ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA BANANEIRA CULTIVAR PRATA
(MUSA AAB, SUBGRUPO PRATA) EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

JOSE ANTONIO GOMES
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
abril de 1988

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA BANANEIRA CULTIVAR PRATA
(MUSA AAB, SUBGRUPO PRATA) EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

JOSE ANTONIO GOMES

Aprovado em: 25/04/88

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

ESALQ/USP

Prof. Dr. Salim Simão

ESALQ/USP

Prof. Dr. Keigo Minami

ESALQ/USP

Prof. Dr. Antonio Roque Dechen

ESALQ/USP

Prof. Dr. Carlos Ruggiero

FMVAJ/UNESP

Prof. Dr. Henrique Paulo Haag
Orientador

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag, pela orientação honesta e competente.

À Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (EMCAPA) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela oportunidade do aperfeiçoamento.

Ao Colega Aldemir Cavalcante Nóbrega, pela participação na fase de execução do ensaio.

Ao Colega Nilton Dessaune Filho, pela realização das análises de regressão dos dados.

Aos Técnicos Paulo Roberto Marques e Júlio Cesar Barcelos, pela atuação na fase de amostragem do ensaio.

Aos Funcionários do setor de estatística da EMCAPA, pela digitação dos dados.

Ao Operário Braulino de Souza, pelo trabalho durante a amostragem.

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

À Bibliotecária Marlene Barreto de Souza, da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Espírito Santo (EMATER-ES), pela correção do texto.

Ao Amigo Dalvimar Souza Madeira, pelo dedicado trabalho de datilografia.

Aos funcionários Gentil Nascimento e Amélia Cardoso pelo trabalho de reprodução.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	v
SUMMARY	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LETERATURA	6
2.1. Considerações gerais	6
2.2. Absorção, concentração, exportação e redistribuição de <u>ma</u> cronutrientes	8
2.3. Absorção, concentração, exportação e redistribuição de <u>mi</u> cronutrientes	21
2.4. Crescimento - matéria seca	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Matéria seca	37
4.1.1. Planta matriz	37
4.1.2. Planta rebento	42
4.2. Macronutrientes	43
4.2.1. Nitrogênio	43
4.2.1.1. Planta matriz	43
4.2.1.2. Planta rebento	47
4.2.2. Fósforo	48
4.2.2.1. Planta matriz	48
4.2.2.2. Planta rebento	52
4.2.3. Potássio	53

	Página
4.2.3.1. Planta matriz	53
4.2.3.2. Planta rebento	58
4.2.4. Cálcio	58
4.2.4.1. Planta matriz	62
4.2.4.2. Planta rebento	63
4.2.5. Magnésio	64
4.2.5.1. Planta matriz	64
4.2.5.2. Planta rebento	68
4.3. Micronutrientes	69
4.3.1. Boro	69
4.3.1.1. Planta matriz	69
4.3.1.2. Planta rebento	73
4.3.2. Zinco	74
4.3.2.1. Planta matriz	74
4.3.2.2. Planta rebento	78
4.3.3. Cobre	79
4.3.3.1. Planta matriz	79
4.3.3.2. Planta rebento	83
4.4. Observações gerais	85
5. CONCLUSÕES	89
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA BANANEIRA CULTIVAR PRATA
(MUSA AAB, SUBGRUPO PRATA) EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

Autor: JOSÉ ANTONIO GOMES

Orientador: PROF. DR. HENRIQUE PAULO HAAG

RESUMO

Visando estabelecer a curva de crescimento, marcha de absorção, quantidade exportada e reciclada de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, zinco e cobre, na bananeira cultivar Prata, instalou-se um ensaio no Estado do Espírito Santo, em janeiro de 1980, em terreno com declividade média de 40% e solo cambissólico distrófico. Sorteou-se três plantas matrizes do plantio até 465 dias após (colheita), sendo bimensal até 300 dias e mensal até o final, totalizando doze estádios de desenvolvimento, e três plantas rebento, mensalmente, da emissão até 300 dias após, atingindo nove estádios. Cada bananeira foi dividida em folha, pecíolo, pseudocaule, rizoma, engaço, botão floral e fruto para se determinar os pesos das matérias fresca e seca e se analisar os nutrientes. A partir dos dados coletados ajustou-se um programa de regressão e obteve-se as curvas de produção da matéria seca e absorção de nutrientes, cujos resultados permitiram concluir que, as plantas matriz e rebento: necessitam de expressivas quantidades de nutrientes para desenvolver e produzir; apresentam uma absorção de nutrientes que acompanha a matéria seca acumulada pelos órgãos, exceto para o potássio e cobre no pecíolo; absorvem mais de setenta e cinco por cento do nitrogênio, fósforo e potássio após o estágio de 180 dias e acima de setenta

por cento do cálcio, magnésio, boro, zinco e cobre, a partir de 240 e 210 dias; podem repor ao solo grande parte dos nutrientes absorvidos; apresentam uma razão de absorção de macronutrientes de $20K:12N:10Mg:9Ca:1P$ e de $26,5K:8N:4,5Mg:4,5Ca:1P$; apresentam uma razão de absorção de micronutrientes de $5Zn:2,5B:1Cu$ e de $5Zn:3B:1Cu$. Conclui-se ainda que: deve-se considerar a quantidade de nutrientes exportadas com a colheita e consumo dos frutos, principalmente nitrogênio, fósforo, potássio e boro, em um programa de adubação; a planta rebento acumula mais matéria seca e nutrientes do que a planta matriz.

NUTRIENT UPTAKE BY THE BANANA PLANT CULTIVAR PRATA
(MUSA AAB, SUBGROUP PRATA) AT DIFFERENT
DEVELOPMENT STAGES

Author: JOSÉ ANTONIO GOMES

Adviser: PROF. DR. HENRIQUE PAULO HAAG

SUMMARY

A field experiment was conducted with the banana plant cultivar Prata, in Cambissolic soil, at Cariacica, Espírito Santo State, Brazil, to study the curve of growth and nutrient uptake, removed and returned to the soil. Three mother (up to harvest), and ratoon plants (up to ten months after emergence) were selected at twelve and nine different development stages, respectively. Samples of leaf, petiole, pseudostem, rhizome, stem, bud flower and fruit were taken. Dry matter weight and percentage of N, P, K, Ca, Mg, B, Zn and Cu were measured. A regression was adjusted with the collected data and the following conclusions, for mother and ratoon plants, were drawn up: a large amount of nutrients are needed for vegetative development and yield; Nutrient uptake are influenced by dry matter production, except K and Cu in the petiole; The uptake ratios between the major nutrients is 20K: 12N: 10Mg: 9Ca: 1P for the mother plant and of 26,5K: 8N: 4,5Mg; 4,5Ca: 1P for the ratoon plant; The uptake ratios between the minor nutrients are 5Zn: 2,5B: 1Cu and 5Zn: 3B: 1Cu, respectively; A high amount of nutrients can be returned to the soil with plant management. It was concluded that in a rational program of nutrient fertilizer, it is necessary to take into account the amount of nutrients exported at the fruit harvest,

especially N, P, K, and B. Moreover, the ratoon plant accumulated a larger amount of dry matter and nutrients than the mother plant did.

1. INTRODUÇÃO

A grande maioria das cultivares de banana conhecidas em todo o mundo originou-se das espécies selvagens, Musa acuminata Colla (AA) e Musa balbisiana Colla (BB), segundo SHEPHERD (1983).

A bananeira é uma monocotiledônea herbácea gigante, que se originou na Ásia Meridional e de onde foi difundida para todos os países do globo terrestre (CHAMPION, 1975). Seu cultivo constitui uma atividade de grande importância, considerando-se a produção de frutos tanto para consumo ao natural quanto para industrialização. Segundo CHAMPION (1975), as bananeiras que produzem frutos comestíveis necessitam de clima quente e úmido para se desenvolverem satisfatoriamente, reduzindo significativamente sua atividade vegetativa em temperaturas inferiores a 16°C e em condições de deficiência hídrica abaixo de 100 mm por mês. Também não toleram sombreamento e insolação em excesso, seca prolongada e ventos fortes, além de apresentarem um melhor desenvolvimento em altitudes inferiores a 100 m do nível do mar.

CHAMPION (1975) acrescenta, ainda, que essas plantas apresentam um sistema radicular relativamente fraco e com baixa capacidade de penetração. Dessa forma, necessitam de solos bem estruturados, com textura leve, grande porosidade e profundidade superior a 80 cm, não tolerando excesso de compactação, encharcamento e ressecamento. Os solos com alta fertilidade, especialmente em relação ao potássio, são os mais recomendáveis, em função do grande consumo de nutrientes efetuado pelas

bananeiras. De um modo geral, para se desenvolver adequadamente, as cultivares de bananeira exploradas comercialmente necessitam de solos com pH, matéria orgânica e CTC de 6,0 a 7,5, mais de 2,0% e de 5 meq por 100 g, respectivamente.

Em função da importância do sistema radicular, no processo de nutrição da bananeira, alguns trabalhos foram efetuados visando determinar sua distribuição. Destacam-se os de WALMSLEY & TWYFORD (1968) com a cultivar Robusta e de LASSOUDIERE (1978) com a Poyo, nas condições ecológicas das Antilhas Inglesas e Costa do Marfim, respectivamente. Os primeiros autores constataram que o sistema radicular das bananeiras atinge 0,3 m, 0,9 m, 1,8 m e 2,4 m de comprimento, nas idades de 30, 70, 150 e 220 (florescimento) dias após o plantio. Já o segundo verificou que nas profundidades de 0-20 cm, 21-40 cm e 41-60 cm estão distribuídas mais de 50%, de 20 a 40% e 10% do sistema radicular das mesmas.

Em todo o mundo, as cultivares de banana mais utilizadas em cultivos comerciais são híbridos triplóides, sendo que a cultivar Prata pertence ao grupo genômico AAB e está incluída no subgrupo Prata (SHEPHERD, 1983). De acordo com CUNHA (1984), essa cultivar ocupa quase 70% da área bananícola do Brasil, com uma área cultivada de 280.000 hectare (ha) e uma produção de 2 milhões de toneladas de banana, aproximadamente, sendo totalmente destinada ao consumo interno. O mesmo autor informa que seu cultivo ocorre em todos os Estados do Brasil, com destaque para aqueles da região Nordeste e Sudeste, constituindo-se numa das principais fontes de renda para mais de 1.500.000 pessoas.

A bananeira da cultivar Prata apresenta elevado porte mediana produtividade e tolerância às doenças "Mal de Sigatoka" (Mycosphaella musicola Leach) e "Mal do Panamá" (Fusarium oxysporum f. sp. cubense E.F. Smith) e à praga "broca da bananeira" (Cosmopolites sordidus

Germ.), consideradas as mais importantes para a cultura. Normalmente produz frutos de tamanho médio, com polpa esbranquiçada, que são de grande aceitação popular, principalmente para consumo ao natural (GOMES, 1983).

Em 1984, o Estado do Espírito Santo contava com, aproximadamente, 6.600 produtores de banana 'Prata', uma produção de 117.000 toneladas e uma área cultivada de 20.000 hectares, sendo 18.000 em produção (EMATER-ES - EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO & EMCAPA - EMPRESA CAPIXABA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1986). Segundo essas mesmas fontes, a cultivar 'Prata' ocupava cerca de 85% da área explorada com a bananicultura no Estado, estimando-se que 90% dessas propriedades apresentavam área inferior a 50 ha e que 45% dos bananais estavam plantados em declividade igual ou superior a 50%.

Muito embora a cultivar Prata seja relevante no contexto da bananicultura brasileira, a maioria das tecnologias utilizadas no seu sistema de produção foi adaptada de resultados alcançados com outras cultivares e em condições edafoclimáticas diferentes daquelas nas quais é cultivada comercialmente. Esse problema é mais sério no que diz respeito a sua nutrição, principalmente levando-se em consideração que as despesas com adubação representam quase 60% do custo de produção de um bananal da cultivar Prata.

Segundo MARTIN-PRÉVEL (1980), "o estudo de balanços nutricionais completos, acompanhados por amostragem ao longo dos ciclos, assume um significado fisiológico especial, quando, em lugar de se limitar a estabelecer curvas de absorção global, procura estudar as etapas sucessivas de absorção dos nutrientes e de suas utilizações e redistribuição eventual entre órgãos". Além do mais, um exame cuidadoso no funcio-

namento da nutrição da bananeira é fundamental para a condução de uma fertilização adequada, desde que o sistema solo-planta-ambiente seja considerado como um todo (MARTIN-PREVEL, 1984). O autor afirma ainda que, em condições favoráveis de cultivo, a bananeira apresenta um ciclo produtivo relativamente independente das estações do ano e uma capacidade de desenvolvimento bastante intensa. Essas peculiaridades têm, como consequência, uma exigência quantitativa em elementos minerais bastante elevada, para se atingir produções economicamente viáveis. Dessa forma, para se estabelecer um programa de adubação eficiente, apenas as análises física e química do solo não são suficientes, já que o solo é um meio extremamente heterogêneo e as extrações de nutrientes, efetuadas durante sua análise, não levam em consideração as características da planta (NÓBREGA, 1983b). Além disso, as características próprias da cultivar Prata e as peculiaridades das suas condições ecológicas de cultivo inviabilizam uma simples adaptação de tecnologias geradas em situações distintas.

Para TURNER & BARKUS (1983), o conhecimento da composição química da bananeira pode ser utilizada na determinação das necessidades de fertilização e parcelamento de adubos, porém observam que baixos teores de absorção de nutrientes podem significar menor necessidade para a cultivar, balanceamento inadequado e/ou deficiência no solo.

Levando-se em consideração esses fatos, resolveu-se realizar esse trabalho, com os seguintes objetivos:

1. Conhecer a marcha de absorção para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, zinco e cobre.
2. Quantificar a exportação de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, zinco e cobre com a colheita.

3. Quantificar a reposição ao solo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, zinco e cobre.
4. Estabelecer curvas de crescimento da bananeira e do cacho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações gerais

Comentando sobre a evolução da análise de bananeiras, MARTIN-PRÉVEL (1980) informa que, desde 1807, vêm sendo efetuadas por diversos pesquisadores, em várias regiões do mundo, sendo que, apenas em 1902, foram publicados trabalhos com resultados da análise de duas cultivares de bananeiras, da Argélia, na fase de colheita. O autor acrescenta que Fawcett (1913) já destacava a importância do potássio para a nutrição da bananeira, mostrando que os frutos apresentavam 60 a 64% desse elemento e as demais partes da planta, 33 a 38%, e que Baillon *et alii* (1933) estabeleceram a absorção de N, P, K, Ca e Mg em todos os órgãos da cultivar Nanica, na fase de colheita, nas Ilhas Canárias. Contudo, explica que, somente vinte e sete anos depois, Martin-Prével e Tisseau (1960) publicaram os primeiros balanços nutricionais obtidos com a cv. Nanica em diferentes estádios de desenvolvimento, na Guiné. Encontra-se na Tabela 1 resultados de análises de macronutrientes em bananeiras, efetuadas por pesquisadores do país e exterior.

