos na colheita, por hectare: 47 kg de N, 4,6 kg de P, 126 kg de K, 4 kg de Ca, 6 kg de Mg, 5 kg S, 87 g de B, 38 g de Cu, 99 g de Zn.

Trabalhos desenvolvidos na África por Martin-Prével (1962) com cv. Nanica, avaliando sua composição em diferentes estágios de desenvolvimento, constatou que por ocasião da colheita do cacho apresenta as maiores quantidades de matéria seca acumulados, cerca de 2.957 g, representando 41 % do total da planta. O cacho é o órgão da planta que apresenta maior quantidade de matéria seca acumulada por ocasião da colheita (Faria, 1997). O acúmulo de nutrientes na bananeira acompanha o acúmulo de matéria seca, indicando que os órgãos de maior acúmulo de matéria seca apresentam as maiores quantidades de nutrientes em seus tecidos (Neves et al., 1991; Faria, 1997).

A maioria dos trabalhos sobre acúmulo de matéria seca e de nutrientes realizados no país foi em condições de sequeiro (Gomes, 1988; Borges & Silva, 1995) com

variedades diferentes das atuais e em um sistema de produção diferente do que se trabalha hoje, de modo que as quantidades de nutrientes e de matéria seca acumuladas nas plantas estão associadas a produtividades muito baixas. Na bananicultura irrigada e com alto nível tecnológico, as produtividades são bem maiores e, consequentemente, maiores serão as demandas de nutrientes, inclusive enxofre e micronutrientes, os quais não foram avaliados na maioria dos trabalhos.

Diante do exposto, se faz necessária a realização de estudos sobre acúmulo de matéria seca e de nutrientes em diversas cultivares de bananeiras irrigadas, principalmente com as cultivares atualmente plantadas e nos sistemas de produção atuais. Essas informações vão permitir melhor estimativa da demanda de nutrientes pelas diferentes variedades de bananeiras, permitindo a evolução do FERTICALC®- Bananeira e das próprias tabelas de recomendação de adubação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de matéria seca e de nutrientes em seis cultivares de bananeira irrigada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram amostradas plantas das cultivares Grande Naine (AAA), Pacovan (AAB), Pacovan-Apodi (AAAB), Prata-Anã (AAB), Terrinha (AAB) e Gross Michel (AAA), em uma área de produção comercial de bananeira irrigada da Fazenda Frutacor Ltda, no município de Limoeiro do Norte, CE. As plantas eram cultivadas em um Cambissolo (Quadro 1) e manejadas nutricionalmente por meio de adubação de fundação e de aplicação de nutrientes em cobertura por meio de fertirrigação, não apresentando nenhum sintoma visual de deficiência de nutrientes.

Quadro 1. Características químicas e físicas do solo da área amostrada em Limoeiro do Norte nas camadas de 0-20 e 20-40 cm

Características	Unidade	Profundidade	
		0 – 20 cm	20 – 40 cm
Matéria Orgânica	g kg ⁻¹	21,3	17,2
pH		7,7	7,7
P-Mehlich-1	mg dm ⁻³	36,0	20,0
K ⁺	mmol _c dm ⁻³	31,8	39,3
Ca ²⁺	mmol _c dm ⁻³	88,0	90,0
Mg ²⁺	mmol _c dm ⁻³	27,0	30,0
Na ⁺	mmol _c dm ⁻³	0,0	0,0
Al ³⁺	mmol _c dm ⁻³	0,0	0,0
(H+Al)	mmol _c dm ⁻³	6,6	5,8
SB	mmol _c dm ⁻³	146,8	159,4
CTC	mmol _c dm ⁻³	153,4	165,2
V	%	96,0	97,0
CE _{es}	dS m ⁻¹	0,7	0,6
Argila	g kg ⁻¹	327,0	328,0
Silte	g kg ⁻¹	277,0	288,0
Areia	g kg ⁻¹	396,0	384,0
Densidade de partículas	g cm ⁻³	2,7	2,7
Densidade do solo	g cm ⁻³	1,3	1,3
Porosidade total	cm cm ⁻³	0,5	0,5

As bananeiras foram plantadas em fileiras duplas de 2 x 2 x 4 m, dando o total de 1.666 covas (touceiras) por hectare. A cultura foi conduzida de modo que cada touceira era constituída de uma “planta-mãe” e uma “planta-filha”. Na época da colheita foram escolhidas quatro touceiras saudáveis e de porte representativo da área para amostragem destrutiva da “planta-mãe”, que foi dividida em rizoma, pseudocaule, pecíolo, limbo, engaço e frutos (Figura 1).

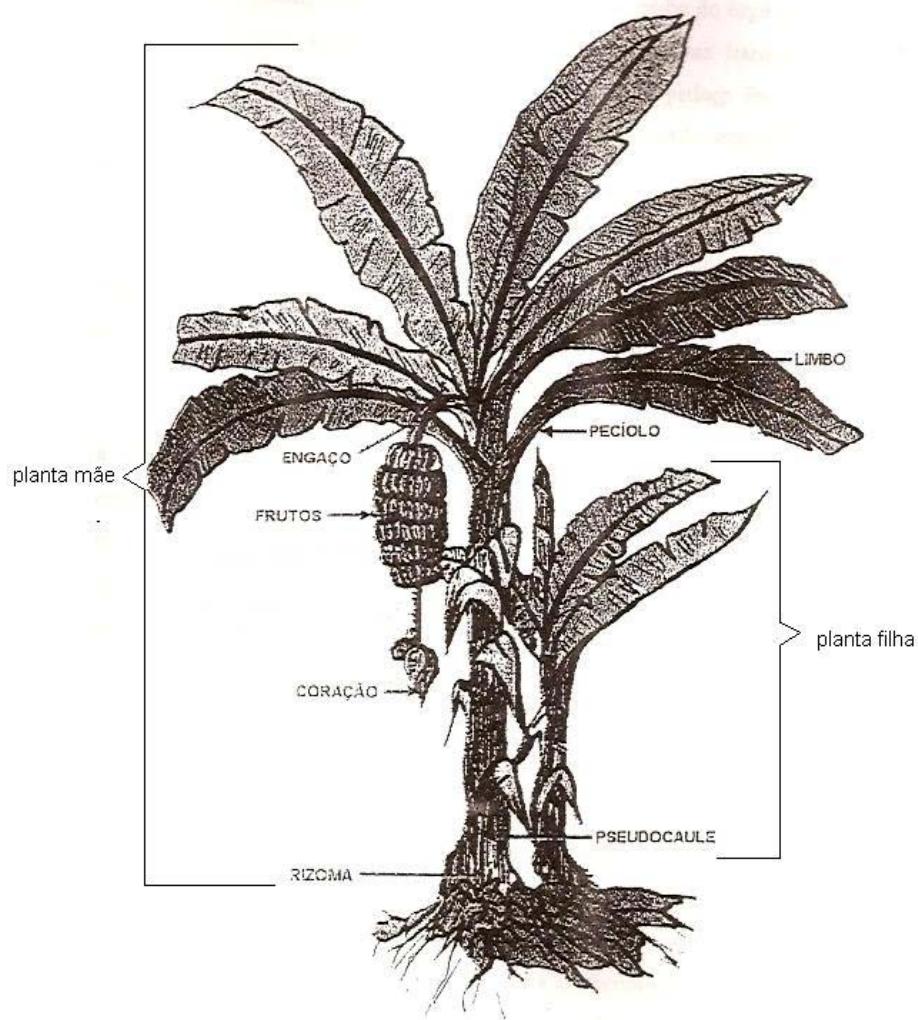


Figura 1 – Órgãos da bananeira avaliados na época da colheita (Faria, 1997).

Ainda no campo foram feitas pesagens para determinação da massa da matéria fresca de cada parte da planta de uma mesma touceira. Em seguida, foi retirada uma amostra de aproximadamente 700 g de cada parte da planta para determinação da massa da matéria seca, conforme descrito a seguir, seguindo metodologia de Gomes (1988) e Faria (1997).

Após a eliminação das raízes e limpeza superficial do rizoma com água para a retirada de terra, foi retirada uma amostra de formato quadrado ou retangular no centro do rizoma (Figura 2).

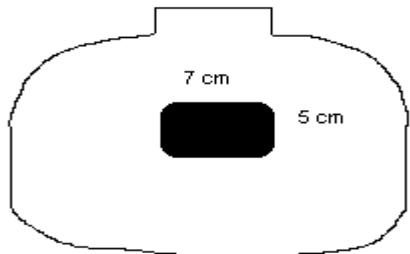


Figura 2. Amostragem do rizoma

No pseudocaule foram retirados três discos de aproximadamente 5 cm de comprimento, sendo retirado um disco no centro e os outros dois próximos das duas extremidades do pseudocaule (Figura 3). Em cada disco de pseudocaule foi retirado um pedaço no formato tipo “fatiado de pizza” e do tamanho correspondente a $\frac{1}{4}$ do disco, de modo que a amostra de pseudocaule foi composta desses três pedaços.



Figura 3. Amostragem do pseudocaule

Todas as folhas foram divididas em pecíolo e limbo. No pecíolo de cada folha foram efetuados cortes transversais para retirar um pedaço de aproximadamente 5 cm de comprimento, de modo que a amostra de pecíolo foi composta por todos esses pedaços de pecíolo (Figura 4).

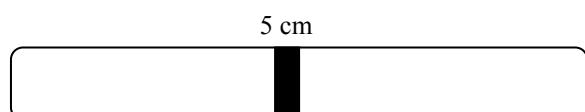


Figura 4. Amostragem do pecíolo

Na parte central do limbo de cada folha foram efetuados dois cortes transversais, retirando-se um pedaço de aproximadamente 7 cm. Assim, a amostra de limbo foi constituída pelo somatório de todos esses pedaços de limbo (Figura 5).

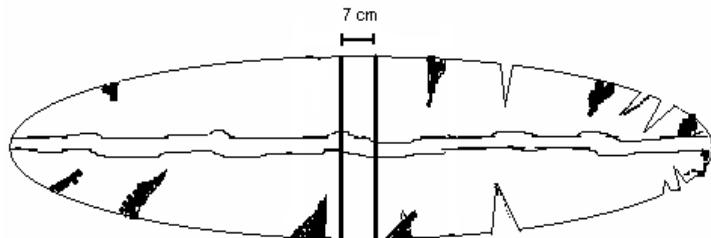


Figura 5. Amostragem do limbo

Após o despencamento, o cacho foi dividido em engaço e frutos. No engaço, foram retirados três discos de aproximadamente 5 cm, sendo retirado um disco no centro e os outros dois próximos das duas extremidades do engaço, de modo que a amostra de engaço foi composta do somatório desses três discos de engaço (Figura 6).



Figura 6. Amostragem do engaço

Em cada penca do cacho foi retirado um fruto da parte central da penca, alternando frutos em posições inferiores e superiores da penca, de forma que a amostra de frutos de um cacho foi composta da mistura desses frutos que foram retirados.

Depois de retirada e pesada no campo, a amostra de cada parte da planta foi colocada em saco plástico e transportada para o Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba no município de Areia, PB. Cada amostra foi lavada rapidamente com água de torneira e, em seguida, com água destilada, para remoção de poeira e outros resíduos presentes na superfície das amostras.

Após a lavagem, as amostras foram colocadas em casa de crescimento para realização de pré-secagem e depois colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas para obtenção da massa da matéria seca. As análises químicas de tecido vegetal para determinação dos teores dos nutrientes em cada amostra foram realizadas de acordo com Tedesco et al. (1995).

Os dados de exportação relativa foram obtidos calculando-se a percentagem do nutriente acumulado na planta que é exportado pelo cacho. A exportação absoluta foi calculada dividindo-se a quantidade de nutriente exportado pelo cacho pela quantidade de tonelada de fruto produzido. A eficiência de utilização do nutriente (E.U.N.) foi calculada dividindo-se a produtividade pela quantidade total do nutriente acumulado na planta (Baligar & Fageria, 1997). A análise estatística dos resultados foi realizada por meio de análise descritiva, calculando-se a média e o erro padrão da média.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Acúmulo de Matéria Seca

As cultivares apresentaram diferentes produções de matéria seca de cacho e de restos culturais que retornam ao solo após a colheita da “planta-mãe” (Quadro 2). As cultivares Gross Michel, Pacovan e Pacovan-Apodi apresentaram as maiores produtividades $41,3 \text{ t ha}^{-1}$, $45,6 \text{ t ha}^{-1}$, e $54,2 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. No entanto, a cultivar Pacovan exporta, por ocasião da colheita, apenas um quarto da matéria seca que acumula durante todo o seu ciclo, enquanto as cultivares, Gross Michel e Pacovan-Apodi exportam aproximadamente cerca de metade da matéria seca acumulada.

Neves et al. (1991), em trabalho realizado com a cultivar Pacovan, verificou que as plantas exportavam cerca de 30 % da matéria seca total produzida, bem próximo dos 26 % obtidos nesse trabalho. Trabalhando com o híbrido tetraplóide FHIA – 18, Faria (1997) verificou uma exportação de 36 % do total de matéria seca produzida, assemelhando-se com os resultados obtidos nesse trabalho para a cultivar tetraplóide (Pacovan-Apodi) que obteve uma exportação de cerca de 41 % do total de matéria seca acumulada na planta.

As cultivares que apresentaram menores produtividades foram as cultivares Grande Naine (26 t ha^{-1}), Prata Anã (25 t ha^{-1}) e Terrinha (28 t ha^{-1}). Dentre essas, a cultivar Terrinha, também exportou cerca de metade da produção de matéria seca e as demais exportaram menos de 25 % do total produzido de matéria seca, indicando que grande parte da matéria seca acumulada na planta retornará ao solo, após a colheita, servindo de fonte de nutrientes para os cultivos subsequentes.

Essas diferenças entre cultivares quanto à quantidade de restos culturais que vão reciclar nutrientes no sistema solo-planta após a colheita do cacho deve ser levada em consideração no desenvolvimento de programas de recomendação de adubação para a cultura da bananeira. Segundo Gomes (1988), essas variações entre cultivares de diferentes grupos genômicos ou entre aquelas de mesmo grupo, vem confirmar a importância do ecossistema, da própria cultivar e do manejo da cultura no sistema de produção da bananeira.

Quadro 2 – Quantidade de matéria seca acumulada em várias partes da “planta-mãe” das cultivares de bananeira Grande Naine, Gross Michel, Pacovan, Pacovan Apodi, Prata Anã e Terrinha.

Parte da planta ⁽¹⁾	Cultivares					
	Grande Naine	Gross Michel	Pacovan	Pacovan Apodi	Prata Anã	Terrinha
	kg ha ⁻¹					
EXPORTADA	3.250 (675)	5.792 (316)	7.415 (663)	7.260 (249)	3.596 (649)	6.391 (666)
.Fruto	2.961	5.565	7.048	6.936	3.152	6.248
.Engaço	289	227	367	324	444	143
RESTITUÍDA	10.425 (600)	4.974 (224)	20.983 (1.345)	10.455 (335)	16.481 (538)	7.458 (500)
.Pseudocaule	3.177	2.209	9.451	4.973	7.224	3.108
.Folha	3.227	1.852	5.253	3.195	4.295	2.040
.Rizoma	4.021	913	6.279	2.287	4.962	2.310
TOTAL	13.675 (1.074)	10.766 (516)	28.398 (1.689)	17.715 (368)	20.077 (670)	13.849 (428)
P_{exp} (%)⁽²⁾	24	54	26	41	18	46
Prod.⁽³⁾ (t ha⁻¹)	26	41	46	54	25	28

⁽¹⁾Parte da planta exportada (cacho) = fruto + engaço; parte da planta restituída ao solo = pseudocaule + folha + rizoma; folha = limbo + pecíolo e total = parte da planta exportada + parte da planta restituída ao solo. ⁽²⁾Percentual de matéria seca exportada pelo cacho. ⁽³⁾Produtividade de cacho. Números entre parênteses equivalem ao erro padrão da média.

A seqüência de matéria seca total produzida pelos órgãos da bananeira também variou, sendo que para as cultivares Gross Michel e Pacovan-Apodi a seqüência de acúmulo de matéria seca foi fruto > pseudocaule > folha > rizoma > engaço. Dados semelhantes foram obtidos por Twyford & Wamsley (1973), que trabalhando com a cultivar Robusta em Grenada, no Caribe, concluíram que na colheita, as quantidades médias de matéria seca nos frutos e pseudocaule eram bastante semelhantes, seguido das folhas, rizoma, pseudocaule e engaço.

Para a cultivar Terrinha a seqüência de acúmulo de matéria seca foi fruto > pseudocaule > rizoma > folha > engaço. Nota-se que ao contrário das cultivares Gross Michel e Pacovan-Apodi, nesse caso, o rizoma apresentou um acúmulo de matéria seca superior aos das folhas, como constatado por Irizarry et al. (1981), em trabalhos realizados com a bananeira Maricongo, de mesmo grupo genômico da cultivar Terrinha (AAB), nas condições de Porto Rico. As cultivares Prata-Anã e Pacovan acumularam maior quantidade de matéria seca no pseudocaule em comparação com os demais órgãos e a cultivar Grande Naine apresentou o maior acúmulo no rizoma.

Dentre os órgãos responsáveis pela exportação dos nutrientes (frutos + engaço) todas as cultivares apresentaram menor acúmulo de matéria seca no engaço, sendo os frutos, de modo geral, responsáveis por mais de 90 % de toda matéria seca exportada. Dentre os órgãos que retornam restos vegetais ao solo após a colheita (parte restituída = pseudocaule, rizoma e folhas) nota-se que em todas as cultivares, com exceção da Grande Naine, o pseudocaule é o órgão que mais contribui para esse retorno.

3.2. Absorção e exportação de nutrientes

3.2.1. Macronutrientes

De modo geral, os órgãos da bananeira que mais acumularam matéria seca foram aquelas que mais acumularam nutrientes. Em termos absolutos, a ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes na planta foi: K > N > S ≈ Ca > Mg > P (Quadros 3 e 4). No caso da exportação de nutrientes essa seqüência se manteve quase inalterada, sendo que o S e o Mg geralmente foram mais exportados que o Ca.

O K foi o macronutriente absorvido em maior quantidade pelas plantas de todas as cultivares, as quais acumularam cinco a dez vezes mais K que N, que foi o segundo nutriente acumulado em maior quantidade pelas plantas (Quadro 3). O pseudocaule foi o órgão da planta que acumulou mais K em todas as variedades. Cerca de 14 a 23 % do K acumulado nas plantas foi exportado pela cacho por ocasião da colheita, com exceção da cultivar Gross Michel que chegou a exportar 37 % do K acumulado na planta (Quadro 3). Para cada tonelada de frutos produzidos as plantas exportaram 4 a 5 kg de K, sendo necessário a reposição desse nutriente ao solo, principalmente quando se trabalha em bananais de alta produtividade.

Como o K é o nutriente absorvido em maior quantidade pelas bananeiras e as mesmas utilizam mais de 2/3 do K absorvido para formar biomassa vegetativa do que para produzir frutos, do ponto de vista nutricional é desejável que as cultivares apresente eficiência de utilização de K (EUN) elevada. Comparando as cultivares, observa-se para o K valores de EUN variando de 29 kg kg⁻¹ (Prata Anã) a 85 kg kg⁻¹ (Gross Michel), indicando que a Gross Michel foi cerca de três vezes mais eficiente que a Prata Anã, na utilização do K absorvido para produção de frutos.

Quadro 3 – Conteúdo de potássio, nitrogênio e enxofre em várias partes da planta-mãe das cultivares de bananeira irrigada

Parte da Planta ⁽¹⁾	Cultivares					
	Grande Naine	Gross Michel	Pacovan	Pacovan Apodi	Prata Anã	Terrinha
----- kg ha ⁻¹ -----						
Potássio						
EXPORTADA	127,4 (16,5)	182,5 (20,0)	185,6 (15,0)	231,8 (3,9)	119,9 (13,8)	133,6 (14,1)
.Fruto	100,3	146,6	153,7	191,3	84,3	117,7
.Engaço	27,1	35,9	31,9	40,5	35,6	15,9
RESTITUÍDA	497,1 (42,3)	305,1 (21,4)	1.073,3 (76,4)	798,6 (35,5)	742,9 (54,9)	444,4 (32,6)
.Pseudocaule	206,1	185,6	726,7	474,2	418,8	183,8
.Folha	117,3	51,6	137,4	124,1	144,1	80,2
.Rizoma	173,7	68,5	209,2	200,3	180,0	180,4
TOTAL	624,5 (57,1)	487,6 (24,1)	1.258,9 (76,1)	1.030,4 (39,2)	862,8 (47,2)	578,0 (35,3)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	20	37	15	23	14	23
.Absoluta (g t ⁻¹)	4.919	4.419	4.070	4.277	4.835	4.704
E.U.N. (kg kg ⁻¹)	41	85	36	53	29	49
Nitrogênio						
EXPORTADA	31,4 (5,5)	103,2 (4,2)	57,2 (4,4)	64,0 (2,8)	25,7 (5,6)	29,9 (3,8)
.Fruto	28,5	98,8	53,6	60,2	21,1	29,2
.Engaço	2,9	4,3	3,6	3,8	4,6	0,7
RESTITUÍDA	90,9 (8,8)	120,5 (9,2)	162,8 (8,8)	124,1 (8,7)	121,9 (6,1)	28,6 (3,1)
.Pseudocaule	24,0	41,8	74,1	46,1	46,8	6,8
.Folha	40,8	60,8	50,9	56,0	47,3	13,0
.Rizoma	26,1	17,8	37,8	22,0	27,8	8,8
TOTAL	122,3 (3,5)	223,7 (11,6)	220,0 (8,3)	188,1 (9,4)	147,6 (6,9)	58,5 (4,6)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	26	46	26	34	17	51
.Absoluta (g t ⁻¹)	1.212	2.499	1.254	1.181	1.036	1.053
E.U.N. (kg kg ⁻¹)	212	184	207	288	168	481
Enxofre						
EXPORTADA	8,4 (1,1)	13,3 (0,8)	14,9 (1,2)	19,8 (1,4)	13,7 (1,0)	12,2 (1,2)
.Fruto	7,1	10,4	13,4	15,2	6,3	11,6
.Engaço	1,3	2,9	1,5	4,6	7,4	0,6
RESTITUÍDA	33,7 (2,7)	21,3 (0,9)	67,4 (3,2)	40,2 (1,9)	79,3 (4,7)	25,4 (2,5)
.Pseudocaule	12,3	9,6	34,1	20,5	31,5	14,2
.Folha	12,0	8,9	19,9	14,1	30,7	6,9
.Rizoma	9,4	2,8	13,4	5,6	17,1	4,3
TOTAL	42,1 (3,7)	34,6 (0,8)	82,3 (3,5)	60,0 (3,1)	93,0 (5,0)	37,6 (2,9)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	20	39	19	33	15	33
.Absoluta (g t ⁻¹)	324	322	327	365	552	430
E.U.N. (kg kg ⁻¹)	617	1.215	556	903	267	768

⁽¹⁾Parte da planta exportada (cacho) = fruto + engaço; parte da planta restituída ao solo = pseudocaule + folha + rizoma; folha = limbo + pecíolo e total = parte da planta exportada + parte da planta restituída ao solo. Números entre parênteses equivalem ao erro padrão da média.