Alguns pesquisadores também tentaram estabelecer níveis de nutrientes nos tecidos, que seriam adequados ou deficientes para algumas cultivares. Os mais citados são os resultados obtidos por Hewitt e Murray, com a cultivar Lacatan, e por Boland, com as cultivares Robusta e Valery. Os primeiros autores, segundo MIRANDA *et alii* (1974), consideram como teores adequados/deficiência aguda, os seguintes valores em %

TABELA 1 - Consumo de macronutrientes por algumas cultivares de bananeira em diversas regiões do mundo (MARTIN-PRÉVEL, 1980)

PAÍS	CULTIVAR/ GRUPO	PRODUTIVIDADE (t/ha/ciclo)	DENSIDADE (covas/ha)	AMOSTRAGEM	MACRONUTRIENTES (Kg/ha)					AUTOR(ES)
					N	P	K	Ca	Mg	
Ilhas Canárias	Nanica/AAA	51	1.600	família **	355	37	1.300	230	120	BAILLON et alii (1933)
Nova Guiné	Nanica/AAA	42	2.500	planta matriz	225	24	861	87	16*	MARTIN-PRÉVEL et alii (1960)
Martinica	Poyo/AAA	66	2.500	família	450	30	1.250	145	48*	MARTIN-PRÉVEL et alii (1968)
Camerom	Gross Michel/AAA	26	1.246	família	250	40	1.120	215	54*	MARTIN-PRÉVEL et alii (1968)
Malásia	'Pisang' 'Assan' / AAB	16	1.074	planta matriz incompleta	40	8	285	32	48*	JOSEPH (1971)
Brasil	Nanica/AAA	77	2.500	planta matriz	265	32	1.050	160	63	GALLO et alii (1972)
Antilhas Inglesas	'Poyo' / AAA	50	2.500	família	450	135	1.750	300	235	TWYFORD et alii (1973 - 1976)
Camerom	Nanica/AAA	69	1.785	família	295	40	1.300	190	75	MARCHAL et alii (1979)
	'Plantain' / AAB	32	1.428	família	225	40	950	95	40*	
	'Popoulou' / AAB	44	2.040	família	370	47	2.025	180	69	

* tendência à deficiência.

** planta matriz, primeiro e segundo filhotes (3 plantas)

da matéria seca, para: $N = 2,60 / 1,50$; $P = 0,196 / 0,087$; $K = 2,75 / 2,08$; $Ca = 1,00 / 0,53$ e $Mg = 0,36 / 0,12$. Já para o segundo, conforme NÓBREGA (1983a), são teores adequados, em % da matéria seca, para: $N = 2,80 - 3,00$; $P = 0,17 - 0,24$; $K = 3,15 - 3,32$; $Ca = 0,36 - 0,72$ e $Mg = 0,24 - 0,42$.

2.2. Absorção, concentração, exportação e redistribuição de macronutrientes

Diversos resultados sobre absorção de macronutrientes em várias cultivares de bananeiras do grupo AAA, subgrupo Cavendish, obtidos por pesquisadores de todo o mundo, foram sumarizados por TWYFORD (1967). Ele constatou uma relação média de $4N : 1P : 13K : 4Ca : 2Mg$, porém, verificou diferenças no total absorvido, especialmente de N e K. A sequência de absorção observada foi $K > N > Ca > Mg > P$ e os teores absorvidos, em gramas/bananeira, foram 317 K, 89 N, 85 Ca, 56 Mg e 23 P, em média. Posteriormente, WARNER & FOX (1977) também constataram que a bananeira é reconhecidamente exigente em potássio e nitrogênio, fato devidamente confirmado por MARTIN-PRÉVEL (1980), em uma revisão mais abrangente que envolveu vários grupos, subgrupos, cultivares e países. Esse autor observou, ainda, que existem diferenças acentuadas na absorção de cálcio e magnésio, considerando que as mesmas se devem aos diferentes tipos de solo, porém confirmou que a absorção de fósforo é relativamente baixa, especialmente durante o processo inicial de desenvolvimento vegetativo da planta. Segundo o mesmo autor, a bananeira não apresenta nenhuma possibilidade de armazenamento do nitrogênio absorvido, em relação às suas necessidades nutricionais imediatas, condição que se verifica com o potássio, se bem que em pequena proporção, e, também, com o magnésio e cálcio.

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

Segundo MARTIN-PRÉVEL (1984), ocorre uma variação relativamente pequena no conteúdo de N, P, K nos cachos das bananeiras, em relação aos cultivares e meio ambiente, enquanto que o Ca e Mg variam bem mais. Dessa forma, as exportações através das colheitas não podem servir de orientação para um programa de fertilização básica com esses dois elementos. O autor compilou os resultados das análises de 6.000 amostras dos diversos órgãos de bananeiras do grupo AAA, cultivadas em diferentes condições ecológicas, concluindo que: o nitrogênio é mais necessário do início do desenvolvimento das folhas até a emissão da inflorescência, com sensível redução na sua absorção até a colheita; 2/3 do potássio é absorvido da fase de indução floral à colheita; o pseudocaule absorve maiores quantidades de potássio e menores de nitrogênio, enquanto que, com as folhas, acontece o inverso; as necessidades de fósforo

são quantitativamente pequenas, ocorrendo principalmente do estágio inicial de desenvolvimento das folhas até a emissão da inflorescência, com sensível redução na sua absorção até a colheita; $2/3$ do K é absorvido do estágio de indução floral à colheita; o pseudocaule absorve maiores teores de K e menores de N, enquanto que, com as folhas, ocorre o contrário; as necessidades de P são quantitativamente pequenas, principalmente no estágio inicial de desenvolvimento.

MARTIN-PRÉVEL (1962) publicou resultados das análises de rizoma, pecíolo, folha, engão, botão floral e cacho, de cinco bananeiras da cv. Nanica, realizadas na Guiné, em cinco estádios de desenvolvimento. Nas conclusões, destacou que o K atinge teores extraordinários em todos os órgãos analisados; ocorre uma grande diversidade na composição de nutrientes dos órgãos de uma mesma planta; a distribuição de N, P, K, Ca, Mg nos órgãos é bastante influenciada pelos fatores ecológicos, especialmente por períodos secos, que podem provocar concentração dos mesmos; o cacho absorve 37% N, 50% P, 46% Mg, 25 a 30% K e 10% Ca, do total absorvido pela planta toda; apenas o N é absorvido em maior quantidade na fase inicial de desenvolvimento. Dando continuidade a esse trabalho nas Antilhas Francesas, MONTAGUT & MARTIN-PRÉVEL (1965) concluíram que, até 210 dias após o plantio, a bananeira cv. Nanica acumulou cerca de 40% P, 20% N, 20% K, 20% Ca e 20% Mg; até 280 dias (floração) atingiu quase 80% Mg, 70% K e 60% P; até a colheita foi consumido o restante; a absorção de N aumentou rapidamente no período de dois meses após o plantio até a indução floral, que coincide com uma maior emissão foliar; a absorção de P cresceu a partir do terceiro mês e quase cessou na emissão da inflorescência, quando houve acumulação de quase todo o P necessário à nutrição da planta; a absorção de K aumentou em torno de 20 vezes, dos quatro a cinco meses após o plantio até a floração; a absor-

ção do Ca elevou-se à medida que a bananeira envelheceu e a do Mg ocorreu em quantidades variáveis, porém proporcionais ao material vegetal produzido. Complementando os resultados do ensaio, MARTIN-PRÉVEL & MONTAGUT (1966) citam que, da fase de floração à colheita, a absorção do N e K diminuem, porém continuam ocorrendo e a do P é mínima, havendo maior redistribuição. Segundo eles, os órgãos vegetativos fornecem a maioria do K necessário à formação do cacho, que também apresenta um maior teor de N, em função do incremento da matéria seca e da redistribuição de carboidratos.

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

Também analisaram a cv. Nanica, FERNANDEZ-CALDAS et alii (1973) e BRAVO et alii (1980), nas Ilhas Canárias, nas fases de diferen-

ciação floral e floração e em ambas, junto com a fase de colheita, respectivamente. Os primeiros estudaram a variação nos teores de K, Ca e Mg entre essas fases, verificando que apenas o Mg permanece mais ou menos constante. Também observaram que existe uma grande interação entre K/Mg, independente da idade da planta, e que ela se manifesta com mais evidência do que entre K/Ca. Os segundos autores, pesquisando em locais diferentes, chegaram a conclusões idênticas quanto à interação e a variação desses nutrientes. Constataram ainda que, nas regiões com produção de cachos mais pesados, não ocorria uma redução tão acentuada do K, entre as fases de diferenciação e floração. Nesse período foram encontrados os maiores teores de K e os menores de Ca, levando-os a deduzir que as exigências dessa cultivar em K são pequenas na fase anterior à diferenciação floral e aumentam à medida que se aproxima da emissão da inflorescência, ocorrendo o inverso com o Ca. Ainda com a mesma cultivar, foram executados trabalhos na Índia (CHATTOPADHYAY & MALLIK, 1977), Venezuela (RAMIREZ *et alii*, 1978) e Cuba (GARCIA *et alii*, 1980). Na Índia, analisou-se folha, pecíolo, pseudocaule e rizoma nos estádios de 8 a 19 folhas abertas, concluindo-se que as folhas e os pecíolos absorvem maiores teores de N do que o pseudocaule e rizoma; o K é o nutriente absorvido em maior quantidade nos dois estádios, seguido do N, Ca e P. Na Venezuela, a planta matriz foi amostrada seis meses após o plantio e na floração, e o primeiro filhote, aos cinco meses após a colheita, na diferenciação floral e floração, concluindo-se que, na planta matriz, o N tendeu a se reduzir com a idade, o K aumentou e o P permaneceu estável, sendo que o K foi novamente o elemento absorvido em maior quantidade e que, no primeiro filhote, houve uma redução na absorção dos nutrientes na fase de diferenciação, em relação às outras duas. Finalmente, em Cuba, estudou-se os estádios de diferenciação floral, floração e

trinta dias após a floração, sendo possível concluir que, à medida que as bananeiras foram se desenvolvendo, houve redução no conteúdo de N e K, aumento no Ca e o P e Mg permaneceram quase constante e que ocorreu uma progressiva substituição do K pelo Ca.

JOSEPH (1971), na Malásia, SHAWKI et alii (1974), no Egito e JAUHARI et alii (1974), na Índia, estudaram a absorção de macronutrientes pela cv. 'Basrai'. O primeiro analisou partes da bananeira no estágio de colheita, concluindo que as folhas e casca dos frutos absorvem mais N; o pseudocaule é o órgão com maior teor de K, Ca e Mg; os nutrientes consumidos pela cultivar, nessa fase, são $K > Mg > N > Ca > P$. Os segundos autores pesquisaram os estádios de 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após o plantio e constataram que na folha e pecíolo a absorção de N e P aumentam até 90 dias e se reduzem posteriormente; a de K cresce até 150 dias e depois se estabiliza; o K é o nutriente mais absorvido nos seis estádios de desenvolvimento. Os últimos trabalharam com folhas, pseudocaule e rizoma nos estádios de 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio, encontrando que as folhas absorveram mais N, Ca e Mg, em todos os estádios e o pseudocaule mais K e P; a sequência de absorção foi $K > Ca > N > Mg > P$; a absorção total de K aumenta a partir dos 90 dias e a do N, Ca e Mg desde os 30 dias, enquanto que a do P diminui após 60 dias.

Com a cv. Williams foram realizados trabalhos em Israel (LAHAV, 1972 e LAHAV & TURNER, 1983) e na Austrália (TURNER & BARKUS, 1973, 1982, 1983). Em 1972, nas fases de floração e colheita, constatou-se que o teor de K no rizoma, engajo, botão floral e cacho é muito elevado e é função da sua redistribuição a partir das folhas e pseudocaule, principalmente; a concentração do K, Ca e Mg é mais elevada no pecíolo do que nas folhas, quando a taxa de absorção é intensa, porque

elas são órgãos de transporte, juntamente com o pseudocaule. Já em 1983 verificou-se que absorção de Ca é influenciada pelo seu índice de disponibilidade no solo e considerou-se 0,7 mg como um valor próximo do ótimo; o P e K são mais exportados pelas colheitas do que restituídos ao solo pelos restos da cultura. TURNER & BARKUS (1973) observaram que o pseudocaule da planta matriz é capaz de fornecer 66% do K, 46% N e 41% P necessários à nutrição do primeiro filhote, em um período de 100 dias após o plantio, fato que não ocorre com o Mg. Já em 1982, analisando os cachos da bananeira matriz, do primeiro e segundo filhotes, na fase de colheita, concluíram que o teor de macronutrientes é bastante influenciado pela matéria seca, ou seja, à medida que ela aumenta ou diminui, o mesmo pode ocorrer com os nutrientes, especialmente K e P; o cacho do segundo filhote consome mais nutrientes do que os demais, exceto Mg; o K é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo cacho, nos três casos; um menor teor de K disponível favorece um aumento na concentração de N, P, Ca e Mg no cacho. Posteriormente, os mesmos autores (TURNER & BARKUS, 1983) estabeleceram a proporção 1,0 N: 0,2 P: 3,3 K: 0,83 Ca: 0,23 Mg e a seqüência de absorção $K > N > Ca > Mg > P$, para esta cultivar. Verificaram, ainda, que os nutrientes com consumo de luxo são armazenados nas folhas e redistribuídos ao cacho; a distribuição do K dentro da bananeira não foi tão afetada pelo seu suprimento; os maiores teores de N e Ca são encontrados nas folhas, de P e Mg, no pseudocaule, e do K, no cacho.

MESSING (1974, 1978) publicou resultados alcançados com a cv. Nanica, após cinco anos de análises das folhas e pecíolos, no estágio de floração, em quatro tipos de solos, nas Antilhas Inglesas. Foi possível concluir que existe um mecanismo de manutenção do balanceamento de K, Ca, Mg na planta, sendo que o excesso de um induz a deficiência de outro; o conteúdo de Ca nas folhas apresentou maiores flutuações do que

os de K e Mg; o teor de Mg nas folhas tem estreita relação com o mesmo no solo. O autor notou, ainda, que essa cultivar é muito exigente em K e que os níveis desse elemento, nas folhas e pecíolos, foram muito variáveis, talvez porque representem um estado transitório, que é bastante afetado pelas condições que facilitam sua absorção e redistribuição. Outros trabalhos foram realizados com a cv. Nanicao, na Holanda, Equador e Costa Rica por VORM & DIEST (1982), INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (1982b) e HERNANDEZ et alii (1985), respectivamente. Os primeiros trabalharam em casa de vegetação e coletaram amostras de folhas, pecíolos e rizoma, doze meses após o plantio, constatando que N, P e K foram fortemente redistribuídos para os outros órgãos, a partir das folhas mais velhas, sendo que Mg o foi moderadamente; não houve redistribuição do Ca. Por outro lado, em onze diferentes locais do Equador, verificou-se que as folhas apresentam baixos níveis de Ca, em relação ao esperado, e que a sequência de absorção é $K > N > Ca > Mg > P$. Finalmente, os últimos autores analisaram folhas, mensalmente, durante treze meses, concluindo que os teores de N variaram de 2,13 a 3,35% e foram maiores nos meses de maior temperatura e precipitação; os de P oscilaram entre 0,09 e 0,32%, destacando-se nos meses de maior temperatura e menor precipitação; os de K estiveram entre 3,0% a 4,4%, com maiores valores nos meses de menor precipitação e maior temperatura; os de Ca variaram de 1,24 a 1,84% e foram mais elevados nos meses de maior precipitação; os teores de Mg estiveram entre 0,19 e 1,08%, não foram afetados pelo clima e apresentaram uma sensível redução, a nível foliar, com o aumento da idade das bananeiras.