Quadro 4 – Conteúdo de cálcio, magnésio e fósforo em várias partes da planta-mãe das cultivares de bananeira irrigada

Parte da Planta ⁽¹⁾	Cultivares					
	Grande Naine	Gross Michel	Pacovan	Pacovan Apodi	Prata Anã	Terrinha
----- kg ha ⁻¹ -----						
Cálcio						
EXPORTADA	7,2 (0,9)	11,7 (0,8)	11,0 (1,0)	4,0 (0,2)	2,6 (0,2)	4,8 (0,5)
.Fruto	6,4	10,9	9,9	3,3	2,0	4,5
.Engaço	0,8	0,8	1,1	0,7	0,6	0,3
RESTITUÍDA	50,4 (4,7)	30,2 (1,2)	69,1 (3,3)	41,2 (2,8)	50,0 (1,9)	32,3 (1,4)
.Pseudocaule	17,5	14,4	22,7	17,9	25,1	13,3
.Folha	24,2	13,0	40,4	19,9	20,8	14,2
.Rizoma	8,7	2,8	6,0	3,4	4,1	4,8
TOTAL	57,6 (5,5)	41,9 (1,7)	80,1 (3,3)	45,2 (2,7)	52,6 (2,1)	37,1 (1,5)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	13	28	14	9	5	13
.Absoluta (g t ⁻¹)	278	283	241	74	105	169
E.U.N. (kg kg ⁻¹)	454	983	570	1.204	468	768
Magnésio						
EXPORTADA	6,0 (0,5)	7,3 (0,5)	9,7 (0,9)	8,6 (0,4)	6,9 (0,7)	6,3 (0,5)
.Fruto	5,5	6,9	9,2	8,1	5,8	6,1
.Engaço	0,5	0,4	0,5	0,5	1,1	0,2
RESTITUÍDA	29,4 (2,9)	19,6 (1,9)	72,0 (10,3)	27,7 (2,6)	59,0 (9,0)	34,3 (0,7)
.Pseudocaule	11,1	11,4	37,3	13,6	28,3	10,4
.Folha	8,2	5,7	12,7	7,7	14,8	6,2
.Rizoma	10,1	2,6	22,0	6,4	15,9	17,7
TOTAL	35,4 (3,3)	26,9 (2,2)	81,7 (10,1)	36,3 (2,6)	65,9 (9,2)	40,6 (0,2)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	17	27	12	24	11	16
.Absoluta (g t ⁻¹)	232	177	213	159	278	222
E.U.N. (kg kg ⁻¹)	740	1.530	556	1.506	376	710
Fósforo						
EXPORTADA	5,9 (0,7)	7,3 (0,3)	10,4 (0,7)	12,0 (0,6)	4,8 (0,7)	5,6 (0,2)
.Fruto	5,1	6,7	9,6	11,3	4,1	5,3
.Engaço	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,3
RESTITUÍDA	9,0 (0,6)	4,8 (0,2)	18,2 (0,8)	11,8 (0,4)	17,2 (0,9)	4,6 (0,3)
.Pseudocaule	2,9	1,8	8,4	6,1	8,2	1,5
.Folha	3,6	2,4	4,1	4,5	4,5	2,1
.Rizoma	2,5	0,6	5,7	1,2	4,5	1,0
TOTAL	14,9 (1,1)	12,1 (0,5)	28,6 (1,0)	23,8 (1,0)	22,0 (1,1)	10,2 (0,2)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	39	61	36	50	22	56
.Absoluta (g t ⁻¹)	228	177	228	221	194	197
E.U.N. (kg kg ⁻¹)	1.727	3.442	1.572	2.258	1.127	2.840

⁽¹⁾Parte da planta exportada (cacho) = fruto + engaço; parte da planta restituída ao solo = pseudocaule + folha + rizoma; folha = limbo + pecíolo e total = parte da planta exportada + parte da planta restituída ao solo. Números entre parênteses equivalem ao erro padrão da média.

Depois do K o N foi o macronutriente acumulado em maior quantidade nas plantas, sendo que algumas cultivares acumularam mais N no cacho (Terrinha, Pacovan Apodi e Gross Michel), outras nas folhas (Prata Anã e Grande Naine) e a Pacovan no pseudocaule (Quadro 3). Os maiores acúmulos de N foram nas cultivares Gross Michel (224 kg ha^{-1}) e Pacovan (220 kg ha^{-1}).

A cultivar Gross Michel exportou cerca de 46 % do N total absorvido, quase duas vezes mais que a cultivar Pacovan (26 %) que apresentou uma eficiência de utilização do nutriente de 207 kg kg^{-1} (Quadro 3). Outros autores (Neves et al., 1991; Borges & Silva, 1995), em trabalhos realizados com a cultivar Pacovan, também verificaram uma exportação em torno de $\frac{1}{4}$ do N total absorvido.

A cultivar que apresentou a maior exportação relativa de N foi a cultivar Terrinha, que exportou metade do N que absorveu. Em comparação com a cultivar Grande Naine, de produtividade semelhante, essa exportação equivale a duas vezes, e comparando com a cultivar Prata Anã, essa exportação foi três vezes maior (Quadro 3).

Ao contrário da cultivar Gross Michel que exportou 2,5 kg de N para cada tonelada de frutos produzidos, as demais cultivares exportaram em média apenas 1,1 kg de N por tonelada de frutos. A cultivar Terrinha foi a mais eficiente na utilização do N absorvido (481 kg kg^{-1}) e a Prata Anã a menos eficiente (168 kg kg^{-1}), embora essas cultivares tenham apresentado produtividades semelhantes (Quadro 3).

As plantas acumularam quantidades de S que variaram de 34 kg ha^{-1} (Gross Michel) a 93 kg ha^{-1} (Prata Anã). Para Ca esses valores variaram de 37 kg ha^{-1} (Terrinha) a 80 kg ha^{-1} (Pacovan) e para Mg de 27 kg ha^{-1} (Gross Michel) a 82 kg ha^{-1} (Pacovan) (Quadro 4). As cultivares de bananeira exportaram apenas 5 a 28 % do Ca absorvido, 11 a 27 % do Mg absorvido e 15 a 39 % do S absorvido (Quadros 3 e 4), indicando que a maior parte desses nutrientes acumulados na planta é restituída ao solo após a colheita do cacho. Faria (1997) encontrou valores semelhantes de exportação para Ca para as cultivares Prata Anã (8 %) e Grande Naine (11 %).

No caso do Ca, o órgão onde houve maior acúmulo desse nutriente em todas as cultivares de bananeira foi o pseudocaule, semelhante ao verificado por outros pesquisadores (Gallo et al., 1972; Samuels et al., 1978; Marchal & Mallessard, 1979; Turner & Barkus, 1983). Neves et al. (1991), em trabalho com a cultivar Pacovan, verificaram que 86 % do Mg acumulado na planta foi restituído ao solo após a colheita, valor bem próximo ao observado nesse trabalho (88 %). Contudo, Borges & Silva (1995) obtiveram valor superior a 90 % em trabalho realizado com a mesma cultivar.

A quantidade relativa de Mg exportado pela cultivar Prata Anã (11 %) foi igual a quantidade exportada encontrada por Faria (1997) em trabalho realizado com essa mesma cultivar. Para a cultivar Gross Michel, a planta exportou 60 % do Mg absorvido, valor três vezes maior que o encontrado por Martim-Prével et al. (1968). Com relação às quantidades de nutrientes exportados para cada tonelada de frutos produzidos, esses valores variaram da seguinte forma: de 322 a 552 kg t⁻¹ para S, de 159 a 278 kg t⁻¹ para Mg e de 74 a 283 kg t⁻¹ para Ca (Quadros 3 e 4).

É importante ressaltar que a maior parte do Ca e do Mg que retorna ao solo após a colheita do cacho, por meio da restituição dos órgãos vegetativos ao solo, reforça a idéia de que a bananeira seria uma cultura pouco exigente em calagem, principalmente após o primeiro ciclo de produção, assim como mais tolerante a solos ácidos.

O P foi o macronutriente acumulado em menor quantidade nas plantas, sendo que com exceção da cultivar Prata Anã, que acumulou mais P no pseudocaule, as cultivares acumularam mais P nos frutos (Quadro 4). Segundo Faria (1997), o P é armazenado preferencialmente nos órgãos de reprodução.

A cultivar que mais absorveu P foi a cultivar Pacovan (29 kg ha⁻¹) e a cultivar Pacovan-Apodi (24 kg ha⁻¹), sendo as cultivares que apresentaram as maiores produtividades. Contudo, as maiores exportações relativas do total acumulado nas plantas de bananeira foram observadas nas cultivares Gross Michel (61 %), Terrinha (56 %) e Pacovan-Apodi (50 %).

Em média, as cultivares exportaram 208 gramas de P para cada tonelada de fruto (Quadro 4), sendo a cultivar Gross Michel a que menos exportou (177 g t⁻¹) e as cultivares Grande Naine e Pacovan as que mais exportaram (228 g t⁻¹). A cultivar Gross Michel foi a mais eficiente na utilização do P absorvido (3.442 kg kg⁻¹) e a Prata Anã a menos eficiente (1.127 kg kg⁻¹).

3.2.2. Micronutrientes

A ordem decrescente de acúmulo e exportação de micronutrientes pela maioria das cultivares foi Mn > Fe > B > Zn > Cu (Quadros 5 e 6), semelhante ao que foi verificado por Faria (1997), com exceção da cultivar Gross Michel que apresentou maior acúmulo de Cu em relação à Zn. Na cultivar Pacovan, o acúmulo de Mn (16.889 g ha⁻¹), foi seis vezes maior que o registrado na cultivar Gross Michel (2.776 g ha⁻¹) que

apresentou produtividade semelhante a da cultivar Pacovan. As cultivares Pacovan e Prata Anã foram as que mais acumularam Mn na matéria seca (Quadro 5).

Grande parte de todo Mn absorvido pelas plantas pode ser restituída ao solo mediante o retorno das partes vegetativas das plantas de bananeira. A maioria das cultivares apresentaram baixa exportação relativa desse nutriente por ocasião da colheita, sendo que mais de 90 % do Mn absorvido pode retornar ao solo (Quadro 5). A Grande Naine apresentou a maior exportação relativa de Mn, com cerca de 15 % do total acumulado. Borges & Silva (2000), em trabalho realizado com a cultivar Terra, observou uma exportação de Mn em torno de 12 %, o que confirma o grande acúmulo de Mn nas partes vegetativas, notadamente nas folhas.

Para o Fe, as cultivares apresentaram menor variação nas quantidades acumuladas em relação ao Mn. A cultivar Pacovan foi a cultivar que mais acumulou Fe, cerca de 3.350 g ha⁻¹, aproximadamente 40 % a mais que a cultivar Pacovan Apodi e quase três vezes e meia o acumulado pela cultivar Gross Michel, cultivares estas que apresentaram produtividades semelhantes. Para as demais cultivares o acúmulo de Fe foi maior na cultivar Prata Anã e praticamente igual entre as cultivares Grande Naine e Terrinha.

A cultivar Prata Anã acumulou nas plantas (2.324 g ha⁻¹) cerca de duas vezes mais Fe do que a cultivar Terrinha (1.196 g ha⁻¹). No entanto, a exportação relativa de Fe da cultivar Terrinha foi 20 %, valor semelhante ao verificado para a Grande Naine (16 %) e o dobro do que foi verificado para a Prata Anã. A cultivar Terrinha foi duas vezes mais eficiente que a Prata Anã na utilização de Fe para a produção de frutos (Quadro 5). Para as cultivares Pacovan, Pacovan Apodi e Gross Michel a exportação relativa de Fe foi de 16, 12 e 6 %, respectivamente. Entre as seis cultivares, a Gross Michel foi a que apresentou maior eficiência na utilização de Fe e a cultivar Prata Anã a menor.

Embora a quantidade de Fe absorvido também tenha sido alta, mais de 80 % desse nutriente, retorna ao solo após a colheita por meio dos resíduos vegetais. Gallo et al. (1972) em trabalho desenvolvido com a cultivar Nanicão observou um retorno de Fe pelas partes vegetativas de aproximadamente 88 % do total acumulado nas plantas.

O B foi o terceiro micronutriente mais absorvido pelas cultivares de bananeira (Quadro 6). A cultivar Pacovan apresentou o maior acúmulo de B, cerca de 808 g ha⁻¹ e a cultivar Gross Michel apresentou um acúmulo três vezes menor, sendo o menor acúmulo entre as cultivares. Para as cultivares Grande Naine, Terrinha, Pacovan Apodi e Prata Anã, as quantidades de B acumuladas foram de 443, 474, 531 e 653 g ha⁻¹, respectivamente.

Quadro 5 – Conteúdo de manganês e ferro em várias partes da planta-mãe das cultivares de bananeira irrigada

Parte da Planta ⁽¹⁾	Cultivares					
	Grande Naine	Gross Michel	Pacovan	Pacovan Apodi	Prata Anã	Terrinha
----- g ha ⁻¹ -----						
Manganês						
EXPORTADA	722,7	164,0	415,0	491,0	767,6	130,5
	(144,2)	(27,2)	(127,2)	(33,8)	(145,6)	(13,8)
.Fruto	674,8	134,4	311,5	401,5	666,3	102,5
.Engaço	47,9	29,6	03,5	89,5	101,3	28,0
RESTITUÍDA	4.112,2	2.611,8	16.474,2	9.082,9	13.139,9	5.619,2
	(462,0)	(100,6)	(2.033,4)	(574,2)	(1.317,6)	(364,1)
.Pseudocaule	434,5	319,2	4.687,6	1.599,9	2.348,5	1.197,1
.Folha	3.579,8	2.231,0	11.002,9	7.149,7	10.105,1	4.069,0
.Rizoma	97,9	61,6	783,6	333,3	686,3	353,1
TOTAL	4.834,9	2.775,8	16.889,2	9.573,9	13.907,5	5.749,7
	(526,3)	(124,3)	(2.158,5)	(578,2)	(1.431,8)	(373,9)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	15	6	3	5	6	2
.Absoluta (g t ⁻¹)	27,90	3,97	9,10	9,06	30,95	4,60
E.U.N. (kg g ⁻¹)	5	15	3	6	2	5
Ferro						
EXPORTADA	253,7	56,4	534,6	298,1	201,4	239,7
	(50,1)	(10,1)	(126,3)	(24,4)	(27,0)	(26,6)
.Fruto	196,3	26,6	482,4	268,8	133,2	214,8
.Engaço	57,4	29,8	52,2	29,3	68,2	24,9
RESTITUÍDA	1.335,8	954,5	2.815,6	2.097,8	2.123,0	956,1
	(114,3)	(114,1)	(344,7)	(198,5)	(118,0)	(44,8)
.Pseudocaule	433,3	363,9	1.184,5	1.286,4	963,2	388,0
.Folha	375,5	422,8	966,7	445,9	661,4	183,9
.Rizoma	527,0	167,9	664,3	365,5	498,4	384,3
TOTAL	1.589,5	1.010,9	3.350,2	2.395,7	2.324,4	1.195,8
	(160,9)	(113,5)	(90,8)	(188,8)	(111,4)	(68,2)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	16	6	16	12	9	20
.Absoluta (g t ⁻¹)	9,80	1,37	11,72	5,50	8,12	8,44
E.U.N. (kg g ⁻¹)	16	41	14	23	11	24

⁽¹⁾Parte da planta exportada (cacho) = fruto + engaço; parte da planta restituída ao solo = pseudocaule + folha + rizoma; folha = limbo + pecíolo e total = parte da planta exportada + parte da planta restituída ao solo. Números entre parênteses equivalem ao erro padrão da média.

Quadro 6 – Conteúdo de boro, zinco e cobre em várias partes da planta-mãe das cultivares de bananeira irrigada

Parte da Planta ⁽¹⁾	Cultivares					
	Grande Naine	Gross Michel	Pacovan	Pacovan Apodi	Prata Anã	Terrinha
----- g ha ⁻¹ -----						
Boro						
EXPORTADA	116,3 (22,4)	80,2 (19,4)	49,1 (7,2)	99,0 (4,0)	67,4 (6,1)	143,0 (15,7)
.Fruto	105,3	73,5	39,0	88,3	55,0	136,2
.Engaço	11,0	6,7	10,1	10,7	12,4	6,8
RESTITUÍDA	326,9 (31,3)	187,5 (4,9)	759,2 (61,0)	431,7 (38,7)	585,7 (80,4)	330,6 (12,2)
.Pseudocaule	105,4	56,1	372,1	212,4	188,3	113,1
.Folha	138,4	109,4	211,3	164,4	261,5	142,1
.Rizoma	83,1	21,9	175,8	54,8	135,8	75,4
TOTAL	443,2 (46,5)	267,7 (23,4)	808,3 (67,6)	530,7 (36,6)	653,1 (77,6)	473,6 (27,5)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	26	30	6	19	10	30
.Absoluta (g t ⁻¹)	4,49	1,94	1,08	1,83	2,72	5,04
E.U.N. (kg g ⁻¹)	58	154	56	102	38	60
Zinco						
EXPORTADA	39,7 (5,1)	16,6 (3,0)	62,3 (4,6)	128,5 (9,4)	36,3 (6,5)	40,9 (4,5)
.Fruto	36,6	14,9	55,5	118,8	30,4	38,8
.Engaço	3,1	1,6	6,9	9,6	5,8	2,1
RESTITUÍDA	108,3 (10,3)	69,3 (14,0)	363,1 (41,0)	257,3 (26,7)	179,0 (7,4)	112,1 (21,8)
.Pseudocaule	54,8	24,4	214,7	92,9	86,0	59,8
.Folha	29,4	15,8	38,9	43,9	52,9	18,9
.Rizoma	24,1	29,1	109,5	120,5	40,1	33,4
TOTAL	148,0 (13,7)	85,9 (16,6)	425,4 (39,7)	385,8 (19,2)	215,3 (12,1)	153,0 (21,6)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	27	19	15	33	17	27
.Absoluta (g t ⁻¹)	1,53	0,40	1,37	2,37	1,46	1,44
E.U.N. (kg g ⁻¹)	175	480	107	140	115	186
Cobre						
EXPORTADA	69,9 (40,1)	53,2 (3,0)	26,5 (2,7)	18,2 (1,4)	25,2 (3,1)	21,4 (2,4)
.Fruto	66,2	51,6	25,6	17,6	20,9	21,1
.Engaço	3,7	1,6	0,9	0,6	4,3	0,3
RESTITUÍDA	45,4 (5,5)	95,6 (5,4)	116,8 (8,9)	181,1 (9,7)	116,5 (9,6)	31,8 (2,4)
.Pseudocaule	17,6	47,3	57,7	59,1	58,8	6,4
.Folha	15,7	14,6	15,8	20,4	15,1	8,7
.Rizoma	12,1	33,6	43,3	101,6	42,5	16,8
TOTAL	115,3 (39,3)	148,8 (5,2)	143,3 (7,0)	199,3 (9,8)	141,7 (11,9)	53,2 (2,2)
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	61	36	19	9	18	40
.Absoluta (g t ⁻¹)	2,70	1,29	0,58	0,34	1,02	0,75
E.U.N. (kg g ⁻¹)	225	277	319	272	175	536

⁽¹⁾Parte da planta exportada (cacho) = fruto + engaço; parte da planta restituída ao solo = pseudocaule + folha + rizoma; folha = limbo + pecíolo e total = parte da planta exportada + parte da planta restituída ao solo. Números entre parênteses equivalem ao erro padrão da média.

As cultivares apresentaram exportação de B variando de 49,1 g ha⁻¹ a 143 g ha⁻¹, o que equivale de 6 a 30 % do total acumulado nas plantas (Quadro 6). As cultivares Gross Michel, Terrinha e Grande Naine exportaram em torno de 30 % do total acumulado nas plantas, sendo que entre as seis cultivares, a cultivar Gross Michel apresentou a melhor eficiência na utilização desse nutriente (154 kg g⁻¹). Walmsley & Twyford (1976) observaram que a cultivar Robusta exportou 24 % do B absorvido e Faria (1997) observou que para a cultivar Prata Anã esse valor foi de 23 %, indicando que esses autores também confirmaram a maior presença de B nos órgãos vegetativos.

O micronutriente Zn apresentou maior acúmulo nas plantas das cultivares Pacovan (425 g ha⁻¹) e Pacovan-Apodi (386 g ha⁻¹), já na cultivar Gross Michel, que apresentou produtividade semelhante a dessas cultivares, o acúmulo foi quase cinco vezes menor. Nas demais cultivares, com produtividades mais baixas, o acúmulo de Zn nas plantas foi pequeno, sendo 148 g ha⁻¹ para a cultivar Grande Naine, 153 g ha⁻¹ para a cultivar Terrinha e 215 g ha⁻¹ para a cultivar Prata Anã (Quadro 6).