WALMSLEY & TWYFORD (1968) observaram que a cv. Robusta, nas Antilhas Inglesas, apresentou uma maior absorção de P na fase vegetativa, quando estava se desenvolvendo vigorosamente, e concluíram que o

nutriente deve ser utilizado, com mais eficiência, no período de noventa dias, após o plantio até o florescimento. Segundo Machado, citado por MIRANDA *et alii* (1974), as bananeiras dessa cultivar absorvem apenas 20% de suas necessidades em macronutrientes, na fase vegetativa, e que a extração de K, Ca e Mg foi de 80 a 90% do total, entre os estádios de floração e colheita. Com a mesma cultivar, foi realizado outro trabalho em seis diferentes locais do Caribe Oeste, cujos resultados foram publicados por TWYFORD & WALMSLEY (1974a; 1974b). Foram analisados vários órgãos para verificar o comportamento de macronutrientes, em cinco diferentes estádios de desenvolvimento (muda; 2,5 e 5 meses após o plantio; floração; colheita.), chegando-se às seguintes conclusões: no primeiro estágio o rizoma foi muito mais rico em N e pouco mais em K e Mg, o pseudocaule foi mais rico em Ca e não houve diferença entre ambos quanto ao P; no segundo, houve altas concentrações de Ca no pseudocaule e de N, P, K e Mg nas folhas e rizoma; no terceiro, houve apenas uma menor assimilação de Mg pelo rizoma; na floração, o pseudocaule aumentou sua absorção em Mg e K; na colheita, apenas o cacho aumentou sua absorção de N, P e K; do primeiro até o terceiro estágio ocorreu um grande incremento na taxa de absorção líquida de nutrientes, em todos os órgãos amostrados; do terceiro à floração apenas o P e K no pecíolo e Mg no rizoma, tiveram sua taxa reduzida; da floração à colheita, a taxa de absorção líquida dos órgãos vegetativos foi sempre menor do que os produtivos, sendo que a do Ca foi relativamente baixa em todos os órgãos. Constataram, ainda, que na fase vegetativa (da muda à floração), os órgãos com desenvolvimento mais rápido são ricos em N, P, K; a concentração de Ca

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

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

No subgrupo Plantain (grupo AAB), cujas cultivares produzem frutos poucos apropriados para consumo ao natural, também foram realizadas pesquisas sobre o assunto. VEERANNAH et alii (1976), trabalharam na Índia com a cv. 'Poovan', em seis estádios de desenvolvimento (muda; 5,8 e 15 folhas abertas; floração e colheita), constatando que as mudas apresentaram uma quantidade de nutrientes suficiente para alimentar a bananeira no estágio inicial de desenvolvimento, sem necessidade de adubação; o K foi o nutriente absorvido em maior quantidade, com des-

taque para o pseudocaule e pecíolo; houve maior absorção total de N, P, K, na fase produtiva, e de Ca, Mg, na vegetativa; a taxa líquida de absorção de nutrientes é maior entre os estádios de plantio e floração, sendo que a de N, P, K é mais intensa entre o 2º e 4º estágio, e a de Ca, Mg entre 2º e 3º; a absorção de N e K continuou elevada até a colheita; o N e P foram mais absorvidos pelas folhas e pseudocaule, o K pelo pseudocaule e cacho, o Ca pelo pecíolo e folhas e o Mg foi absorvido quase uniformemente por todos os órgãos analisados. Na África, trabalhou-se com as cultivares 'Popoulou', 'French-Sombre', 'Njock Korn' e 'Amou', no estágio de colheita da planta matriz e do primeiro filhote (MARCHAL & MALLESSARD, 1979). Foram analisados vários órgãos e constatou-se que houve variação nos teores de nutrientes absorvidos pelas cultivares, para rendimento iguais, fato que consideraram como características inerentes às próprias cultivares; a cv. 'Popoulou' imobiliza grandes quantidades de N e K para pequenas produções; a cv. 'French-Sombre' é um pouco mais eficiente, apesar de menos produtiva e as cvs. 'Njock Korn' e 'Amou' aproveitam os nutrientes com maior eficiência, exceto o K; as cultivares estudadas apresentam um baixo potencial de produção e exportam menos nutriente com as colheitas, quando comparadas com aquelas do subgrupo Cavendish; na planta matriz das cultivares, o engão foi o órgão mais rico em K, a folha em N e P, o pecíolo em Ca e o rizoma em Mg; no primeiro filho, o Ca e Mg foram mais absorvidos pelas folhas e os demais nutrientes, conforme ocorreu na planta matriz. Já em Porto Rico, realizou-se dois ensaios onde alguns órgãos da planta matriz, da cv. 'Maricongo', foram analisados mensalmente. SAMUELS *et alii* (1978) coletaram amostras de folhas, pseudocaule e frutos, em treze estádios de desenvolvimento, concluindo que os teores de N, P, K tenderam a se reduzir, do plantio à colheita, nas folhas e no pseudocaule, possivelmente devido à

sua redistribuição para os frutos, enquanto que o de Ca permaneceu estável e o de Mg diminuiu, especialmente na colheita; os teores de N e P foram maiores nas folhas do que no pseudocaule, em todos os estádios, sendo que ocorreu o inverso com o K; as folhas absorveram N e P a um ritmo mais intenso do que o pseudocaule, nos estádios iniciais; as folhas e o pseudocaule apresentaram níveis semelhantes de Ca, Mg, que se reduziram bastante a partir da frutificação; essa cultivar apresenta uma razão de absorção na colheita, em relação à folha e ao pseudocaule, de: N = 1 : 1, P = 1 : 1, K = 1 : 4, Ca = 1 : 2, Mg = 1 : 2. Por sua vez, IRIZARRY et alii (1981) amostraram rizoma, pseudocaule, folhas, pecíolo e frutos, em doze estádios de desenvolvimento e em dois locais, constatando que houve efeito do local no comportamento das bananeiras dessa cultivar; em um dos locais, o teor total de N, K, Ca aumentou do plantio à colheita, o de Mg cresceu rapidamente até 8 meses e se estabilizou, o de P elevou-se lentamente durante o ciclo; no outro local, o teor de N, K, Ca aumentou rapidamente até três meses antes da colheita e, depois, mais devagar, e os teores de Mg e P subiram lentamente, no decorrer do período; a absorção total de nutrientes no estádio de colheita foi similar nos dois locais, exceto para o Mg que apresentou uma absorção três vezes maior no primeiro local; nos dois locais, a média de absorção de nutrientes aos 2, 5, 8 e 11 meses após o plantio foi de, aproximadamente, 15, 25, 35 e 25% do total absorvido, respectivamente; em todos os órgãos o teor de P foi baixo e o de K muito alto, especialmente nos estádios iniciais; o teor de Ca permaneceu quase constante no pseudocaule e tendeu a decrescer nos demais; o comportamento do Mg foi muito variável, porém, diminuiu no pseudocaule, com a idade; com a colheita, são exportados cerca de 35% N, 48% K, 27% Mg e 10% Ca.

Na África, VALSAMMA & ARAVINDAKSHAN (1981) estudaram o

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

Dentro do subgrupo Prata (grupo AAB), encontram-se três referências sobre a absorção de nutrientes pela cv. Prata. GENU (1976) coletou amostras de folhas, em três locais de Minas Gerais, aos 6, 8, 10, 12, 14 e 16 meses após o plantio, verificando que a absorção de K aumenta do 6º ao 14º mês e reduz até o 16º, com teores variando de 2,4 a 3,1%; a de Ca cresceu do 6º ao 8º meses e decresceu até o final, com teores variando de 0,31 a 0,51%; a de Mg elevou do 6º ao 10º mês e diminuiu até 16º. Trabalhando no mesmo Estado, NÓBREGA (1983a) observou que essa cultivar tende a reduzir sua absorção de K, em um estágio anterior à indução floral, e considerou que, nesse período, todo o K que a bananeira necessita é acumulado nos órgãos vegetativos, de onde é redistribuído para o cacho. Em uma palestra sobre o assunto, NÓBREGA (1983b) afirma que, à medida que as bananeiras se desenvolvem, decrescem os teores de N, P, K absorvidos, os de Ca aumentam e os de Mg quase não se al-

teram; os teores de N, P são maiores na folha do que no pecíolo, o qual, por sua vez, apresenta teores mais elevados de K; o pecíolo e as folhas absorvem quantidades idênticas de Ca e Mg; no estágio de colheita, encontrou uma proporção de 15 N : 1 P : 27 K : 8 Ca : 2 Mg, absorvidos pela planta inteira.

TURNER & BARKUS (1981), na Austrália, efetuaram estudos para comparar cultivares com grupos de genômios diferentes, em relação à absorção de nutrientes. Analisaram folhas da planta matriz e do primeiro filhote, no estágio de colheita, constatando que cultivares originadas de Musa balbisiana, (com um ou mais genômios B), apresentaram menor teor de N, P, K do que as de Musa acuminata, (com um ou mais genômios A); dentro do mesmo grupo de genômios, as cultivares de menor porte absorveram menos N, P, K, Ca, Mg. ALVES (1984) confirma a primeira constatação, ao relatar que a absorção total de macronutrientes da cv. Robusta (grupo AAA) é superior à da cv. 'Poovan' (grupo AAB), apesar daquela apresentar menor produção de matéria seca por hectare e de ambas possuírem idêntico índice de área foliar. Concluiu que a cv. Robusta é mais eficiente no aproveitamento dos macronutrientes, pois apresenta maior produtividade, e que tal comportamento da 'Poovan', provavelmente, se deve à presença do genoma B. O autor cita, ainda, como outras diferenças observadas entre as cultivares, o fato da 'Robusta' apresentar alta absorção de N e K até a floração, com maiores taxas nos estádios iniciais, enquanto que, na 'Poovan', tal fato ocorre até a colheita, com distribuição mais contínua por todos os estádios de desenvolvimento.

2.3. Absorção, concentração, exportação e redistribuição de micronutrientes

WALMSLEY & TWYFORD (1976), nas Antilhas Inglesas, analisa-

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

Alguns trabalhos foram efetuados com a cv. Williams. Em Israel, constatou-se que, no estágio de floração e colheita, a concentração de micronutrientes é mais elevada no pecíolo do que nas folhas (LAHAV, 1972), e que, para numa população de 2.000 bananeiras, produzindo 50t de frutos por hectare, são exportados em torno de 700g B, 500g Zn, 200g Cu e são repostas ao solo 4.200g Zn, 570g B e 170g Cu, aproxi-

madamente (LAHAV & TURNER, 1983). Já na Austrália, TURNER & BARKUS (1973) observaram que, até 100 dias após o plantio, a planta matriz pode fornecer até 73% do Cu necessário à nutrição do filhote e quase nenhum Zn. Nesse mesmo país, TURNER & BARKUS (1982) e TURNER & BARKUS (1983) realizaram dois ensaios, onde coletaram amostras de órgãos no estágio de colheita. No primeiro, constataram que a planta matriz, o primeiro e o segundo filhote absorvem até sete vezes mais Zn do que Cu; o segundo filhote absorve mais Zn e Cu que o primeiro e a planta matriz; menores teores de K no solo favoreceram a concentração de Cu e Zn no cacho, mais do que alguns outros fatores. No segundo ensaio, verificaram que são exportados cerca de 37% Zn e 35% Cu; a razão de absorção é 1 Zn : 0,12 Cu; os órgãos que mais absorvem Zn e Cu são o pseudocaule e o pecíolo, respectivamente.

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

Em análise efetuada no rizoma, pecíolo e folhas da cv. Nanica, doze meses após o plantio, na Holanda, foi constatado que o Cu é fortemente distribuído dentro da bananeira a partir das folhas mais velhas, enquanto que o Zn é moderadamente (VORM & DIEST, 1982). Por outro lado, no Equador, essa cultivar apresentou maior teor de Zn do que de Cu nas folhas, no estágio de colheita (INIAP, 1982a), confirmando-se resultados obtidos com outras cultivares do grupo AAA, em outros locais. Essa maior absorção de Zn de que Cu também foi verificada em cultivares do grupo AAB, se bem que não muito marcante, por TURNER & BARKUS (1981), na Austrália. Analisaram folhas da planta matriz e do primeiro seguidor, das cultivares Prata e 'Plantain', no estágio de colheita, obtendo os seguintes resultados: cv. Prata, planta matriz (ppm), 14 B, 21 Zn, 19 Cu e primeiro filhote (ppm), 20 B, 15 Zn, 10 Cu; cv. 'Plantain', planta matriz (ppm), 28 B, 27 Zn, 22 Cu e primeiro filhote (ppm), 26 B, 28 Zn, 24 Cu. Observaram, também, um comportamento variável para o B.

2.4. Crescimento - Matéria seca

MARTIN-PRÉVEL (1962) na África, trabalhando com a cv. Nanica em cinco estádios de desenvolvimento (5, 8 e 15 folhas, floração e colheita), encontrou maiores percentagens de matéria seca no rizoma, dentro do primeiro estágio, nas folhas, no segundo, terceiro e na floração e no cacho, na colheita; menor taxa de produção no rizoma, pecíolo, folhas, engão e maior no cacho, do estágio de floração à colheita; maior incremento nas folhas, seguido do pecíolo e rizoma, dentro da fase vegetativa; no cacho, folhas, rizoma, pecíolo e engão estão contidos, respectivamente, cerca de 38%, 13%, 7%, 5% e 4% da matéria seca acumulada pela bananeira, do plantio à colheita, em média. Posteriormente, MARTIN-PRÉVEL & MONTAGUT (1966) voltaram a estudar o comportamento dessa

cultivar, nas Antilhas Francesas, e em outros estádios de desenvolvimento (plantio, 210 dias após, floração e colheita). Concluíram que até 210 dias após o plantio, floração e colheita, a bananeira acumula cerca de 15%, 25% e 60% de matéria seca, respectivamente; no estágio de colheita, o cacho apresenta quase 50% da matéria seca contida na planta inteira. Por sua vez, GALLO et alii (1972), no Estado de São Paulo, confirmam resultados anteriores, ao amostrar que o cacho é o órgão que mais acumula matéria seca, no estágio de colheita. Constataram ainda que, nesse estágio, bananeiras da cv. Nanica apresentam uma redução no teor de matéria seca nos órgãos vegetativos em relação ao de floração e que a sequência de acumulação foi de cacho > pseudocaule > folhas > engaço > botão floral. Na Índia, CHATTOPADHYAY & MALLIK (1977) analisando bananeiras da mesma cultivar, observaram que, no estágio de 8 folhas, o pseudocaule, o pecíolo, o rizoma e as folhas possuíam em torno de 6,4%, 7,6%, 11,2% e 26,7% de matéria seca; e no de 19 folhas, os mesmos órgãos acumularam 7,7%, 9,6%, 13,5% e 30,4%, ambos respectivamente.