Quanto à exportação, as cultivares Pacovan Apodi, Grande Naine e Terrinha exportaram cerca de 30 % de todo o Zn que acumularam (Quadro 6), já as demais cultivares exportaram cerca de metade desse valor, em torno de 17 %, com a cultivar Gross Michel apresentando a melhor eficiência de utilização desse nutriente, em torno de 480 kg g⁻¹, enquanto a menor eficiência (107 kg g⁻¹) foi observado nas plantas da cultivar Pacovan. Dados semelhantes de exportação foram encontrados por Faria (1997), em trabalho realizado com a cultivar Prata Anã, onde foi observado uma exportação em torno de 35 % do total acumulado nas plantas de bananeira, enquanto Gallo et al. (1972) observaram uma exportação de 25 % para a cultivar Nanicão.

Para Cu, as plantas da cultivar Terrinha apresentaram o menor acúmulo, cerca de 53 g ha⁻¹ e a cultivar Pacovan Apodi, que apresentou a maior produtividade, acumulou cerca de 199 g ha⁻¹ de Cu. As cultivares Gross Michel, Pacovan e Prata Anã acumularam quantidades semelhantes de Cu, em torno de 145 g ha⁻¹. Comparando a cultivar Terrinha com as cultivares Grande Naine e Prata Anã, que apresentaram produtividades semelhantes, percebe-se que a cultivar Terrinha teve um acúmulo de Cu quase três vezes menor (Quadro 6).

Em termos de exportação relativa a cultivar Grande Naine exportou 61 % do Cu total acumulado nas plantas e a cultivar Pacovan Apodi exportou apenas 9 % de todo o Cu que acumulou. A cultivar que apresentou a melhor eficiência de utilização do

nutriente Cu foi a cultivar Terrinha (536 kg g^{-1}), para a cultivar Prata Anã a eficiência observada foi a menor (175 kg g^{-1}).

É importante ressaltar que se essas quantidades de micronutrientes não forem supridas à cultura após a realização de cada colheita, a tendência é que com o tempo a bananeira apresentará sintomas de deficiência desses micronutrientes, principalmente em bananais de alta produtividade e em solos pobres nesses micronutrientes, como os solos arenosos e os pobres em matéria orgânica.

4. CONCLUSÕES

As cultivares Pacovan, Prata Anã e Pacovan-Apodi que, de modo geral, extraíram do solo as maiores quantidades de nutrientes, foram as que acumularam quantidades mais elevadas de matéria seca;

O K e o N foram os macronutrientes mais absorvidos e exportados pelas seis cultivares de bananeira irrigadas. Em relação aos micronutrientes, o Mn e o Fe foram os mais absorvidos e exportados pelas seis cultivares de bananeira irrigadas;

CAPÍTULO II

USO DE AMOSTRA COMPOSTA DE TECIDO VEGETAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DE MACRONUTRIENTES NOS ÓRGÃOS DA BANANEIRA GROSS MICHEL

1. INTRODUÇÃO

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

Os bananais necessitam 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 adubação da bananeira é prática corrente, considerando que a nutrição é um fator de produção dos mais importantes devido à alta quantidade de biomassa produzida em curto espaço de tempo (Lopez M. & Espinosa M., 1995, 1998), principalmente quando se trabalha com produtividades elevadas.

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). Sendo uma planta perene que apresenta perfilhamento, geralmente são conduzidos, simultaneamente, em cada touceira, dois indivíduos (“planta-mãe” e “planta-filha”).

O diagnóstico nutricional elaborado a partir de resultados de análise de tecido vegetal constitui-se num instrumento importante para detectar eventuais deficiências e

auxiliar no processo de recomendação de fertilizantes. Entretanto, diagnosticar deficiência nutricional diante da elevada variabilidade espacial – solo e planta – requerem-se criteriosas técnicas de amostragem para um diagnóstico o mais exato possível (Cantarutti et al., 2007).

A avaliação do acúmulo e distribuição de matéria seca e de nutrientes nas partes vegetativa e reprodutiva da bananeira fornece dados importantes para se estimar a demanda de nutrientes pela bananeira, o que é fundamental para o desenvolvimento de um programa de recomendação de adubação para essa cultura em bases mais científicas (Oliveira et al., 2005). Portanto, a realização de estudos que quantificam a absorção e exportação de nutrientes pelas culturas, como apoio às recomendações de adubação (Bertsch, 2005), é o primeiro passo para se definir a demanda de nutrientes pela cultura da bananeira.

Nesses estudos, são quantificadas as massas da matéria seca de cada parte da planta e suas respectivas concentrações de nutrientes, utilizando-se do maior número de repetições possível. Entretanto, quanto maior o número de repetições e maior a quantidade de partes ou órgãos que compõem a planta de uma determinada espécie, maior será a quantidade de análises químicas de tecido vegetal necessárias e, consequentemente, maior será o custo de realização do trabalho.

Para diminuir custos, Bertsch (2005) recomenda a mistura de amostras de matéria seca de todas as repetições e a realização de apenas uma análise química nessa “amostra composta”. Seguindo esse mesmo raciocínio, é possível que a análise química de apenas uma amostra composta de matéria seca de diferentes partes da planta também seja suficiente para estimar a concentração média de nutrientes na planta, desde que na composição dessa amostra composta a quantidade de matéria seca de cada parte da planta a ser utilizada seja de acordo com a proporção que essa parte da planta representa em relação à planta toda.

O objetivo desse trabalho foi testar a viabilidade do uso de amostra composta de tecido vegetal para avaliação do conteúdo de macronutrientes em diversos órgãos da bananeira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram amostradas plantas da cultivar Gross Michel em uma área de produção comercial de bananeira irrigada da Fazenda Frutacor Ltda, no município de Limoeiro do Norte, CE. As plantas eram cultivadas em um Cambissolo (Quadro 1) e manejadas por meio de adubação de fundação e de aplicação de nutrientes em cobertura por meio de fertirrigação, não apresentando nenhum sintoma visual de deficiência de nutrientes.

Quadro 1. Características químicas e físicas do solo da área amostrada em Limoeiro do Norte nas camadas de 0-20 e 20-40 cm

Características	Unidade	Profundidade	
		0 – 20 cm	20 – 40 cm
Matéria Orgânica	g kg ⁻¹	21,3	17,2
pH		7,7	7,7
P-Mehlich-1	mg dm ⁻³	36,0	20,0
K ⁺	mmol _c dm ⁻³	31,8	39,3
Ca ²⁺	mmol _c dm ⁻³	88,0	90,0
Mg ²⁺	mmol _c dm ⁻³	27,0	30,0
Na ⁺	mmol _c dm ⁻³	0,0	0,0
Al ³⁺	mmol _c dm ⁻³	0,0	0,0
(H+Al)	mmol _c dm ⁻³	6,6	5,8
SB	mmol _c dm ⁻³	146,8	159,4
CTC	mmol _c dm ⁻³	153,4	165,2
V	%	96,0	97,0
CE _{ES}	dS m ⁻¹	0,7	0,6
Argila	g kg ⁻¹	327,0	328,0
Silte	g kg ⁻¹	277,0	288,0
Areia	g kg ⁻¹	396,0	384,0
Densidade de partículas	g cm ⁻³	2,7	2,7
Densidade do solo	g cm ⁻³	1,3	1,3
Porosidade total	cm cm ⁻³	0,5	0,5

As bananeiras foram plantadas em fileiras duplas de 2 x 2 x 4 m, dando o total de 1.666 covas (touceiras) por hectare. A cultura foi conduzida de modo que cada touceira era constituída de uma “planta-mãe” e uma “planta-filha”. Na época da colheita foram escolhidas quatro touceiras saudáveis e de porte representativo da área para amostragem destrutiva da “planta-mãe”. A “planta-mãe” foi dividida em rizoma, pseudocaule, pecíolo, limbo, engaço e frutos e a “planta-filha” em rizoma, pseudocaule, pecíolo e limbo (Figura 1).

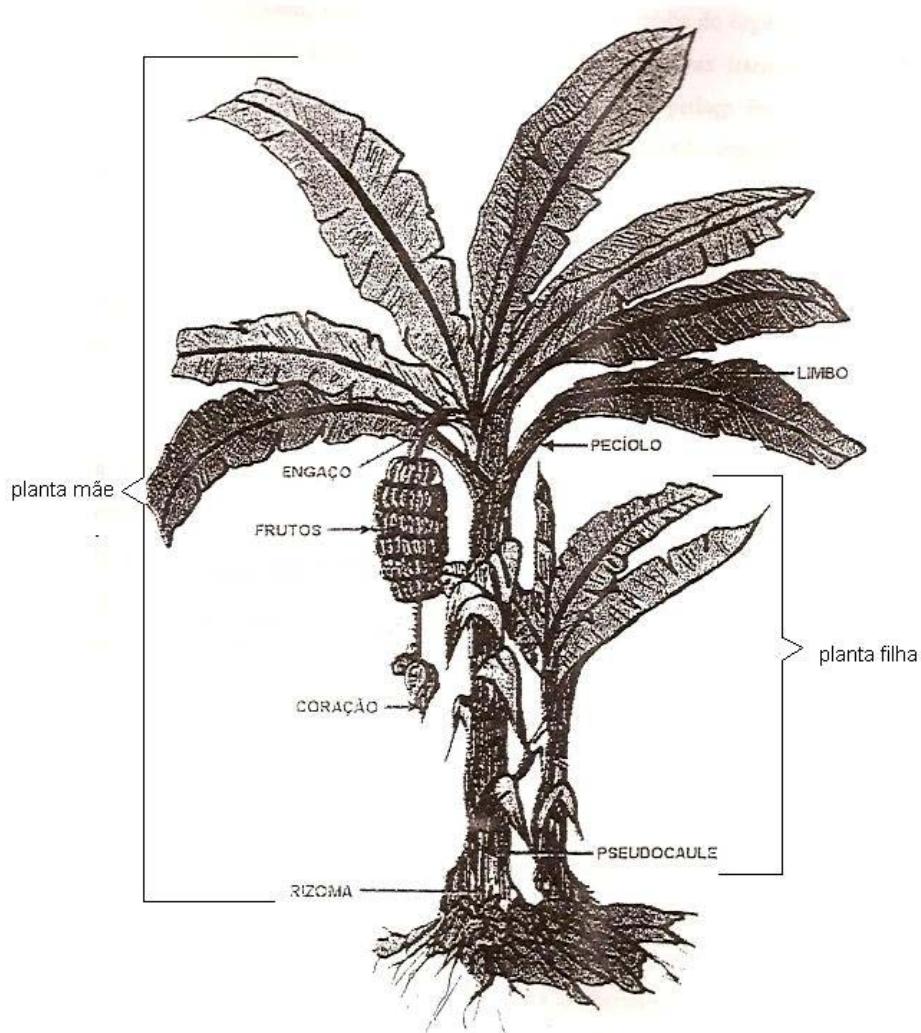


Figura 1 – Órgãos da bananeira avaliados na época da colheita (Faria, 1997).

Ainda no campo foram feitas pesagens para determinação da massa da matéria fresca de cada parte da planta de uma mesma touceira. Em seguida, foi retirada uma amostra de aproximadamente 700 g de cada parte da planta para determinação da massa da matéria seca, conforme descrito a seguir, seguindo metodologia de Gomes (1988) e Faria (1997).

Após a eliminação das raízes e limpeza superficial do rizoma com água para a retirada de terra, foi retirada uma amostra de formato quadrado ou retangular no centro do rizoma (Figura 2).