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

Em trabalho realizado no Caribe, TWYFORD & WALMSLEY (1973) analisaram diversos órgãos de cv. Robusta em seis diferentes locais e es-

tádios de desenvolvimento. Concluíram que existe um efeito marcante do local de cultivo na quantidade de matéria seca acumulada pela bananeira; a partir do estágio de floração, em apenas um local houve ganho de matéria seca total, em dois, manteve-se estável e, em três, decresceu; do total acumulado pela bananeira, o rizoma, o pseudocaule, as folhas, o cacho e o pecíolo foram responsáveis por quase 39%, 24%, 23%, 11% e 3%, respectivamente; a maior taxa de acumulação de matéria seca ocorreu na fase vegetativa, especialmente entre o plantio e 150 dias após; de um modo geral, os órgãos que mais acumularam matéria seca, entre o plantio e 75 dias após, foram as folhas; entre 75 dias e floração, foi o pseudocaule; e entre floração e colheita, foi o cacho, que inclusive apresentou a maior taxa entre todos os órgãos; na fase de colheita, a ordem de acumulação de matéria seca foi cacho > pseudocaule > folhas > rizoma > pecíolo > botão floral, à exceção de um local, onde o pseudocaule superou o cacho.

Com a cv. Williams, do mesmo grupo das citadas anteriormente (AAA), executaram-se dois ensaios na Austrália, no estágio de colheita. TURNER & BARKUS (1983) verificaram que os cachos da planta matriz, primeiro e segundo filhotes acumularam diferentes quantidades de matéria seca, em função da época de colheita. Já TURNER & BARKUS (1983) detectaram que baixos teores de K provocam redução da matéria seca total da bananeira, principalmente do cacho; porém, o efeito de baixos teores de Mg é mais pronunciado para a bananeira; a folha apresentou mais matéria seca do que os demais órgãos, seguida de perto pelo cacho. Por sua vez, a cv. Poyo foi plantada em solos orgânicos da Costa do Marfim e analisada por LASSOU DIÈRE (1980), em quinze estádios de desenvolvimento, sendo seis após a floração, do plantio à colheita do segundo ciclo produtivo. Constatou que o primeiro ciclo produtivo apresenta um com-

portamento diferente do segundo, em relação ao acúmulo de matéria seca pela bananeira, sobretudo na fase vegetativa (do plantio à floração); o aumento da matéria seca total é, no mínimo, 20 a 30 dias após a floração, elevando-se consideravelmente cerca de dois meses antes da colheita, principalmente devido ao ganho de matéria seca do cacho; o peso da matéria seca das folhas se reduz ligeiramente do estágio de floração até ao de colheita; existe uma correlação entre o número de frutos do cacho e o peso de certos órgãos vegetativos das bananeiras dessa cultivar.

Na África, VALSAMMA & ARAVINDAKSHAN (1981) verificaram que a cv. 'Palaynkodan' apresenta maior acumulação de matéria seca no período entre três meses após o plantio e a floração, e que, até a colheita, foi acumulada de 4,59 a 5,88 kg/bananeira.

Em Porto Rico e na África foram efetuadas pesquisas com grupo AAB, subgrupo Plantain. No primeiro país, com a cv. 'Maricongo', foi constatado por SAMUELS et alii (1978) que, até cinco meses após o plantio, houve uma pequena produção de matéria seca, intensificando-se a partir desse estágio, alcançando 5 a 6% até dez meses e 9 a 10% na colheita; até seis meses, as folhas apresentaram um maior teor de matéria seca do que o pseudocaule; e, também, por IRRIZARRI et alii (1981), que a quantidade total de matéria seca aumentou até a colheita, porém, o crescimento das folhas, pseudocaule e rizoma, praticamente, paralisou-se na floração; na colheita são exportados, aproximadamente, 44% de matéria seca e o restante é repostado ao solo, sendo que o cacho apresenta um teor maior do que o pseudocaule e o rizoma; a percentagem de matéria seca do rizoma permaneceu quase constante, a do pseudocaule aumentou levemente e a do pecíolo, folhas e cacho elevaram-se, sensivelmente, do plantio à colheita. Na África, MARCHAL & MALLESSARD (1979) analisaram a planta matriz e o primeiro filhote, no estágio de colheita das cultivares

'Amou', 'French-Sombre', 'Njock-Korn' e 'Popoulou', cujos resultados são mostrados nas Tabelas 2 e 3.

Trabalhando com a cv. 'Vayal Vazhai', do grupo ABB, na Índia, BURAGOMAIN & SHANMUGAVELU (1986), coletaram amostras nos estádios de muda; 2,5 e 5 meses após o plantio; indução floral; floração e colheita. Verificaram que a produção de matéria seca total elevou-se, juntamente com o desenvolvimento progressivo da bananeira, de 0,323 kg, na muda, para 10,641 kg/planta, na colheita, e que o aumento no conteúdo da matéria seca foi altamente significativo ao longo dos estádios, principalmente da muda até cinco meses, após o plantio, com ligeira estabilização, a partir da floração.

TABELA 2 - Teor de matéria seca, em órgãos da planta matriz de cultivares de bananeiras, grupo AAB, subgrupo Plantain, na África.

Folha	Pecíolo	Pseudocaule	Rizoma	Engaço	Fruto	Total
Cultivar 'Amou'						
829g	483g	4.771g	879g	253g	9.236g	16.451g
27,4%	10,8%	5,1%	6,3%	3,8%	27,5%	-
Cultivar 'French-Sombre'						
447g	345g	3.277g	947g	810g	6.110g	11.936g
31,0%	10,0%	5,1%	6,1%	4,4%	27,6%	-
Cultivar 'Njock-Korn'						
728g	358g	2.848g	623g	991g	7.725g	13.273g
26,7%	9,0%	4,7%	4,8%	5,0%	23,8%	-
Cultivar 'Popoulou'						
1.377g	804g	6.374g	1.181g	1.426g	6.949g	18.111g
27,9%	10,2%	9,7%	8,8%	8,8%	32,1%	-

TABELA 3 - Teor de matéria seca, em órgãos do primeiro rebento de cultivares de bananeiras, grupo AAB, subgrupo Plantain, na África.

Folha	Pecíolo	Pseudocaule	Rizoma	Total
Cultivar 'Amou'				
665g	425g	2.110g	1.118g	4.318g
18,0%	8,1%	3,8%	10,6%	-
Cultivar 'French-Sombre'				
693g	435g	1.542g	919g	3.589g
20,0%	9,5%	4,7%	9,8%	-
Cultivar 'Njock-Korn'				
122g	68g	240g	154g	584g
12,2%	5,8%	3,6%	8,0%	-
Cultivar 'Popoulou'				
763g	483g	1.761g	654g	3.661g
24,0%	10,0%	5,4%	11,0%	-

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no município de Cariacica, considerado o quinto produtor de banana 'Prata' do Estado do Espírito Santo (EMATER-ES & EMCAPA, 1986) e que está situado na região litorânea, a uma altitude próxima a 200m, à 20°16' de latitude sul e 40°28' de longitude oeste. Essa região apresenta um clima considerado propício ao desenvolvimento e produção da bananeira, com média anual de temperatura, umidade relativa e precipitação em torno de 23°C, 79% e 1.500mm, respectivamente, com déficits hídricos ocorrendo apenas nos meses de junho e agosto, em 21 anos de observações (CASTRO & SCARDUA, 1985).

O terreno selecionado era utilizado para pastagem, apresentava face voltada para leste, declividade média de 40% e solo classificado como Cambissólico distrófico A moderado textura argilosa (NÓBREGA, 1983b), cuja análise química consta da Tabela 4.

A área experimental foi preparada em dezembro de 1979, quando aplicou-se calcário dolomítico em cobertura, à razão de 1 tonelada por hectare, incorporado com enxada, durante a capina. Após essas operações, foram demarcadas as curvas de nível e as covas, no espaçamento de 3m X 3m, perfazendo um total de 650 covas, preparadas com dimensões de 30 X 30 X 30cm, aproximadamente (GOMES, 1983).

O plantio foi efetuado no dia dezoito de janeiro de 1980 e cada cova recebeu uma muda do tipo filhote, com peso variando de 1,0 a 1,5 quilogramas e sem problemas fitossanitários. As mudas foram retira-

das de um único bananal, formado por plantas vigorosas, e submetidas a uma completa limpeza dos restos de raízes, gemas, solos e tecido cortical seco, antes do plantio. Em março, foram replantadas nove mudas para substituir aquelas que não se desenvolveram como as demais, sendo utilizadas mudas do mesmo porte das que estavam normais.

TABELA 4 - Resultado das análises químicas das amostras de solo do ensaio, na profundidade de 30cm, em Cariacica, ES.

Propriedades químicas	Resultados ⁽¹⁾	Interpretação ⁽²⁾
Fósforo disponível (ppm)	6	nível médio
Potássio disponível (ppm)	141	nível alto
Cálcio trocável (emg/100cc)	4,2	nível alto
Magnésio trocável (emg/100cc)	1,3	nível alto
Alumínio trocável (emg/100cc)	0,3	nível baixo
pH em H ₂ O - 1:2,5	5,5	acidez média
Matéria orgânica (%)	2,0	nível médio

(1) Análise efetuada pelo Laboratório de solos da EMCAPA, segundo recomendação da UFV/Minas Gerais.

(2) De acordo com EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS - EPAMIG (1978).

O bananal foi conduzido com uma planta matriz e dois rebentos mais vigorosos, por cova, emitidos no quinto e décimo primeiro mês após o plantio, quando, então, todos os demais passaram a ser eliminados. Não foram efetuadas desfolhas, o controle da broca-da-bananeira ocorreu através de aplicação semestral de iscas atrativas tratadas, e as roçadas foram realizadas sempre que necessárias.

Foram efetuadas adubações, nas dosagens e períodos indicados na Tabela 5, sendo que a primeira foi na cova e as demais em cober-

tura, incorporadas com enxada. As doses e parcelamento basearam-se na análise química do solo e nas recomendações de MIRANDA *et alii* (1974), que alcançaram resultados satisfatórios, em condições edafoclimáticas semelhantes e com a mesma cultivar.

TABELA 5 - Esquema de adubação utilizado na área experimental, em banana Prata/Cariacica, ES.

Períodos	Fertilizantes	Dosagens (g/cova)
22/02/80	Sulfato de amônia	100
	Superfosfato simples	250
29/05/80	Sulfato de amônia	100
	Cloreto de potássio	100
07/10/80	Sulfato de amônia	100
	Cloreto de potássio	150
06/01/81	Sulfato de amônia	70
	Superfosfato simples	100
	Cloreto de potássio	50
26/04/81	Sulfato de amônia	70
	Superfosfato simples	50
	Cloreto de potássio	50
29/07/81	Sulfato de amônia	70
	Cloreto de potássio	50

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições.

Antes do plantio foram selecionadas três mudas representativas e, a partir do mesmo, até a floração, foram sorteadas três bananeiras a cada dois meses, para se coletar amostras da população. Essas

eram, então, separadas nos seus órgãos componentes, que eram pesados individualmente, em balança com capacidade de 50 quilogramas e precisão de 50 gramas. Desse modo, foram anotados, no campo e logo após o corte, o peso da matéria fresca do rizoma, pseudocaule, pecíolo, folha, engaço, botão floral e fruto. Até a segunda amostragem, foi utilizada uma balança com capacidade para 5 quilogramas e precisão de 5 gramas, devido ao menor porte de bananeiras.

Após a diferenciação floral, que se verificou no oitavo mês após o plantio, o ensaio foi acompanhado semanalmente, para anotação das emissões de inflorescências. A partir desse estágio até a colheita, foram efetuados sorteios mensais, dos quais somente participavam as bananeiras cujas emissões de inflorescência tinham se verificado na mesma semana.

Em todas as covas onde ocorreram eliminações de plantas, procurou-se replantar mudas de porte idêntico às demais já existentes. Quando qualquer bananeira sorteada era proveniente de algum replantio ou das bordaduras, procedia-se novo sorteio para substituí-la.

A partir da terceira amostragem, devido ao estágio de desenvolvimento alcançado pelas bananeiras, passaram a ser retiradas amostras representativas dos diversos órgãos componentes das mesmas, segundo metodologia proposta por MARTIN-PRÉVEL (1962) e TWYFORD & WALMSLEY (1968, 1973), cujos detalhes constam das Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Nos cachos, foram colhidos um fruto da parte central de cada penca, de acordo com GALLO et alii (1972), perfazendo um total de sete a oito bananas por amostra.

Foi considerado que as bananeiras estavam no estágio de colheita, quando seus cachos se apresentavam completamente desenvolvidos, ou seja, quando pelo menos quatro frutos da primeira fila da segun-

FIGURA 1 — Amostra coletada na folha da bananeira cv. Prata, em centímetros.

FIGURA 2 — Amostra coletada no pecíolo da bananeira cv. Prata, em centímetros.

FIGURA 3 — Amostra coletada no rizoma da bananeira cv. Prata, em centímetros.

FIGURA 4 — Amostra coletadas no pseudocaule da bananeira cv. Prata, em centímetros.

FIGURA 5 — Amostra coletada no engaço da bananeira cv. Prata, em centímetros.

FIGURA 6 — Amostra coletada no botão floral da bananeira cv. Prata.

da penca estavam no estágio conhecido como 3/4 natural. Nesse caso, participaram do sorteio apenas as bananeiras que se apresentavam em condições ideais de serem colhidas.

Todas as amostras coletadas eram imediatamente colocadas em sacolas plásticas, devidamente etiquetadas e lacradas, para serem levadas ao laboratório, onde eram pesadas em balança com capacidade para dois quilogramas e precisão de duas gramas. Dessa forma, foram obtidos os pesos frescos das amostras, antes de sua lavagem e secagem na estufa, conforme recomendações de SARRUGE & HAAG (1974), para obtenção de peso da matéria seca e percentagem de água.

As amostras foram submetidas à análise de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, cobre e zinco, porque os maiores problemas com a nutrição da bananeira Prata, no Estado do Espírito Santo, têm sido verificados com estes nutrientes.

As análises químicas foram realizadas de acordo com metodologia descrita por SARRUGE & HAAG (1974). As leituras de cálcio, magnésio, cobre e zinco foram efetuadas em espectrofotômetro de absorção atômica, as de potássio no colorímetro de chama, as de fósforo e boro, por fotolorimetria, e a de nitrogênio foi obtido pelo processo do micro-semidestilador Kjeldahl.

As curvas representativas da produção de matérias seca, concentração e absorção de nutrientes foram obtidas a partir de dados ajustados por programas de regressão múltipla.

No presente trabalho, os termos absorção e concentração foram considerados sinônimos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Matéria seca

Os resultados da análise de regressão dos dados coletados nos diferentes órgãos das plantas matriz e rebentos são mostrados nas Tabelas 6 e 7 e as curvas de produção de matéria seca nos diversos estádios de desenvolvimento, dos mesmos, estão nas Figuras 7 e 8.

4.1.1. Planta matriz

A produção de matéria seca pela folha (Figura 7A), pecíolo (Figura 7B), pseudocaule (Figura 7C), rizoma (Figura 7D) e fruto (Figura 7G) foi aumentando do plantio à colheita. Esse comportamento confirma a observação de diversos autores, sobre a elevada capacidade de desenvolvimento da bananeira, que para tal, necessita de grande atividade fotossintética, consumo de energia, água e nutrientes.

A sequência de matéria seca total produzida pelos órgãos foi pseudocaule > folha > fruto > rizoma > pecíolo > engaço > botão floral, tornando-se mais intensa a partir de 240 dias após o plantio, quando a planta matriz da bananeira cv. Prata produziu cerca de 80% da matéria seca do ciclo completo. Comportamentos diferentes foram descritos por SAMUELS *et alii* (1978) e IRIZARRI *et alii* (1981), com cultivares desse mesmo grupo, em outros locais e condições de cultivo diferentes, o que confirma a importância do ecossistema, da própria cultivar e do manejo da cultura, dentro do sistema de produção da bananeira.

Observa-se que dentro de um menor período, o fruto foi o órgão que apresentou maior taxa de produção de matéria seca, enquanto que, o pseudocaule alcançou grande produção no ciclo completo quando, junto com a folha, chegou a acumular em torno de 62% do total dos órgãos

TABELA 6 - Resultados da análise de regressão da matéria seca, nos diferentes órgãos da planta matriz da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y}=65,551(1,009)^x$	0,0362	87,9	65,4 ^{**}
Pecíolo	$\hat{y}=29,731(1,006)^x$	0,0136	88,9	72,2 ^{**}
Pseudocaule	$\hat{y}=43,762(1,010)^x$	0,0324	93,8	150,9 ^{**}
Rizoma	$\hat{y}=94,824(1,006)^x$	0,0416	82,3	46,4 ^{**}
Engaço	$\hat{y}=10.405,6+79,584x-0,199x^2+0,0002x^3$	1,8694	91,2	6,9 [*]
Botão floral	$\hat{y}= 1.032,238(0,992)^x$	0,0050	91,0	40,6 ^{**}
Fruto	$\hat{y}= 0,691(1,017)^x$	0,0038	97,0	128,3 ^{**}

x= período de dias após o plantio da planta matriz

$\hat{y}$ = estimativa de produção de matéria seca, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

*= significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 7 - Resultados da análise de regressão da matéria seca, nos diferentes órgãos da planta rebento da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y}= 2,059(1,025)^x$	0,1078	84,8	27,8 ^{**}
Pecíolo	$\hat{y}= 0,507(1,024)^x$	0,0720	87,9	36,4 ^{**}
Pseudocaule	$\hat{y}=19,610(1,017)^x$	0,0230	96,4	188,2 ^{**}
Rizoma	$\hat{y}=83,480(1,010)^x$	0,0172	91,8	77,7 ^{**}

x= período de dias após a emissão da planta rebento

$\hat{y}$ = estimativa de produção de matéria seca, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

FIGURA 07 — PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA MATRIZ DA BANANEIRA cv. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g/PLANTA.

FIGURA 08—PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA PELOS DIFERENTES ORGÃOS DA PLANTA REBENTO DA BANA NEIRA c.v. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO EM g/PLANTA.

analisados na bananeira cv. Prata.

O incremento na produção de matéria seca pela folha e pecíolo, deve-se, principalmente, às suas emissões periódicas pela bananeira, e no caso do pseudocaule, porque ele é formado pelas bainhas das folhas. Quanto ao rizoma, é provável que o ganho de matéria seca ocorra proporcionalmente ao desenvolvimento da parte aérea da planta, para possibilitar sua melhor sustentação física. A própria acumulação de matéria seca pelo pseudocaule também serve para evitar um tombamento excessivo das bananeiras, pela ação dos ventos ou mesmo devido ao peso do cacho.

Esta crescente e contínua produção de matéria seca pelos órgãos vegetativos é fundamental para possibilitar uma maior elaboração de assimilados essenciais ao desenvolvimento da planta, e especialmente do fruto, fato que pode ser confirmado nos expressivos ganhos de peso alcançados pelo mesmo.

Nota-se uma expressiva redução no teor de matéria seca do botão floral (Figura 7F), em função da própria formação dos frutos, queda de brácteas e dos restos florais não fecundados.

O comportamento da matéria seca produzida pelo engaço (Figura 7E), foi totalmente atípico e irregular, fato que deve ser creditado a problemas incontornáveis de amostragem. Isto porque, ocorreram variações muito pequenas no seu peso, de estágio a estágio ($\pm 15g$) e mesmo entre o primeiro e último estágio ($\pm 20g$), porém, o suficiente para possibilitar esse tipo de ajuste obtido. Justifica-se o ocorrido pelas condições de realização do ensaio, pelo sistema de amostragem adotado, pela relativamente pequena quantidade de matéria seca do engaço e até por falhas no manuseio e preparo das amostras. Todavia, é provável que

o principal motivo tenha sido o sorteio e a amostragem mensal de grupos diferentes de bananeiras, que receberam influências distintas das condições edafoclimáticas e da adubação do ensaio.

4.1.2. Planta rebento

A produção de matéria seca pela folha (Figura 8A), pecíolo (Figura 8B), pseudocaule (Figura 8C) e rizoma (Figura 8D), aumentou gradativamente da emissão do rebento ao estágio de 300 dias após a mesma, confirmando os resultados obtidos com a planta matriz e também a observação de vários autores, com cultivares distintas.

A quantidade de matéria seca total produzida por estes órgãos, obedeceu a seguinte sequência, pseudocaule > folha > rizoma > pecíolo e intensificou-se a partir dos 210 dias após o plantio, portanto 30 dias mais cedo que a planta matriz. Desse estágio até o final do período estudado, ou seja, em 90 dias, a planta rebento da bananeira cv. Prata produziu cerca de 70% da matéria seca total de todo o ciclo de 300 dias, sendo que, durante este período o pseudocaule mais folha acumularam por volta de 68% do total.

Comparando-se o somatório da matéria seca produzida pela folha, pecíolo, pseudocaule e rizoma das plantas matriz e rebento, no mesmo período de 300 dias, constata-se que a segunda planta acumulou cerca de duas vezes mais matéria seca do que a primeira, com maior destaque individual para o pseudocaule.

Tal comportamento da planta rebento, provavelmente está relacionado com a intensificação do desenvolvimento e da emissão do seu sistema radicular, bem como das suas folhas, juntamente com a translocação de assimilados a partir da planta matriz, fatos que ocorrem especialmente até o estágio de floração. Além disso, quando a planta rebento

alcança o estágio de 210 dias, o bananal já está com aproximadamente doze meses e apresenta um ecossistema mais favorável ao desenvolvimento da mesma, como também um menor sombreamento interno, que permite uma maior atividade fotossintética. É provável ainda que o estresse sofrido pelas mudas que deram origem à planta matriz e a competição pelos nutrientes e a água do solo, tenham prejudicado a performance da mesma.

Esta diferença bastante acentuada entre a produção de matéria seca das plantas matriz e rebento, deve ser levada em consideração ao se estabelecer um programa de adubação e manejo para a cultura, especialmente no que diz respeito à desbrota e desfolha do bananal.

4.2. Macronutrientes

4.2.1. Nitrogênio

Os resultados da análise de regressão dos diferentes órgãos das plantas matriz e rebento são citados nas Tabelas 8 e 9 e as curvas de absorção do nitrogênio nos diversos estádios de desenvolvimento, nas Figuras 9 e 10.

4.2.1.1. Planta matriz

A absorção de nitrogênio pelos diferentes órgãos (Figuras 9A, 9B, 9C, 9D, 9E, 9F e 9G) segue, de maneira geral, a curva de crescimento da matéria seca. No entanto, ocorreram alterações no período de início e na sequência de absorção do nitrogênio, ficando folha > pseudocaule > rizoma > fruto > pecíolo > engaço > botão floral. Neste caso a folha e o rizoma, superaram o pseudocaule e o fruto, respectivamente, mesmo tendo esses últimos órgãos acumulado mais matéria seca do que os outros.

Observa-se ainda que a planta matriz da bananeira cv. Pra-

TABELA 8 - Resultados da análise de regressão do nitrogênio, nos diferentes órgãos da planta matriz da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 2,553(1,0059)^x$	0,0258	81,4	39,4**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,329(1,0043)^x$	0,0060	91,8	100,9**
Pseudocaule	$\hat{y} = 0,760(1,0087)^x$	0,0374	90,5	95,1**
Rizoma	$\hat{y} = 0,857(1,0062)^x$	0,0369	83,1	49,3**
Engaço	$\hat{y} = -198,954 + 1,507x - 0,004x^2 + 3,076 \cdot 10^{-6}x^3$	0,0046	93,1	8,9*
Botão floral	$\hat{y} = 191,227(0,986)^x$	0,0061	95,7	88,6**
Fruto	$\hat{y} = 0,059(1,011)^x$	0,0053	91,3	41,7**

x= período de dias após o plantio da planta matriz

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do nitrogênio, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

*= significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 9 - Resultados da análise de regressão do nitrogênio, nos diferentes órgãos da planta rebento da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,089(1,0212)^x$	0,0746	84,9	28,2**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,008(1,0203)^x$	0,0321	92,3	59,9**
Pseudocaule	$\hat{y} = 0,353(1,0157)^x$	0,0299	94,4	118,3**
Rizoma	$\hat{y} = 1,100(1,0079)^x$	0,0123	91,2	72,8**

x= período de dias após a emissão da planta rebento

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do nitrogênio, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

FIGURA 09 - ABSORÇÃO DE NITRÓGENO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA MATRIZ DA BANANEIRA cv. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g/PLANTA.

FIGURA 10 - ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA REBENTO DA BANA NEIRA C.V. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g/ PLANTA.

ta absorveu cerca de 18% N total, até o estágio de 180 dias após o plantio, ou seja, 60 dias antes da intensificação da produção de matéria seca, fato que deve ser levado em consideração quando do parcelamento de adubos nitrogenados. Entretanto, sua demanda aumentou sensivelmente a partir desse estágio até a colheita, acompanhando a intensificação do desenvolvimento da planta, pelo fato desse nutriente ser essencial ao crescimento e participar da constituição de proteínas, clorofila e coenzimas (MENGEL & KIRKBY, 1982).

Nota-se, também, que a folha e o pseudoçaule absorveram mais de 65% N total acumulado pela bananeira durante o período estudado, sugerindo que o seu manejo adequado, é capaz de possibilitar uma reposição considerável desse nutriente ao solo e de permitir uma redução de despesas com aplicação de fertilizantes nitrogenados. Por outro lado, quase 13% desse nutriente é exportado a partir da colheita e comercialização dos frutos.

4.2.1.2. Planta rebento

Nas Figuras 10A, 10B, 10C e 10D verifica-se que a absorção de nitrogênio pelos diferentes órgãos da planta rebento da bananeira cv. Prata, acompanhou a curva de produção de matéria seca dos mesmos, porém intensificando-se 30 dias mais cedo. Além disso, apesar do pseudoçaule ter acumulado mais matéria seca, foi a folha que absorveu maior quantidade de nitrogênio, repetindo o que ocorreu com a planta matriz.

A sequência de absorção foi folha > pseudocaule > rizoma > pecíolo, sendo que os dois primeiros órgãos acumularam aproximadamente 78% N total absorvido no período estudado, confirmando a importância do manejo adequado dos mesmos, dentro de um programa de adubação racional de um bananal da cv. Prata, nas condições ecológicas de cultivo

da região produtora do Estado do Espírito Santo.

Analisando-se as figuras, é possível constatar que até o estágio de 180 dias após a emissão, a planta rebento absorveu pouco mais de 23% N total absorvido após 300 dias, quantidade superior à absorvida pela planta matriz no mesmo período.

Somando-se o nitrogênio absorvido pela folha, pecíolo, pseudocaule e rizoma das plantas matriz e rebento em um período de 300 dias, e comparando os resultados, nota-se que a segunda absorveu o dobro do nutriente em relação à primeira, principalmente devido ao pecíolo e pseudocaule que são órgãos de movimentação na bananeira.

Este considerável aumento comparativo na absorção do nitrogênio da planta rebento, foi proporcional ao acréscimo verificado na matéria seca, porém, o processo de translocação a partir da planta matriz pode ter sido favorecido pela grande mobilidade do nitrogênio dentro das plantas (EPSTEIN, 1975), já que houve destaque exatamente para o pecíolo e pseudocaule.

4.2.2. Fósforo

Encontram-se nas Tabelas 10 e 11 e nas Figuras 11 e 12, respectivamente, os resultados da análise de regressão e as curvas de absorção de fósforo nos diferentes órgãos das plantas matriz e rebento, nestes estádios de desenvolvimento estudados.

4.2.2.1. Planta matriz

A absorção de fósforo nos órgãos amostrados, acompanha a curva de crescimento da matéria seca, com pouca variação no engajo, conforme se constata nas Figuras 11A, 11B, 11C, 11D, 11E, 11F e 11G. A única diferença é que a folha absorveu mais fósforo do que o pseudocaule,

TABELA 10 - Resultados da análise de regressão do fósforo, nos diferentes órgãos da planta matriz da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,155(1,007)^x$	0,0158	90,6	87,1**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,053(1,003)^x$	0,0011	95,3	180,9**
Pseudocaulo	$\hat{y} = 0,118(1,007)^x$	0,0311	87,3	68,8**
Rizoma	$\hat{y} = 0,153(1,003)^x$	0,0050	89,8	87,8**
Engaço	$\hat{y} = -26,722 + 0,2103x + 0,0005x^2 + 0,458 \cdot 10^{-6}x^3$	0,0005	92,6	8,4*
Botão floral	$\hat{y} = 5,699(0,991)^x$	0,0098	86,6	25,8**
Fruto	$\hat{y} = 0,020(1,009)^x$	0,0034	91,0	40,5**

x= período de dias após o plantio da planta matriz

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do fósforo, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

*= significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 11 - Resultados da análise de regressão do fósforo, nos diferentes órgãos da planta rebento da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,004(1,024)^x$	0,1156	82,4	23,3**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,002(1,019)^x$	0,0368	89,9	44,6**
Pseudocaulo	$\hat{y} = 0,031(1,018)^x$	0,0370	94,7	123,9**
Rizoma	$\hat{y} = 0,083(1,009)^x$	0,0199	88,9	55,9**

x= período de dias após a emissão da planta rebento

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do fósforo, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

FIGURA II - ABSORÇÃO DE FÓSFORO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA MATRIZ DA BANANEIRA cv. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g/PLANTA.

FIGURA 12 - ABSORÇÃO DE FÓSFORO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA REBENTO DA BANA NEIRA. C V. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g/PLANTA.

mesmo tendo acumulado menos matéria seca, tendo-se verificado a seguinte sequência de absorção, folha > pseudocaule > fruto > rizoma > engaço > pecíolo > botão floral.