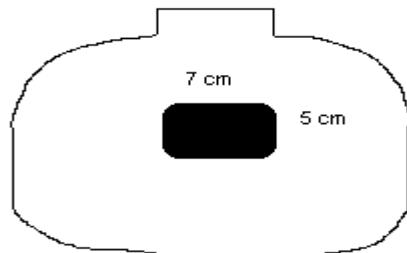


Figura 2. Amostragem do rizoma

No pseudocaule foram retirados três discos de aproximadamente 5 cm de comprimento, sendo retirado um disco no centro e os outros dois próximos das duas extremidades do pseudocaule (Figura 3). Em cada disco de pseudocaule foi retirado um pedaço no formato tipo “fatia de pizza” e do tamanho correspondente a $\frac{1}{4}$ do disco, de modo que a amostra de pseudocaule foi composta desses três pedaços.



Figura 3. Amostragem do pseudocaule

Todas as folhas foram divididas em pecíolo e limbo. No pecíolo de cada folha foram efetuados cortes transversais para retirar um pedaço de aproximadamente 5 cm de comprimento, de modo que a amostra de pecíolo foi composta por todos esses pedaços de pecíolo (Figura 4).

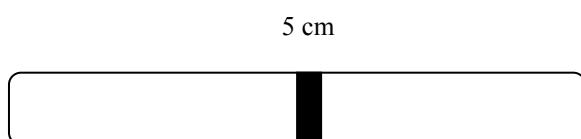


Figura 4. Amostragem do pecíolo

Na parte central do limbo de cada folha foram efetuados dois cortes transversais, retirando-se um pedaço de aproximadamente 7 cm. Assim, a amostra de limbo foi constituída pelo somatório de todos esses pedaços de limbo (Figura 5).

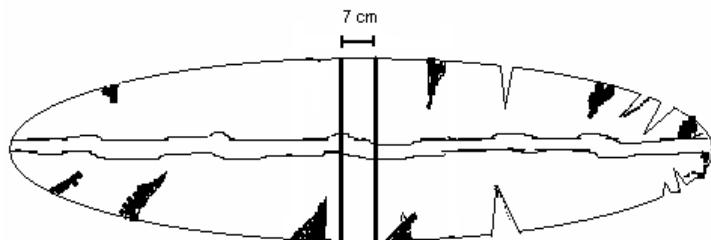


Figura 5. Amostragem do limbo

Após o despencamento, o cacheo foi dividido em engaço e frutos. No engaço, foram retirados três discos de aproximadamente 5 cm, sendo retirado um disco no centro e os outros dois próximos das duas extremidades do engaço, de modo que a amostra de engaço foi composta do somatório desses três discos de engaço (Figura 6).



Figura 6. Amostragem do engaço

Em cada penca do cacheo foi retirado um fruto da parte central da penca, alternando frutos em posições inferiores e superiores da penca, de forma que a amostra de frutos de um cacheo foi composta da mistura desses frutos que foram retirados.

Depois de retirada e pesada no campo, a amostra de cada parte da planta foi colocada em saco plástico e transportada para o Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba no município de Areia, PB. Cada amostra foi lavada rapidamente com água de torneira e, em seguida, com água destilada, para remoção de poeira e outros resíduos presentes na superfície das amostras.

Após a lavagem, as amostras foram colocadas em casa de crescimento para realização de pré-secagem e depois colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, onde ficou secando até peso constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas para obtenção da massa da matéria seca. As análises químicas de tecido vegetal para determinação dos teores dos macronutrientes em cada amostra foram realizadas de acordo com Tedesco et al., (1995).

A partir da matéria seca de cada parte da planta (amostras simples), retirou-se subamostras para preparação de amostras compostas de folha (pecíolo + limbo), cacho (engaço + fruto), biomassa restituída ao solo (pseudocaule + pecíolo + limbo), parte aérea (pseudocaule + pecíolo + limbo + engaço + fruto) e planta toda (pseudocaule + pecíolo + limbo + engaço + fruto+ rizoma), conforme apresentado no quadro 2.

Ajustou-se o modelo de regressão linear simples ($y = a + bx$) entre os valores obtidos pelo método alternativo (“composta”) em função dos valores obtidos pelo método tradicional (“simples”) para comparar esses métodos, utilizando-se do procedimento estatístico proposto por Leite & Oliveira (2002), mas levando-se em consideração apenas os critérios do teste f de Graybill (1976) e o teste t para o erro médio.

Quadro 2 – Composição de amostras compostas de tecido vegetal para avaliação do conteúdo de nutrientes na bananeira cv. Gross Michel irrigada

Amostra Composta	Planta	Parte da planta	Repe-tição	Contribuição de cada subamostra utilizada (%) ⁽¹⁾				
				Rizoma	Pseudocaule	Limbo	Pecíolo	Engaço
1	Mãe	Planta toda	1	7,55	22,39	15,08	1,00	1,61
2	Mãe	Planta toda	2	11,12	17,55	17,54	1,73	2,46
3	Mãe	Planta toda	3	6,89	22,85	15,74	1,42	1,80
4	Mãe	Planta toda	4	8,77	18,70	15,22	1,43	2,66
5	Mãe	Parte aérea	1	-	24,21	16,31	1,08	1,75
6	Mãe	Parte aérea	2	-	19,75	19,73	1,94	2,76
7	Mãe	Parte aérea	3	-	24,54	16,90	1,53	1,94
8	Mãe	Parte aérea	4	-	20,49	16,68	1,57	2,91
9	Mãe	Biom. Rest.	1	-	58,20	39,20	2,60	-
10	Mãe	Biom. Rest.	2	-	47,67	47,64	4,69	-
11	Mãe	Biom. Rest.	3	-	57,11	39,33	3,56	-
12	Mãe	Biom. Rest.	4	-	52,89	43,06	4,05	-
13	Mãe	Cacho	1	-	-	-	-	2,99
14	Mãe	Cacho	2	-	-	-	-	4,72
15	Mãe	Cacho	3	-	-	-	-	3,40
16	Mãe	Cacho	4	-	-	-	-	4,75
17	Mãe	Folha	1	-	-	93,77	6,23	-
18	Mãe	Folha	2	-	-	91,03	8,97	-
19	Mãe	Folha	3	-	-	91,70	8,30	-
20	Mãe	Folha	4	-	-	91,40	8,59	-
21	Filha	Planta toda	1	29,67	34,92	31,57	3,85	-
22	Filha	Planta toda	2	23,95	35,10	36,40	4,55	-
23	Filha	Planta toda	3	18,41	51,61	27,26	2,71	-
24	Filha	Planta toda	4	19,07	41,44	37,30	2,19	-
25	Filha	Biom. Rest.	1	-	49,65	44,89	5,47	-
26	Filha	Biom. Rest.	2	-	46,15	47,87	5,98	-
27	Filha	Biom. Rest.	3	-	63,26	33,42	3,32	-
28	Filha	Biom. Rest.	4	-	51,21	46,09	2,70	-
29	Filha	Folha	1	-	-	89,14	10,86	-
30	Filha	Folha	2	-	-	88,90	11,10	-
31	Filha	Folha	3	-	-	90,95	9,05	-
32	Filha	Folha	4	-	-	94,46	5,54	-

⁽¹⁾Para cada amostra composta, o somatório dos valores é igual a 100 %. Para exemplificar como se chegou à esses valores de percentagem, é mostrado um exemplo para a amostra composta nº 13, sendo que para as demais amostras compostas seguiu-se o mesmo raciocínio. A massa da matéria seca do engaço foi 117,12 g/planta e a dos frutos 3.797,81 g/planta. Somando-se esses dois valores, a massa da matéria seca do cacho foi 3.914,93 g/planta. Portanto, $(117,12/3.914,93) * 100 = 2,99\%$ e $(3.797,81/3.914,93) * 100 = 97,01\%$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se a média de todas as amostras ($n = 32$), observa-se que os dois métodos avaliados são muito semelhantes quanto à estimativa dos conteúdos de N, P e K (Quadro 3), assim como, para Ca, Mg e S (Quadro 4). Para P e K, a diferença entre os métodos foi de apenas 2,3 e 2,7 %, respectivamente. No caso do N, o conteúdo avaliado pelo método tradicional (“simples”) foi 67,48 g/planta, 7,8 % maior que o conteúdo de N avaliado pelo método alternativo (“composta”), que foi de 62,60 g/planta (Quadro 3).

Para Mg, a diferença entre os métodos foi de apenas 3,7 %. No caso do Ca, o conteúdo avaliado pelo método tradicional foi 12,52 g/planta, 12,3 % menor que o conteúdo de Ca avaliado pelo método alternativo, que foi de 14,27 g/planta (Quadro 4). Para o S, a diferença do conteúdo avaliado pelos métodos foi de 10,6 %, sendo maior o conteúdo avaliado pelo método tradicional em relação ao método alternativo. Essa semelhança entre os métodos também pode ser verificada comparando-se as médias ($n = 4$) dos conteúdos de N, P e K (Quadro 3) e Ca, Mg e S (Quadro 4) em cada parte da planta.

Para N, a maior diferença entre os métodos (11,2 %) foi observada na avaliação do conteúdo desse nutriente na biomassa restituída da “planta-filha”. Para P no cacho e K na folha da “planta-mãe”, as maiores diferenças entre os métodos foram 6,2 % e 24,5 %, respectivamente (Quadro 3). Para Ca, a maior diferença entre os métodos (28,6 %) foi observada na avaliação do conteúdo desse nutriente na planta toda da “planta-mãe”. Para Mg e S, as maiores diferenças entre os métodos foram de 10,4 % e 36,2 %, respectivamente, para a biomassa restituída da “planta-mãe”.

Ajustando-se uma equação de regressão linear simples ($y = a + bx$) entre os valores obtidos pelo método alternativo (“composta”) em função dos valores obtidos pelo método tradicional (“simples”), observa-se que, para os seis nutrientes, os valores de R^2 são elevados, os valores do parâmetro “a” da equação de regressão se aproximam de 0 (zero) e o valor do parâmetro “b” se aproximando de 1 (um) (Figura 7), o que indica semelhança entre os métodos.

Quadro 3 – Conteúdos de nitrogênio, fósforo e potássio em diversas partes da bananeira, estimados a partir do somatório dos conteúdos desses nutrientes em cada órgão da planta (“simples”) e a partir dos valores dos resultados das análises químicas de amostras compostas de tecido vegetal (“composta”).