Levando em consideração o período do plantio à colheita, observa-se que a folha e o pseudocaule foram responsáveis pela absorção de pouco mais de 66% P total acumulado pela bananeira cv. Prata, ratificando a importância de um manejo adequado desses órgãos. Também é preciso considerar que praticamente 18% P absorvido é retirado dos bananais a partir da colheita e comercialização dos frutos.

Analisando-se as figuras citadas até o estágio de 180 dias após o plantio, encontra-se uma absorção de 18% P total, aliás, proporção idêntica à do nitrogênio. O sensível aumento na sua absorção a partir desse estágio, verificado 60 dias antes da intensificação da produção da matéria seca, deve estar relacionado com uma maior necessidade de fósforo pelas bananeiras mais jovens e com o desenvolvimento apresentado pela bananeira, em função do fósforo ser essencial à divisão celular, formação de tecido meristemático, ao armazenamento e transferência de energia (MENGEL & KIRKBY, 1982).

4.2.2.2. Planta rebento

As curvas de absorção de fósforo pelos diversos órgãos da planta rebento, são mostrados nas Figuras 12A, 12B, 12C e 12D, também seguem as curvas de produção de matéria seca.

Foi mantida também a mesma sequência de absorção, com pseudocaule > folha > rizoma > pecíolo, diferente do que aconteceu com a planta matriz onde a folha absorveu mais fósforo do que o pseudocaule. É provável que tal fato esteja relacionado com a coleta de amostras num período de maior translocação e movimentação do fósforo, considerando que

o pseudocaule é o órgão mais importante nesses processos. Esta hipótese encontra apoio na reconhecida mobilidade do fósforo no interior das plantas (EPSTEIN, 1975) e na sua expressiva acumulação naquele órgão, no período de 300 dias após a emissão da planta rebento.

Considerando igual período de 300 dias, observa-se que os quatro órgãos da planta rebento absorveram quase o triplo de fósforo do que os da planta matriz, enquanto que a acumulação da matéria seca e do nitrogênio foi o dobro. Isto vem caracterizar a importância do fósforo no início do ciclo dessa planta particularmente após 180 dias da sua emissão, quando foi absorvido quase 90% P total do período de 300 dias.

Constata-se, ainda, que a folha e o pseudocaule foram responsáveis por mais de 83% P total absorvido pela bananeira cv. Prata até o estágio de 300 dias, ampliando a importância do manejo adequado desses órgãos, na redução de custos com adubação do bananal.

4.2.3. Potássio

Estão expostos nas Tabelas 12 e 13 os resultados da análise de regressão dos dados referentes aos órgãos amostrados e nas Figuras 13 e 14 as curvas de absorção de potássio, das plantas matriz e filho nos diversos estádios de desenvolvimento.

4.2.3.1. Planta matriz

Observando-se as curvas de absorção de potássio pela folha (Figura 13A), pseudocaule (Figura 13C), rizoma (Figura 13D), engaço (Figura 13E), botão floral (Figura 13F) e fruto (Figura 13G), é possível constatar que foram função da matéria seca produzida por estes órgãos, com alguma alteração no engaço. O mesmo não se pode afirmar, para o caso do pecíolo (Figura 13B), que apresentou resultado totalmente diferen-

TABELA 12 - Resultados da análise de regressão do potássio, nos diferentes órgãos da planta matriz da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 2,377(1,006)^x$	0,0180	87,4	62,4 **
Pecíolo	$\hat{y} = 7,516 - 0,089x + 0,402 \cdot 10^{-3}x^2 - 0,509 \cdot 10^{-6}x^3$	0,4450	70,1	5,5 *
Pseudocaule	$\hat{y} = 3,051(1,007)^x$	0,0379	87,1	67,2 **
Rizoma	$\hat{y} = 3,485(1,002)^x$	0,0013	93,2	137,5 **
Engaço	$\hat{y} = -408,238 + 3,248x - 0,008x^2 + 0,717 \cdot 10^{-5}x^3$	0,1479	87,7	4,8 *
Botão floral	$\hat{y} = 166,518(0,989)^x$	0,0003	99,6	1.070,7 **
Fruto	$\hat{y} = 0,261(1,010)^x$	0,0036	92,4	48,5 **

x= período de dias após o plantio da planta matriz

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do potássio, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

*= significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 13 - Resultados da análise de regressão do potássio, nos diferentes órgãos da planta rebento da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,117(1,021)^x$	0,0836	83,4	25,3 **
Pecíolo	$\hat{y} = 0,036(1,019)^x$	0,0625	85,6	29,7 **
Pseudocaule	$\hat{y} = 0,012(1,019)^x$	0,0510	93,4	99,4 **
Rizoma	$\hat{y} = 2,026(1,009)^x$	0,0136	93,0	91,4 **

x= período de dias após a emissão da planta rebento

$\hat{y}$ = estimativa de absorção de potássio, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

FIGURA 13 - ABSORÇÃO DE POTÁSSIO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA MATRIZ DA BANANEIRA cv. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g/PLANTA.

FIGURA 14— ABSORÇÃO DE POTÁSSIO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA REBENTO DA BANA NEIRA c v. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g / PLANTA.

te.

Este comportamento do pecíolo pode ser devido à coleta de amostras em momentos de intensa movimentação e translocação do potássio, das e para as folhas, fato que deve ter sido favorecido pela grande mobilidade desse nutriente no interior das plantas (EPSTEIN, 1975). É provável também que tenha ocorrido uma redistribuição, de parte do potássio acumulado no pecíolo, para outros órgãos, tais como fruto e pseudocaule, que apresentaram grande demanda em períodos de menor absorção pela bananeira cv. Prata.

A sequência de absorção encontrada foi pseudocaule > folha > fruto > rizoma > engaço > pecíolo > botão floral, sendo que, o engaço absorveu mais potássio do que o pecíolo, mesmo tendo acumulado menos matéria seca. É possível que o engaço tenha sido amostrado em períodos de grande movimentação de potássio para os frutos, o que acabou lhe favorecendo, embora não se deva descartar sua maior necessidade nesse nutriente.

Muito embora a planta matriz da bananeira cv. Prata tenha absorvido muito potássio até a colheita, apenas 17% o foi até o estágio de 180 dias após o plantio. O aumento de absorção do potássio a partir desse período, deve estar relacionado com a sua importância para o desenvolvimento das plantas, processos metabólicos, de translocação e armazenamento de carboidratos (MENGEL e KIRKBY, 1982).

Como consequência da colheita e comercialização do fruto, mais de 18% K total absorvido pela bananeira é retirado da área de cultivo, enquanto que, nesse estágio, quase 68,5% K está contido na folha e no pseudocaule, cujo manejo também assume importância fundamental na reposição desse nutriente ao solo.

4.2.3.2. Planta rebento

Encontram-se nas Figuras 14A, 14B, 14C e 14D as curvas de absorção do potássio pela folha, pecíolo, pseudocaulé e rizoma, respectivamente, mostrando resultados similares aos das curvas de produção de matéria seca dos mesmos.

Foi mantida também a mesma sequência de absorção verificada na matéria seca, ou seja, pseudocaulé > folha > rizoma > pecíolo, com o pseudocaulé respondendo por praticamente 67% K total acumulado até o estágio de 300 dias, e por pouco mais de 82% junto com a folha, fato que confirma os resultados alcançados com a planta matriz.

Apesar da planta rebento ter dobrado seu teor de matéria seca em relação à planta matriz, constata-se que ela absorveu o quádruplo de potássio, no mesmo período de 300 dias, o que caracteriza uma elevada necessidade de potássio para o melhor desenvolvimento da planta rebento. Porém, não se deve descartar a possibilidade da ocorrência de algum consumo de luxo, tendo em vista a enorme quantidade absorvida, especialmente pelo pseudocaulé.

Estudando-se as figuras, é possível visualizar que 80% K foi absorvido em um curto período de 120 dias, ou seja, entre os estádios de 180 e 300 dias após a emissão da planta rebento, fato que deve ser considerado nos estudos de parcelamento dos fertilizantes à base de potássio.

4.2.4. Cálcio

Os resultados da análise de regressão dos dados obtidos dos diferentes órgãos das plantas matriz e rebento, são listados nas Tabelas 14 e 15 e as curvas de absorção de cálcio nos diversos estádios de desenvolvimento dos mesmos, estão nas Figuras 15 e 16.

TABELA 14 - Resultados da análise de regressão do cálcio, nos diferentes órgãos da planta matriz da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,499(1,009)^x$	0,0486	86,5	57,4 ^{**}
Pecíolo	$\hat{y} = 0,218(1,008)^x$	0,0254	90,3	83,3 ^{**}
Pseudocaulo	$\hat{y} = 0,305(1,011)^x$	0,0874	86,0	61,6 ^{**}
Rizoma	$\hat{y} = 0,235(1,005)^x$	0,0234	83,8	51,6 ^{**}
Engaço	$\hat{y} = -43,130 + 0,334x - 8,415 \cdot 10^{-4}x^2 + 0,703 \cdot 10^{-6}x^3$	0,0003	93,6	9,8 [*]
Botão floral	$\hat{y} = 23,051(0,988)^x$	0,0021	98,0	195,9 ^{**}
Fruto	$\hat{y} = 0,017(1,009)^x$	0,0048	89,5	34,2 ^{**}

x= período de dias após o plantio da planta matriz

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do cálcio, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

*= significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 15 - Resultados da análise de regressão do cálcio, nos diferentes órgãos da planta rebento da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,009(1,026)^x$	0,0731	89,7	43,3 ^{**}
Pecíolo	$\hat{y} = 0,003(1,025)^x$	0,0601	90,3	46,5 ^{**}
Pseudocaulo	$\hat{y} = 0,083(1,020)^x$	0,0278	96,8	210,5 ^{**}
Rizoma	$\hat{y} = 0,099(1,012)^x$	0,0354	89,0	56,3 ^{**}

x= período de dias após a emissão da planta rebento

$\hat{y}$ = estimativa de absorção de cálcio, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

FIGURA 15 - ABSORÇÃO DE CÁLCIO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA MATRIZ DA BANANEIRA cv. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g/PLANTA.

FIGURA 16-ABSORÇÃO DE CÁLCIO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA REBENTO DA BANA NEIRA C.V. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g/ PLANTA.

4.2.4.1. Planta matriz

A curva de absorção de cálcio pela folha (Figura 15A), pecíolo (Figura 15B), pseudocaule (Figura 15C), rizoma (Figura 15D), engão (Figura 15E), botão floral (Figura 15F) e fruto (Figura 15G), apresentou tendência idêntica à da curva de produção de matéria seca destes órgãos, tendo inclusive aumentado de intensidade a partir do mesmo período de 240 dias após o plantio, ao contrário do nitrogênio, fósforo e potássio.

Entretanto, ocorreram sensíveis alterações na sequência de absorção do cálcio, com folha > pseudocaule > pecíolo > rizoma > fruto > engão > botão floral, onde se observa que, mesmo produzindo mais matéria seca, o pseudocaule foi superado pela folha e o fruto pelo pecíolo e rizoma.

O aumento de absorção do cálcio pela folha, pecíolo e rizoma, talvez seja responsável pela consistência mais firme desses órgãos em relação aos demais, considerando que esse nutriente constitui a lamela média da parede celular, o que confere maior resistência aos tecidos da planta (MENGEL & KIRKBY, 1982). Além do mais, o cálcio somente é redistribuído em condições especiais, pouco comuns em condições naturais (EPSTEIN, 1975), o que permite detectar com mais precisão sua real absorção pelos órgãos. No caso do pecíolo, também é provável que o aumento da absorção esteja relacionado com amostragens em períodos de maior movimentação do cálcio para a folha a partir do solo.

Verifica-se que do cálcio total absorvido pela planta matriz da bananeira cv. Prata, apenas 17% aconteceu até o estágio de 240 dias após o plantio, o que representa um aumento da necessidade de cálcio pela planta 60 dias após o de nitrogênio, fósforo e potássio. Tal fato, caracteriza a impotência da utilização do calcário, antes do plan-

tio, como fonte de cálcio para a bananeira, já que irá permitir sua disponibilidade a baixo custo, em período de maior necessidade.

Destacam-se como vantagens observadas no comportamento do cálcio, em relação ao nitrogênio, fósforo e potássio, o fato de apenas 2,5% ser retirado do bananal com a colheita e comercialização do fruto, bem como a acumulação de 81,5% do total na folha e pseudocaule, que pode ser restituído ao solo com o manejo correto desses dois órgãos.

4.2.4.2. Planta rebento

Nas Figuras 16A (folha), 16B (pecíolo), 16C (pseudocaule) e 16D (rizoma) são mostradas as curvas de absorção do cálcio pela planta rebento da bananeira Prata, que acompanham a curva de produção de matéria seca desses órgãos. Foi mantida até a mesma sequência de absorção, com pseudocaule > folha > rizoma > pecíolo, bem como o início da sua intensificação a partir do estágio de 210 dias após a emissão da planta rebento, onde foi absorvido 76,5% do cálcio total em um período de 90 dias.

Observa-se que a absorção de cálcio pela folha não superou a do pseudocaule, conforme ocorreu com a planta matriz, talvez devido à amostragens do pseudocaule em períodos de maior movimentação do cálcio para a parte aérea, e/ou à competição entre as plantas pela sua absorção, já que foi pouco provável a ocorrência de redistribuição.

Considerando o mesmo período de 300 dias, pode-se verificar que a planta rebento absorveu o dobro de cálcio do que a planta matriz, quantidade proporcional à diferença de ganho de matéria seca de ambas.

Foram novamente o pseudocaule e a folha os órgãos que mais acumularam cálcio, da mesma forma que na planta matriz, se bem que

em quantidade superior pois atingiu um montante de 85% do total.

4.2.5. Magnésio

Os resultados referentes à análise de regressão dos dados coletados nos diferentes órgãos das plantas matriz e filho, são apresentados nas Tabelas 16 e 17 e as curvas de absorção de magnésio nos diversos estádios de desenvolvimento dos mesmos, acham-se nas Figuras 17 e 18.

4.2.5.1. Planta matriz

A absorção de magnésio pelos diferentes órgãos amostrados na planta matriz (Figuras 17 A, 17B, 17C, 17D, 17E, 17F e 17G) segue, de maneira geral, a curva de crescimento da matéria seca dos mesmos, variando ligeiramente no caso do engaço, porém com modificação na sequência de absorção, que passou a ser, pseudocaulo > rizoma > folha > fruto > pecíolo > engaço > botão floral.

Houve intensificação na absorção do magnésio pela planta matriz da bananeira cv. Prata, a partir do estádio de 240 dias após o plantio, de modo semelhante ao que ocorreu com o cálcio e a produção de matéria seca. Até esse estádio foi absorvido apenas 13,5% do magnésio total do ciclo completo, reafirmando a importância da utilização do calcário, especialmente o dolomítico, dentro de um programa de fertilização racional de um bananal cultivado nas condições ecológicas da região produtora do Estado do Espírito Santo.

É provável que a substancial quantidade de magnésio absorvida pelo rizoma, em relação à matéria seca acumulada, corresponda realmente a sua necessidade, principalmente levando-se em conta que o magnésio apresenta pouca mobilidade dentro da planta (EPSTEIN, 1975). Neste caso, pode-se admitir a ocorrência de uma acentuada atividade metabólica

TABELA 16 - Resultados da análise de regressão do magnésio, nos diferentes órgãos da planta matriz da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,361(1,008)^x$	0,0357	86,6	58,3**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,115(1,006)^x$	0,0163	88,7	70,9**
Pseudocaulo	$\hat{y} = 0,223(1,012)^x$	0,0426	93,6	146,7**
Rizoma	$\hat{y} = 0,529(1,008)^x$	0,0599	82,2	46,0**
Engaço	$\hat{y} = -60,208 + 0,459x - 0,001x^2 + 0,936 \cdot 10^{-6}x^3$	0,0011	91,2	7,0*
Botão floral	$\hat{y} = 17,069(0,989)^x$	0,0016	98,3	236,5**
Fruto	$\hat{y} = 0,2 \cdot 10^{-9} \cdot x^{3,8}$	0,0015	96,3	104,6**

x= período de dias após o plantio da planta matriz

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do magnésio, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

*= significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 17 - Resultados da análise de regressão do magnésio, nos diferentes órgãos da planta rebento da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,010(1,024)^x$	0,0889	86,0	30,8**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,002(1,022)^x$	0,0561	89,0	40,3**
Pseudocaulo	$\hat{y} = 0,061(1,020)^x$	0,0241	97,2	241,2**
Rizoma	$\hat{y} = 0,147(1,014)^x$	0,0113	97,3	248,3**

x= período de dias após a emissão da planta rebento

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do magnésio, em gramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

FIGURA 17 — ABSORÇÃO DE MAGNÉSIO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA MATRIZ DA BANANEIRA cv. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g / PLANTA.

FIGURA 18- ABSORÇÃO DE MAGNÉSIO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA REBENTO DA BANA NEIRA c.v. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM g/ PLANTA.

a nível do rizoma, já que o magnésio é considerado o maior ativador de enzimas, especialmente daquelas associadas ao metabolismo energético das plantas (MENGEL & KIRKBY, 1982).

Todavia, não deve ser descartada a possibilidade do rizoma ter sido amostrado, em épocas de maior fluxo de magnésio do solo para a parte aérea, ou mesmo deste ter competido com a folha pela absorção do nutriente, mormente em períodos de carência temporária no solo.

Coube ao pseudocaulé juntamente com o rizoma, a absorção de aproximadamente 78,5% Mg acumulado pela bananeira, no período de 465 dias, sendo o único macronutriente onde a folha deixou de se destacar junto com o pseudocaulé. Além disso, apenas cerca de 3,8% Mg total absorvido é retirado do local de cultivo, com a colheita e comercialização do fruto, quantidade pouco maior do que a de cálcio e muito inferior do que as de nitrogênio, fósforo e potássio. Dessa forma, torna-se possível a manutenção de um nível satisfatório de magnésio no solo, durante um maior espaço de tempo, a partir do manejo adequado do pseudocaulé.

4.2.5.2. Planta rebento

As curvas de absorção de magnésio pela folha, pecíolo, pseudocaulé e rizoma, estão contidas nas Figuras 18A, 18B, 18C e 18D, respectivamente, e também seguem a curva de produção de matéria seca desses órgãos. Repetiu-se inclusive o início da intensificação da absorção do magnésio, no mesmo estágio de 210 dias após a emissão do rebento, fato ocorrido apenas com o cálcio, dentre os macronutrientes analisados. Nesse espaço de 90 dias, essa planta absorveu em torno de 76,5% do magnésio total consumido no período estudado, quantidade proporcional à do cálcio.

Conforme aconteceu com a planta matriz, a sequência de

absorção do magnésio foi alterada, permanecendo pseudocaule > rizoma > folha > pecíolo, com destaque para a expressiva acumulação de magnésio pelo rizoma, que, junto com o pseudocaule, absorveu o equivalente a 78,5% do magnésio total, no período de 300 dias. Tais resultados parecem confirmar a hipótese, levantada anteriormente, da ocorrência de uma maior atividade metabólica a nível das células do rizoma, todavia não se descartando os referidos problemas na amostragem.

Decorridos igual período de 300 dias, tem-se uma absorção de magnésio na planta rebento, duas vezes superior à da planta matriz, da mesma forma que a matéria seca, nitrogênio e cálcio.

4.3. Micronutrientes

4.3.1. Boro

São encontrados nas Tabelas 18 e 19 os resultados da análise de regressão efetuadas a partir dos dados coletados dos diferentes órgãos das plantas matriz e rebento enquanto nas Figuras 19 e 20 são mostradas as curvas de absorção do boro, nos diversos estádios de desenvolvimento.

4.3.1.1. Planta matriz

As curvas de absorção de boro pela folha (Figura 19A), pecíolo (Figura 19B), pseudocaule (Figura 19C), rizoma (Figura 19D), engão (Figura 19E), botão floral (Figura 19F) e fruto (Figura 19G), da planta matriz da bananeira cv. Prata, apresentam características idênticas às das curvas de produção de matéria seca desses órgãos, com pequena variação no engão.

Dentro do período de 465 dias ocorreu uma alteração na sequência de absorção, em comparação com a da matéria seca, ficando

TABELA 18 - Resultados da análise de regressão do boro, nos diferentes órgãos da planta matriz da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 1,302(1,009)^x$	0,0575	82,2	41,6**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,518(1,006)^x$	0,0142	88,5	69,1**
Pseudocaule	$\hat{y} = 0,868(1,009)^x$	0,0757	84,5	54,7**
Rizoma	$\hat{y} = 0,017(1,005)^x$	0,0241	83,4	50,4**
Engaço	$\hat{y} = -352,399 + 2,705x - 0,007x^2 + 0,569 \cdot 10^{-5}x^3$	0,0557	82,6	5,2*
Botão floral	$\hat{y} = 30,130(0,992)^x$	0,0007	98,6	280,4**
Fruto	$\hat{y} = 0,184(1,009)^x$	0,0026	93,4	56,9**

x= período de dias após o plantio da planta matriz

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do boro, em miligramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

*= significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 19 - Resultados da análise de regressão do boro, nos diferentes órgãos da planta rebento da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,032(1,026)^x$	0,1124	84,5	27,2**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,0037(1,026)^x$	0,1141	85,0	28,2**
Pseudocaule	$\hat{y} = 0,348(1,018)^x$	0,0176	97,4	261,8**
Rizoma	$\hat{y} = 0,338(1,011)^x$	0,0248	90,8	69,0**

x= período de dias após a emissão da planta rebento

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do boro, em miligramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

FIGURA 19 — ABSORÇÃO DE BORO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA MATRIZ DA BANANEIRA cv. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM mg / PLANTA.

FIGURA 20—ABSORÇÃO DE BORO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA REBENTO DA BANA NEIRA c v: PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM mg/PLANTA.

folha > pseudocaule > fruto > rizoma > pecíolo > engão > botão floral, sendo que, os dois primeiros órgãos citados absorveram quase 73,5% do boro total.

Esta considerável absorção de boro pela folha, pode estar relacionada com amostragens em períodos de maior elaboração e translocação de assimilados para outros órgãos, especialmente o fruto, por se tratar de uma das funções mais importantes desse nutriente nas plantas (MENGEL & KIRKBY, 1982). Todavia, é perfeitamente viável que esta absorção corresponda à verdadeira necessidade da folha, levando-se em consideração que a reconhecida imobilidade do boro no interior das plantas poderá impedir eventuais redistribuições (EPSTEIN, 1975), que tendem a mascarar os resultados.

Houve uma absorção mais intensa de boro a partir do estágio de 240 dias após o plantio, alcançando cerca de 81% da quantidade total absorvida até 465 dias e repetindo o observado na matéria seca.

Comparando-se o total de boro extraído pelo fruto com o da planta toda, é possível constatar que 10% do nutriente é retirado da área de cultivo, a partir da colheita e comercialização.

4.3.1.2. Planta rebento

As curvas de absorção de boro pelos diferentes órgãos dessa planta são mostradas nas Figuras 20A, 20B, 20C e 20D e acompanham as curvas de produção de matéria seca dos mesmos, inclusive se intensificando a partir do mesmo estágio de 210 dias após a emissão da planta.

Repetiu-se até a mesma sequência de absorção que estes órgãos tiveram para a matéria seca, permanecendo pseudocaule > folha > rizoma > pecíolo, sendo que, aproximadamente 85,4% do boro total absorvido no período de 300 dias deveu-se aos dois primeiros órgãos.

Durante o período final de 90 dias, a planta rebento da cultivar Prata acumulou em torno de 72% do boro total do ciclo de 300 dias, quantidade pouco superior à matéria seca produzida em igual período. Tal comportamento do boro nessa planta foi muito similar ao verificado na planta matriz e parece confirmar sua importância no processo de translocação de assimilados.

Ao se analisar a absorção de boro em igual período de 300 dias, encontra-se uma quantidade 2,5 vezes superior na planta rebento, em relação à planta matriz, particularmente devido à acumulação no pseudocaule.

4.3.2. Zinco

Os resultados da análise de regressão dos dados coletados nos diferentes órgãos das plantas matriz e rebento são expostos nas Tabelas 20 e 21 e as curvas de absorção de zinco nos diversos estádios de desenvolvimento dos órgãos nas Figuras 21 e 22.

4.3.2.1. Planta matriz

As curvas de absorção de zinco pela folha (Figura 21A), pecíolo (Figura 21B), pseudocaule (Figura 21C), rizoma (Figura 21D), engão (Figura 21E), botão floral (Figura 21F) e fruto (Figura 21G) da planta matriz da bananeira cv. Prata, seguem a mesma tendência das curvas de produção de matéria seca destes órgãos, conforme a maioria dos nutrientes estudados, com uma maior variação no engão.

Analisando-se as figuras, é possível constatar que a absorção de zinco foi mais evidente a partir do estágio de 240 dias após o plantio, tal qual a matéria seca. Neste período de 225 dias os órgãos amostrados absorveram praticamente 82% do zinco, proporções idênticas ao

TABELA 20 - Resultados da análise de regressão do zinco, nos diferentes órgãos da planta matriz da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,996(1,008)^x$	0,0440	82,3	41,9**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,396(1,004)^x$	0,0069	90,4	84,3**
Pseudocaule	$\hat{y} = 0,575(1,012)^x$	0,0632	91,5	108,0**
Rizoma	$\hat{y} = 1,110(1,011)^x$	0,0573	90,0	90,3
Engaço	$\hat{y} = -774,815 + 5,955x - 0,015x^2 + 0,121 \cdot 10^{-4}x^3$	0,1202	96,9	20,8**
Botão floral	$\hat{y} = 60,797(0,991)^x$	0,0055	91,6	43,6**
Fruto	$\hat{y} = 1,207(1,005)^x$	0,0009	92,0	45,9**

x= período de dias após o plantio da planta matriz

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do zinco, em miligramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 21 - Resultados da análise de regressão do zinco, nos diferentes órgãos da planta rebento da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,043(1,023)^x$	0,1071	82,0	22,8**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,019(1,018)^x$	0,0541	84,8	27,9**
Pseudocaule	$\hat{y} = 0,220(1,020)^x$	0,0409	95,3	140,6**
Rizoma	$\hat{y} = 1,459(1,013)^x$	0,0288	92,4	85,2**

x= período de dias após a emissão da planta rebento

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do zinco, em miligramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

FIGURA 21 — ABSORÇÃO DE ZINCO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA MATRIZ DA BANANEIRA cv. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO. EM mg/PLANTA.

FIGURA 22- ABSORÇÃO DE ZINCO PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA REBENTO DA BANA NEIRA c v. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM mg/PLANTA.

nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e boro.

Foi determinada a seguinte sequência de absorção, no período de 465 dias, rizoma > pseudocaule > folha > fruto > engaço > pecíolo > botão floral, tendo os dois primeiros órgãos absorvidos aproximadamente 82% do zinco. Merece destaque a expressiva absorção de zinco por parte do rizoma, que superou pseudocaule, folha e fruto, mesmo tendo acumulado menos matéria seca.

Considerando a essencialidade do zinco para a atividade de várias enzimas (MENGEL e KIRKBY, 1982), é provável que as células do rizoma apresentem um maior metabolismo, o que parece confirmar a hipótese levantada no caso do magnésio. Além do mais, como o zinco é pouco móvel no interior das plantas (EPSTEIN, 1975), houve pouca transferência entre os órgãos, possibilitando determinar uma quantidade mais próxima do que foi realmente necessária aos mesmos. Todavia, é sempre possível que tenham acontecido amostragens em períodos de maior movimentação do zinco para a parte aérea da bananeira.

Observa-se ainda que, devido à colheita e comercialização dos frutos, podem ser retirados do bananal da cv. Prata em torno de 5,3% do zinco total absorvido.

4.3.2.2. Planta rebento

Encontram-se nas Figuras 22A, 22B, 22C e 22D as curvas de absorção de zinco, da folha, pecíolo, pseudocaule e rizoma, respectivamente, apresentando bastante semelhança com as curvas de produção de matéria seca desses órgãos.

Repetindo o que foi constatado na planta matriz, o rizoma apresentou uma considerável absorção de zinco, no período de 300 dias, transformando a sequência em rizoma > pseudocaule > folha > pecíolo, ten-

do os dois primeiros órgãos acumulado quase 88% do zinco total da planta rebento.

Este comportamento do rizoma da planta rebento é idêntico ao da planta matriz, vindo consolidar a hipótese de que o órgão apresenta uma maior atividade de enzimas no interior de suas células.

A absorção do zinco pela planta rebento da bananeira cv. Prata, se ampliou a partir do estágio de 210 dias após sua emissão, tendo sido absorvido 76% do zinco em um período de 90 dias, quantidade semelhante ao nitrogênio, cálcio e magnésio.

Somando-se o zinco absorvido pelos quatro órgãos das plantas matriz e rebento, dentro dos 300 dias, chega-se a uma quantidade três vezes superior na segunda planta, para o dobro de matéria seca produzida. Esta proporção foi a mesma para o fósforo, provavelmente em função do equilíbrio que deve existir entre os dois nutrientes, a fim de que a bananeira apresente um desenvolvimento satisfatório e uma maior tolerância ao "Mal do Panamá", conforme constatarem FERNANDEZ-CALDAS et alii (1973).

4.3.3. Cobre

Estão contidos nas Tabelas 22 e 23 e nas Figuras 23 e 24, respectivamente, os resultados da análise de regressão dos dados e as curvas de absorção de cobre, nos sete diferentes órgãos amostrados das plantas matriz e rebento, em vários estádios de desenvolvimento.