Amostra composta	Plant a	Parte da planta	Repe- tição	Nitrogênio (g/planta)		Fósforo (g/planta)		Potássio (g/planta)	
				Simples	Composta	Simples	Composta	Simples	Composta
1	Mãe	Planta toda	1	145,71	144,68	7,81	9,90	309,95	346,42
2	Mãe	Planta toda	2	115,08	94,56	6,36	6,40	253,62	287,24
3	Mãe	Planta toda	3	143,38	130,93	7,59	6,82	318,55	314,33
4	Mãe	Planta toda	4	132,54	124,29	7,38	7,23	289,07	292,44
Média				134,18	123,62	7,28	7,59	292,80	310,11
5	Mãe	Parte aérea	1	135,74	122,02	7,49	7,82	272,10	275,98
6	Mãe	Parte aérea	2	106,02	97,46	5,97	6,10	209,47	227,20
7	Mãe	Parte aérea	3	132,24	121,91	7,31	7,23	284,92	269,35
8	Mãe	Parte aérea	4	120,86	110,35	7,00	6,52	240,68	244,51
Média				123,71	112,94	6,94	6,92	251,79	254,26
9	Mãe	Biom. Rest.	1	75,68	74,20	2,90	3,00	180,97	148,68
10	Mãe	Biom. Rest.	2	50,67	44,82	2,15	2,16	123,65	112,81
11	Mãe	Biom. Rest.	3	65,32	62,41	2,74	2,87	152,81	138,73
12	Mãe	Biom. Rest.	4	56,96	54,13	2,45	2,41	113,28	118,17
Média				62,16	58,89	2,56	2,61	142,68	129,60
13	Mãe	Cacho	1	60,06	54,12	4,60	5,25	91,13	100,83
14	Mãe	Cacho	2	55,35	46,09	3,82	3,97	85,82	91,91
15	Mãe	Cacho	3	66,92	59,85	4,57	4,53	132,10	111,78
16	Mãe	Cacho	4	63,91	62,64	4,55	4,93	127,40	110,77
Média				61,56	55,68	4,38	4,67	109,11	103,82
17	Mãe	Folha	1	42,16	40,61	1,63	1,68	30,07	39,02
18	Mãe	Folha	2	36,19	31,40	1,40	1,29	29,86	44,38
19	Mãe	Folha	3	35,15	33,61	1,44	1,45	32,38	39,82
20	Mãe	Folha	4	32,68	30,67	1,37	1,37	31,36	40,56
Média				36,54	34,07	1,46	1,45	30,92	40,94
21	Filha	Planta toda	1	39,57	38,62	2,47	3,48	125,49	124,44
22	Filha	Planta toda	2	53,27	48,17	4,33	4,35	166,19	187,16
23	Filha	Planta toda	3	55,92	51,37	4,66	4,46	218,92	170,80
24	Filha	Planta toda	4	53,21	48,80	3,94	3,63	158,49	124,90
Média				50,49	46,74	3,85	3,98	167,27	151,82
25	Filha	Biom. Rest.	1	32,75	28,34	1,92	2,70	104,81	111,82
26	Filha	Biom. Rest.	2	42,75	39,85	3,47	3,31	143,54	97,87
27	Filha	Biom. Rest.	3	49,71	44,79	4,18	3,52	197,21	167,78
28	Filha	Biom. Rest.	4	45,47	40,49	3,27	3,09	140,67	101,08
Média				42,67	38,37	3,21	3,15	146,56	119,64
29	Filha	Folha	1	22,17	20,99	0,87	1,19	32,49	31,45
30	Filha	Folha	2	30,88	31,49	1,80	1,78	44,55	47,23
31	Filha	Folha	3	29,44	27,78	1,51	1,53	41,45	40,26
32	Filha	Folha	4	31,70	28,99	1,55	1,51	38,82	37,07
Média				28,55	27,31	1,43	1,50	39,33	39,00
Média Geral				67,48	62,60	3,89	3,98	147,56	143,65

Quadro 4 – Conteúdos de cálcio, magnésio e enxofre em diversas partes da bananeira, estimados a partir do somatório dos conteúdos desses nutrientes em cada órgão da planta (“simples”) e a partir dos valores dos resultados das análises químicas de amostras compostas de tecido vegetal (“composta”).

Amostra Composta	Planta	Parte da planta	Repe-tição	Cálcio (g/planta)		Magnésio (g/planta)		Enxofre (g/planta)	
				Simples	Composta	Simples	Composta	Simples	Composta
1	Mãe	Planta toda	1	24,56	35,19	17,47	18,75	21,93	19,31
2	Mãe	Planta toda	2	22,34	30,83	12,21	12,42	19,44	24,29
3	Mãe	Planta toda	3	26,72	31,66	17,93	16,37	20,64	17,03
4	Mãe	Planta toda	4	26,53	42,66	17,09	16,78	20,97	16,19
				Média	25,04	35,08	16,18	16,08	20,75
									19,21
5	Mãe	Parte aérea	1	22,99	20,91	15,78	19,56	20,51	15,14
6	Mãe	Parte aérea	2	20,20	13,20	10,74	10,95	17,35	17,46
7	Mãe	Parte aérea	3	25,40	17,62	16,85	15,29	19,38	17,32
8	Mãe	Parte aérea	4	24,80	27,74	15,18	15,63	19,03	17,30
				Média	23,35	19,87	14,64	15,36	19,07
									16,81
9	Mãe	Biom. Rest.	1	16,67	15,96	11,65	13,47	12,85	8,46
10	Mãe	Biom. Rest.	2	14,00	15,42	7,03	7,98	10,64	5,73
11	Mãe	Biom. Rest.	3	18,40	20,98	12,45	14,19	10,47	7,61
12	Mãe	Biom. Rest.	4	16,38	17,89	10,02	10,28	10,32	6,43
				Média	16,36	17,56	10,29	11,48	11,07
									7,06
13	Mãe	Cacho	1	6,32	6,55	4,13	5,03	7,66	6,87
14	Mãe	Cacho	2	6,20	6,54	3,71	4,26	6,71	7,35
15	Mãe	Cacho	3	7,00	5,41	4,41	5,47	8,91	6,36
16	Mãe	Cacho	4	8,41	6,41	5,16	4,99	8,71	7,57
				Média	6,98	6,23	4,35	4,94	8,00
									7,04
17	Mãe	Folha	1	7,83	10,97	3,99	4,17	5,78	3,38
18	Mãe	Folha	2	7,35	10,23	2,78	3,47	5,64	4,23
19	Mãe	Folha	3	8,36	10,02	3,70	3,66	5,28	4,46
20	Mãe	Folha	4	7,66	9,72	3,15	3,32	4,56	4,22
				Média	7,80	10,23	3,41	3,65	5,32
									4,07
21	Filha	Planta toda	1	6,62	9,25	7,32	7,68	6,10	6,79
22	Filha	Planta toda	2	9,92	10,72	6,82	7,23	7,99	9,41
23	Filha	Planta toda	3	11,27	13,56	10,55	9,94	10,92	10,30
24	Filha	Planta toda	4	9,03	10,94	7,72	9,06	8,34	9,26
				Média	9,21	11,12	8,10	8,48	8,34
									8,94
25	Filha	Biom. Rest.	1	5,54	6,85	5,88	6,05	4,26	6,81
26	Filha	Biom. Rest.	2	8,21	10,86	5,14	5,38	5,96	5,71
27	Filha	Biom. Rest.	3	10,05	11,20	9,43	8,85	9,61	7,07
28	Filha	Biom. Rest.	4	7,73	8,36	6,59	6,82	6,61	7,56
				Média	7,88	9,32	6,76	6,77	6,61
									6,79
29	Filha	Folha	1	3,01	3,41	3,05	2,83	2,38	2,57
30	Filha	Folha	2	4,37	6,12	3,35	3,15	2,53	3,69
31	Filha	Folha	3	3,71	4,40	4,16	3,52	3,89	3,21
32	Filha	Folha	4	3,14	5,10	3,84	3,25	2,93	4,57
				Média	3,56	4,76	3,60	3,19	2,93
									3,51
				Média Geral	12,52	14,27	8,42	8,74	10,27
									9,18

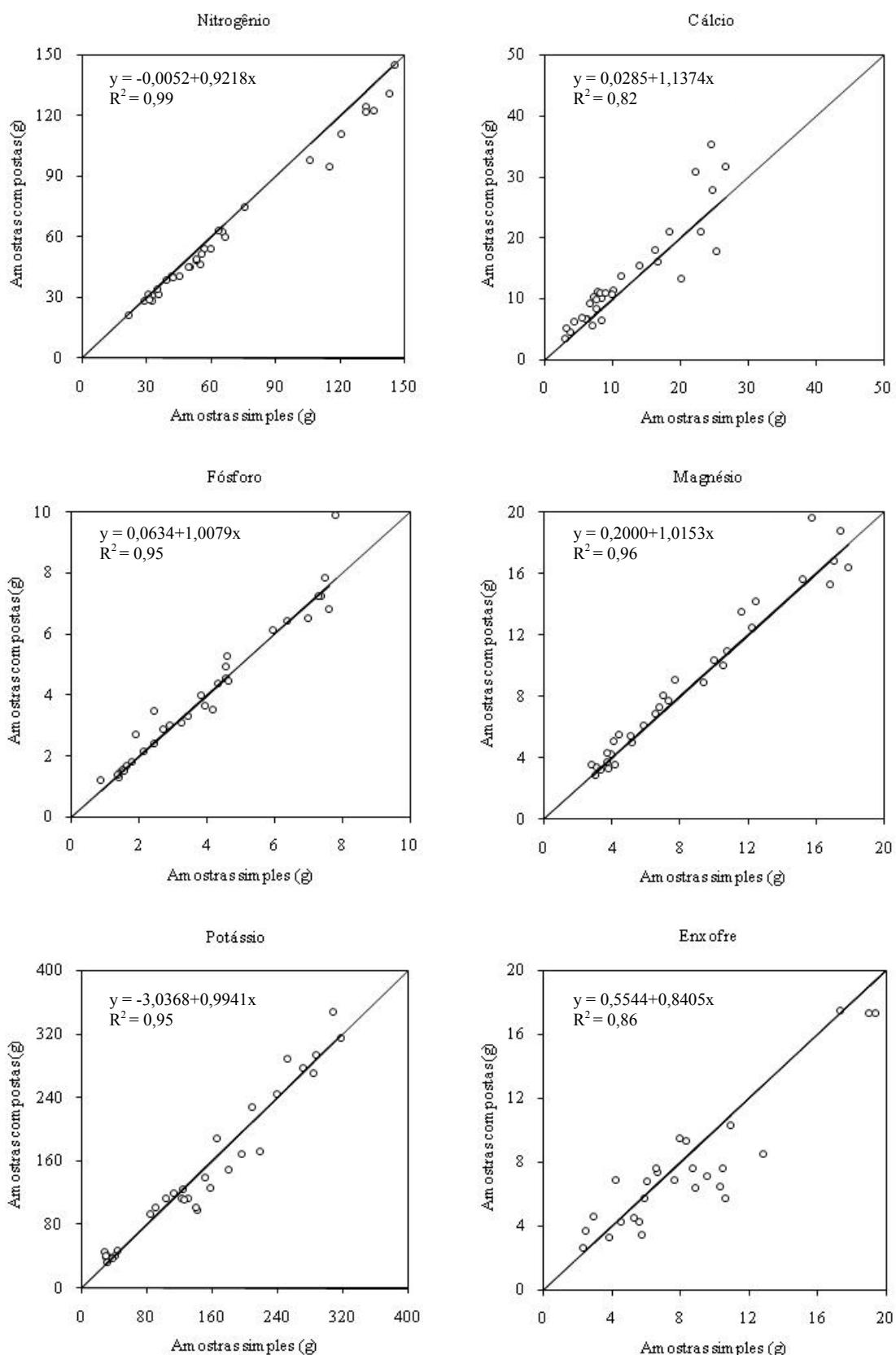


Figura 7. Identidade entre os conteúdos (g) de N, P, K, Ca, Mg e S avaliados pelo método tradicional (“amostras simples”) e pelo método alternativo (“amostras compostas”).

Aplicando-se o teste de Leite & Oliveira (2002) aos dados, os resultados indicaram que os métodos são iguais para P e K. Para N os métodos foram diferentes, apenas porque o teste t revelou que o erro médio de 7,8 % foi diferente de zero. Para Ca, Mg e S os métodos também foram diferentes para esses três nutrientes avaliados.

Contudo, cabe ressaltar que a magnitude do erro médio entre os métodos para esses nutrientes (12 % para Ca, 4 % para Mg e 11 % para S) não foi grande, considerando que nesse tipo de trabalho existem outros erros de maior magnitude, como o erro de amostragem do material vegetal no campo e o de secagem do material vegetal em estufa para obtenção da massa da matéria seca. Portanto, para fins práticos, pode-se considerar que é viável a utilização de amostra composta de tecido vegetal para avaliação do conteúdo de macronutrientes nos órgãos da bananeira.

4. CONCLUSÃO

A análise química de apenas uma amostra composta de matéria seca de diferentes partes menores da planta de bananeira (rizoma, pseudocaule, pecíolo, limbo, engaço, fruto) é suficiente para se estimar o conteúdo médio de N, P, K, Ca, Mg e S em uma parte maior da planta (folha, biomassa restituída ao solo, parte aérea e cacho) ou na planta toda, desde que na composição dessa amostra composta a quantidade de matéria seca de cada parte menor da planta a ser utilizada seja de acordo com a proporção que essa parte menor da planta representa em relação à parte maior da planta ou à planta toda.

LITERATURA CITADA

BALIGAR, V.C. & FAGERIA, N.K. Nutrient use efficiency in acid soils: nutrient management and plant use efficiency. In: MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.C.; SCHAFFERT, R.E.; FAGERIA, N.K.; ROSOLEM, C.A. & CANTARELLA, H. eds. Plant-soil interactions at low pH: sustainable agriculture and forestry production. Campinas/Viçosa, Brazilian Soil Science Society, 1997. p.75-95.

BERTSCH, F. Estudios de absorcion de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilizacion. Informaciones Agronómicas, 57:1-10, 2005.

BORGES, A.L. & CALDAS, R.C. Teores padrões de nutrientes nas folhas de bananeira cv. Pacovan sob irrigação. In: FERTBIO. 25., 2002. Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. CD-ROM

BORGES, A.L. & OLIVEIRA, A.M.G. Nutrição, adubação e calagem. In: CORDEIRO, Z.J.M. (org). Banana: produção e aspectos técnicos. Brasília, EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.47-59.

BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G. & SOUZA, L.S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E.J., ed. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília, Embrapa, 1999. p.197-260.

BORGES, A.L.; RAIJ, B. VAN; MAGALHÃES, A.F.J.; BERNARDI, A.C.C. Nutrição e adubação da bananeira irrigada. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8p. (Circular Técnica, 48)

BORGES, A.L. & SILVA, S.O. Extração de macronutrientes por cultivares de banana. Rev. Bras. Frutic., 17:57-66, 1995.

BORGES, A.L. & SILVA, T.O. Absorção, exportação e restituição ao solo de nutrientes pela bananeira ‘Terra’. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 3p. (Comunicado Técnico, 66)

CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F.; MARTINEZ, H.E.P. & NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N. F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. (eds.) Fertilidade do Solo. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.769-850.

CHAMPION, J. Les bananiers et leur culture; Tome I : botanique et genetique. Paris, IFAC, 1967. 214p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

DANTAS, J.L.L.; SHEPHERD, K.L.; SOARES FILHO, W.S.; CORDEIRO, Z.J.M.; SILVA, S.O. & SOUZA, A.S. Citogenética e melhoramento genético da bananeira (*Musa spp*). Cruz das Almas, EMBRAPA-CNPMF, 1983. 61p.

DANTAS, J.L.L. & SOARES FILHO, W.S. Classificação botânica, origem e evolução. In: Banana para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. p.9-13.

FARIA, N.G. Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores de bananeira. Cruz das Almas, Universidade Federal da Bahia, 1997. 66p. (Tese de Mestrado)

GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; RAMOS, M.T.B. & MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (*musa acuminata* Simmonds, cultivar Nanicão). Ciência e Cultura, 24:70-79, 1972.

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

GONZAGA NETO, L.; PEREIRA, J.R. & SILVA, D.J. Banana (Irrigada). In: CAVALCANTI, F.J.A., coord. Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2a aproximação. Recife, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1998. p.115.

GRAYBILL, F.A. Theory and application of the linear model; Duxbury Press:Belmont, CA, 1976.

HOFFMANN, R.B.; OLIVEIRA, F.H.T.; SOUZA, A.P.; GREYI, H.R. & SANTOS, H.C. Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de macronutrientes em seis cultivares de bananeira irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., Gramado, 2007. Anais. Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. CD-ROM

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=p&o=20&i=P>>. Acesso em 03 de dez. 2006.

IRIZARRY, H.; ABRUNÃ, F.; RODRIGUES, J. & DIAZ, N. Nutrient uptake by intensively managed as related to stage of growth at two locations. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, 65:331-345, 1981.

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. Sciencia Horticulturae, 83:25-32, 2000.

LAHAV, E. Banana nutrition. In: GOWEN, S. ed. Bananas and plantains. London, Chapman & Hall, 1995. p.258-316.

LEITE, H.G. & OLIVEIRA, F.H.T. Statistical procedure to test identity between analytical methods. Commun. Soil Sci. Plant. Anal. 33:1105–1118, 2002.

LOPEZ, A. & ESPINOSA, J. Banana response to potassium. Better Crops International, Athens, 12:3-5, 1998.

LÓPEZ M., A. & ESPINOSA M., J. Manual de nutricion y fertilizacion del banano. Quito, CORBANA/Instituto de la Potassa y el Fósforo, 1995. 82p.

MARCHAL, J. & MALLESSARD, R. Comparaison des immobilizations minérales de quatre cultivars de bananiers à fruits pour cuisson et de deux 'Cavendish'. Fruits, 34:373-392, 1979.

MARTIN-PRÉVEL, P. Les éléments minéraux dans le bananier et dans son régime. Fruits, 17 :123-128, 1962.

MARTIN-PRÉVEL, P.; LACOEUILHE, J.-J. & MARCHAL, J. Les éléments minéraux dans le bananier 'Gros Michel' au Cameroun. Fruits, 23:259-269, 1968.

MENGEL, K. & KIRBY, E.E. Principles of plant nutrition. 3.ed. Berna, IPI, 1982. 562p.

MONTAGUT, G. & MARTIN-PRÉVEL, P. Besoins en engrains des bananerais antillaises. Fruits, 20:265-273, 1965.

NEVES, R.L.L.; FERREYRA, F.F.H.; MACIEL, R.F.P. & FROTA, J.N.E. Extração de nutrientes em banana (*Musa* sp.) cv. Pacovan. Ciênc. Agron., 22:115-120, 1991.

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, SBCS/UFSM, 2000. CD ROM

OLIVEIRA, E.L. Sugestões de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná. Londrina, Instituto Agronômico do Paraná, 2003. 31p.

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

OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; CANTARUTTI, R.B. Desenvolvimento de um sistema para recomendação de adubação para a cultura da bananeira. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.29, n.1, p.131-143, 2005.

RAGHUPATI, H.B.; REDDY, B.M.C. & SRINIVAS, K. Multivariate diagnosis of nutrient imbalance in banana. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33:131-143, 2002.

SAMUELS, G.; BEALE, A. & TORRES, S. Nutrient content of the plantain (*Musa*, AAB group) during growth and fruit production. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 62:178-185, 1978.

SILVA, J.T.A.; BORGES, A.L.; DIAS, M.S.C.; COSTA, E.L. & PRUDÊNCIO, J.M. Diagnóstico nutricional da bananeira Prata Anã para o Norte de Minas Gerais. Belo Horizonte, EPAMIG, 2002. 16p.

SILVA, J.T.A.; BORGES, A.L. & MALBURG, J.L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. Informe agropecuário, 20:21-36, 1999.

SILVA, J.T.A.; BORGES, A.L.; SOUTO, R.F.; COSTA,E.L. & DIAS, M.S.C. Levantamento do estado nutricional das bananeiras cv. Prata-Anã do Norte de Minas Gerais. Nova Porteirinha, EPAMIG/PADFIN, 2001. 30p.

SOTO BALLESTERO, M. Bananos: cultivo y comercialización. San José, Imprenta LIL., 1992. 674p.

SOUZA, J.S. & TORRES FILHO, P. Aspectos socioeconômicos. In: ALVES, E.J.A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais, 2.ed. Brasília, EMBRAPA, 1999. p.507-524.

SOUZA, M.; GUIMARÃES, P.T.G.; CARVALHO, J.G. & FRAGOAS, J.C. Banana prata anã. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5^a aproximação. Viçosa, CFSEMG, 1999. p.217-218.

STOVER, R.H. & SIMMONDS, N.W. Classification of banana cultivars. In: BURNT MILL, Harlow. Bananas. 3.ed. Logman Scientific & Technical, Inglaterra Essex, 1987. p.86-102.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. Análises de solos, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p.

TEIXEIRA, L.A.J. Adubação nitrogenada e potássica em bananeira 'Nanicão' (Musa AAA subgrupo Cavendish) sob duas condições de irrigação. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, , 2000. 128p. (Tese de Doutorado)

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. eds. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. p.131-132. (Boletim Técnico, 100)

TURNER, D.W. & BARKUS, B. The uptake and distribution of mineral nutrients in response to supply of K, Mg e Mn. Fertilizer Research, 4:89-99, 1983.

TWYFORD, I.T. & WALMSLEY, D. The mineral composition of the robusta banana plant. I. Methods and plant growth studies. Plant Soil, 39:227-243, 1973.

TWYFORD, I.T. & WALMSLEY, D. The mineral composition of the robusta banana plant. II. The concentration of mineral constituents. Plant Soil, 41:459-470, 1974a.

TWYFORD, I.T. & WALMSLEY, D. The mineral composition of the robusta banana plant. III. Uptake and distribution of mineral constituents. Plant Soil, 41:471-491, 1974b.

WALMSLEY, D. & TWYFORD, I.T. The mineral composition of the robusta banana plant. V. Sulphur, iron, manganese, boron, zinc, copper, sodium and aluminium. Plant Soil, 45:595-611, 1976.

APÊNDICE

Quadro 1A - Resultado do teste de identidade entre os conteúdos (g) de N, P, K, Ca, Mg e S avaliados pelo método tradicional (“amostras simples”) e pelo método alternativo (“amostras compostas”).

Nutriente	F(Ho)	te	Identidade entre os métodos
Nitrogênio	48,70*	9,80*	Diferente
Fósforo	0,53 ^{ns}	1,55 ^{ns}	Igual
Potássio	0,55 ^{ns}	0,16 ^{ns}	Igual
Cálcio	3,73*	3,83*	Diferente
Magnésio	1,74 ^{ns}	2,20*	Diferente
Enxofre	7,26*	1,21 ^{ns}	Diferente