4.3.3.1. Planta matriz

A curva de absorção do cobre pelos órgãos coletados na planta matriz da bananeira cv. Prata, conforme mostram as Figuras 23A, 23B, 23C, 23D, 23E, 23F e 23G, segue, de modo geral, a curva de cresci-

TABELA 22 - Resultados da análise de regressão do cobre, nos diferentes órgãos da planta matriz da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,199(1,009)^x$	0,051	84,5	43,6**
Pecíolo	$\hat{y} = 0,091(1,006)^x$	0,0274	80,0	36,1**
Pseudocaule	$\hat{y} = 0,143(1,011)^x$	0,0598	90,6	96,0**
Rizoma	$\hat{y} = 0,279(1,009)^x$	0,0609	84,7	55,3**
Engaço	$\hat{y} = -183,008 + 1,415x - 0,004x^2 + 0,31 \cdot 10^{-5}x^3$	0,0054	95,0	12,7**
Botão floral	$\hat{y} = 125,997(0,985)^x$	0,0141	92,8	51,2**
Fruto	$\hat{y} = 0,114(1,005)^x$	0,0029	81,5	17,6**

x= período de dias após o plantio da planta matriz

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do cobre, em miligramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 23 - Resultados da análise de regressão do cobre, nos diferentes órgãos da planta rebento da bananeira cv. Prata.

Órgãos	Equação	QMR	r(%)	F
Folha	$\hat{y} = 0,029(1,020)^x$	0,0478	88,7	39,2**
Pecíolo	$\hat{y} = -3,559 + 0,075x - 0,0005x^2 + 0,89 \cdot 10^{-6}x^3$	0,0643	87,5	7,0*
Pseudocaule	$\hat{y} = 0,090(1,016)^x$	0,0604	89,6	60,0**
Rizoma	$\hat{y} = 0,214(1,009)^x$	0,0282	86,7	45,5**

x= período de dias após a emissão da planta rebento

$\hat{y}$ = estimativa de absorção do cobre, em miligramas por planta

**= significativo ao nível de 1% de probabilidade

*= significativo ao nível de 5% de probabilidade

FIGURA 23 - ABSORÇÃO DE COBRE PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA MATRIZ DA BANANEIRA cv. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM mg / PLANTA.

FIGURA 24 - ABSORÇÃO DE COBRE PELOS DIFERENTES ÓRGÃOS DA PLANTA REBENTO DA BANA NEIRA c v. PRATA, EM DIVERSOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, EM mg/PLANTA.

mento da matéria seca dos mesmos.

No entanto, a sequência de absorção novamente se modificou, permanecendo pseudocaule > rizoma > folha > fruto > pecíolo > engão > botão floral, ficando por conta dos dois primeiros órgãos a acumulação de aproximadamente 74% do cobre absorvido pelos órgãos coletados da bananeira cv. Prata, no período de 465 dias.

Constata-se que o rizoma apresentou uma marcante absorção de cobre, em relação à matéria seca produzida no período, conforme aconteceu com o zinco, se bem que em menor proporção, pois não conseguiu superar o pseudocaule. Considerando que o cobre é essencial para a atividade de enzimas do grupo das oxidases (MENGEL e KIRKBY, 1982) e que possui mobilidade idêntica à do zinco no interior das plantas (EPSTEIN, 1975), este resultado favorece ainda mais a suposição de que nas células do rizoma se processam atividades metabólicas importantes para a bananeira cv. Prata, em maior escala do que nos demais órgãos.

Da mesma forma que aconteceu com os demais micronutrientes estudados, a planta matriz da bananeira cv. Prata apresentou uma absorção mais intensa de cobre a partir do estágio de 240 dias após o plantio. No entanto, a quantidade de cobre absorvida foi superior às de boro e zinco, atingindo em torno de 87% do total, o que pode significar uma maior necessidade de cobre para bananeiras mais adultas ou mesmo uma maior disponibilidade a nível de solo.

Pode-se notar que pouco mais de 3% do cobre é retirado da área de plantio de um bananal da cv. Prata, a partir da colheita e comercialização do fruto, quantidade inferior à do boro e zinco.

4.3.3.2. Planta rebento

As curvas de absorção de cobre pelos diferentes órgãos da

planta rebento, estão nas Figuras 24A, 24B, 24C e 24D e representam folha, pecíolo, pseudocaule e rizoma, respectivamente. As da folha, pseudocaule e rizoma acompanham a sua curva de produção de matéria seca, enquanto que, a do pecíolo apresentou um comportamento totalmente diferente.

Esta alteração sofrida pelo cobre a nível de pecíolo, deve estar relacionada com o fato dele ser um órgão de movimentação dos nutrientes, absorvidos do solo, para a folha. Desse modo, é possível que as duas primeiras amostragens tenham coincidido com períodos de maior absorção de cobre pela folha. Contudo, não se pode descartar a possibilidade de terem ocorrido alterações climáticas temporárias, competição entre órgãos pela absorção do nutriente, e/ou até mesmo problemas de amostragens e preparo das amostras, em face das pequenas variações de quantidade que levaram às modificações encontradas na curva de absorção.

Ao fim do período de 300 dias após a emissão, a sequência de absorção do cobre na planta rebento da bananeira cv. Prata, repete exatamente o observado para a matéria seca, ou seja, pseudocaule > folha > rizoma > pecíolo, com os dois primeiros chegando a acumular pouco mais de 79,5% do cobre total.

Comparando-se a absorção de cobre das plantas matriz e rebento, no período de 300 dias, destaca-se o total de três vezes mais que foi absorvido pela segunda planta, equivalente ao fósforo e zinco.

O aumento da intensidade de absorção do cobre, coincidiu com o da matéria seca, ocorrendo no estágio de 210 dias da emissão do rebento, tendo sido absorvido aproximadamente 81,5% do cobre no período de 90 dias.

4.4. Observações gerais

Considerando que o sistema de produção da bananeira cv. Prata preconiza a densidade de plantio de 1110 plantas por hectare (GOMES, 1983), é possível calcular a quantidade total de nutrientes extraídos do solo por todos os órgãos analisados, no estágio de 465 dias após o plantio da planta matriz, que corresponde ao estágio de 300 dias após a emissão da planta rebento. Assim, somando-se a absorção das plantas matriz e rebento, têm-se por hectare, cerca de: 400 kg de potássio, 163 kg de nitrogênio, 119 kg de magnésio, 113 kg de cálcio, 17 kg de fósforo, 239 g de boro, 446 g de zinco e 90 g de cobre.

Levando-se em conta que neste ensaio colheu-se 8,4 kg de frutos, em média, nas três bananeiras amostradas, verifica-se que podem ser exportadas com a colheita, em torno de (por hectare ou tonelada): 29 kg ou 3 kg de potássio, 11 kg ou 1 kg de nitrogênio, 3 kg ou 0,3 kg de magnésio, 2 kg ou 0,2 kg de cálcio, 1 kg ou 0,1 kg de fósforo, 14 g ou 1,5 g de zinco e de boro, 2 g ou 0,2 g de cobre.

Deve-se considerar ainda que, no estágio de 465 dias, pode acontecer uma reposição de nutrientes ao solo, a partir do manejo dos demais órgãos coletados da planta matriz, equivalente a: 126 kg de potássio, 80 kg de nitrogênio, 76 kg de magnésio, 68 kg de cálcio, 6 kg de fósforo, 244 g de zinco, 123 g de boro e 52 g de cobre.

Tais resultados estão de acordo com a afirmação de MARTIN-PRÉVEL (1984), a respeito da maior imobilização de nutrientes pelas cultivares de maior porte, tais como a Prata, em relação às de menor, tais como a Nanica e Nanicão. Entretanto foram inferiores àqueles obtidos por SAMUELS et alii (1978) e IRIZARRY et alii (1980), com uma cultivar do mesmo grupo AAB, porém de outro subgrupo (Plantain ou Terra).

De acôrdo com os resultados da análise de solo (Tabela 4) e admitindo uma camada de 30 cm de solo, porque é onde se distribui a maior parte do sistema radicular da bananeira (LASSOUDIERE, 1978), pode-se calcular que, no momento do plantio, um hectare do terreno apresentava, em média: 3.000 kg de nitrogênio, 2.520 kg de cálcio, 468 kg de magnésio, 423 kg de potássio e 18 kg de fósforo. Segundo LAHAV & TURNER (1983), em regiões de clima tropical podem ocorrer perdas anuais, por hectare, de aproximadamente: 326 kg de potássio, 320 kg de cálcio, 123 kg de nitrogênio, 49 kg de magnésio e 2 kg de fósforo. Aceitando-se que tais perdas ocorreram no ensaio, chega-se à seguinte disponibilidade aproximada de macronutrientes, por hectare: 2.877 kg de nitrogênio, 2.200 kg de cálcio, 419 kg de magnésio, 97 kg de potássio e 16 kg de fósforo.

Comparando-se os elementos disponíveis no solo com aqueles absorvidos no período estudado, nota-se que seria necessário complementar apenas o potássio e o fósforo, ou seja, a aplicação de nitrogênio foi desnecessária e a calagem dispensável como fonte de cálcio e magnésio.

Para o fósforo a quantidade aplicada de 24 kg foi superior ao necessário e para o potássio, os 139 kg por hectare foram bastante inferiores ao desejado, permanecendo um déficit de 164 kg do elemento. Este talvez tenha sido o principal motivo da baixa produtividade obtida no ensaio, mesmo porque a planta rebento deve ter competido com o fruto pela absorção do potássio.

Mediante esta constatação, acredita-se que caso o material de origem do solo não for suficientemente rico para garantir um suprimento constante de potássio e/ou se a reposição não ocorrer periodicamente, pelo manejo adequado dos restos culturais, será necessário aplicar doses elevadas de potássio para garantir produções satisfatórias.

No Brasil, existem diversas recomendações para adubação de bananeiras Nanicao e Nanica, do grupo AAA subgrupo Cavendish, com nitrogênio, fósforo e potássio. Já para a cv. Prata, encontra-se na literatura disponível, uma recomendação de MIRANDA et alii (1974), que foi utilizada neste trabalho, e outra do IAC (CUNHA, 1984). Este Órgão recomenda para um banana com produtividade de 16 toneladas por hectare, o seguinte esquema de adubação, no primeiro ano de cultivo, em gramas por cova de $N-P_2O_5-K_2O$: 25-20-10 para P e K-médios; 25-10-10 para P-alto e K-médio; 25-20-0 para P-médio e K-alto; 25-10-0 para P-alto e K-alto. Considerando-se a análise efetuada para a adubação deste ensaio, é possível concluir que, pelo menos as doses de potássio deverão ser insuficientes para se chegar à produtividade indicada.

Quanto ao parcelamento dos fertilizantes para a cv. Prata, também estão disponíveis na literatura nacional as informações de MIRANDA et alii (1974) e do IAC. Os autores recomendam o parcelamento utilizado neste trabalho, que consta da Tabela 4, enquanto que o Agrônomo preconiza a aplicação do formulado, aos 30 e 90 dias após o plantio. De acordo com os resultados alcançados, essa bananeira pode se desenvolver com o nitrogênio, fósforo e potássio disponíveis no solo, desde que estejam com nível médio e/ou alto, até 180 dias após o plantio. Dessa forma, acredita-se que o melhor seria parcelar o potássio desse período em diante, em pelo menos três doses, enquanto que, o nitrogênio deve ser aplicado junto com o potássio, apenas quando for necessário para manter o balanço K/N, e o fósforo pode ser utilizado conforme está recomendado, se necessário. Deve-se evitar a aplicação de fertilizantes formulados, a não ser que sejam preparados com exclusividade e de acordo com as necessidades da planta.

Merece ainda atenção especial a absorção de micronutrien-

tes, particularmente o zinco, que tem sido relegada a segundo plano nos programas de adubação.

5. CONCLUSÕES

. A reciclagem de nutrientes, a partir de um manejo adequado de órgãos, bem como a sua exportação junto com a colheita, deve ser levada em consideração em qualquer programa de adubação da bananeira.

. Acima de setenta e cinco por cento do nitrogênio, fósforo e potássio é absorvido a partir do estágio de 180 dias, nas plantas matriz e rebento, bem como mais de setenta por cento do cálcio, magnésio, boro, zinco e cobre é absorvido a partir dos estádios de 240 e 210 dias, nessas plantas, respectivamente, fatos que devem ser considerados em um programa de parcelamento de nutrientes.

. A razão de absorção dos macronutrientes foi de 20K:12N:10Mg:9Ca:1P na planta matriz e de 26,5K:8N:4,5Mg:4,5Ca:1P na rebento.

. A razão de absorção dos micronutrientes foi de 5Zn:2,5B:1Cu na planta matriz e de 5Zn:3B:1Cu na rebento.

. A planta rebento acumula maiores quantidades de matéria seca e nutrientes do que a planta matriz.

. As necessidades da bananeira cv. Prata não se ajustam aos programas de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, que, portanto, devem ser reestudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.J. Relatório de viagem internacional. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA-CNPMPF, 1984. 69p. (mimeografado).
- BRAVO, J.J.; GARCIA, V.; DIAZ, A. & ALVAREZ, C.E. Estudios de relacion suelo-planta en los cultivos de platanos de la Isla de la Palma (Islas Canarias). Anales de Edafologia y Agrobiologia, Madrid, 39(5-6): 914-922, 1980.
- BURAGOHAIN, R. & SHANMUGAYELU, K.G. Studies on the dry matter production of the 'Vayal Vazhai' banana (ABB). Banana Newsletter, Sidney, (9):19-23, 1986.
- CASTRO, L.L. de & SCARDUA, J.A. Estimativa da necessidade potencial de irrigação para o Estado do Espírito Santo. Vitória, ES, EMCAPA, 1985. 87p. (EMCAPA. Documentos, 22).
- CHAMPION, J. El platano; técnicas agrícolas y producciones tropicales. 2.ed. Barcelona, Blume, 1975. 247p.
- CHATTOPADHYAY, T.K. & MALLIK, P.C. Uptake of nutrients by banana at the 8th and 19th leaf stage. Scientia Horticulturae, Amsterdam, 7:55-65, 1977.

- CUNHA, M.A. da. Cultivo de banana no Brasil: produção e pesquisa. Miami, EUA, Reunião sobre Investigación en Banano y Platano, 1984. 25p. (mimeografado).
- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO & EMPRESA CAPIXABA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMATER-ES & EMCAPA). Recomendações técnicas para o cultivo da banana 'Prata' no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES, 1986. 20p. (Articulação Pesquisa-Extensão, 4).
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS (EPAMIG). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 3ª aproximação. Belo Horizonte, 1978. 79p.
- EPSTEIN, E. Nutrição mineral de plantas; princípios e perspectivas. São Paulo, EDUSP, 1975. 341p.
- FERNANDEZ-CALDAS, E; GARCIA, V. & PEREZ GARCIA, V. Etude de l' état nutritionnel du bananier aux Iles Canarie; II. Interactions entre cations. Fruits, Paris, 28(5):351-355, 1973.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; RAMOS, M.T.B. & MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (Musa acuminata, Simmonds) cultivar Nanicão. Ciência e Cultura, São Paulo, 24(1):70-79, 1972.
- GARCIA, R.; GUIJARRO, R. & DIAZ, B. Modificaciones del estado nutricional del banano por efecto del potasio en suelos rojos de Cuba, relacion con el rendimiento y control de la fertilidad. Cultivos Tropicales, Cuba, 1:9-22, 1980.

- GENÚ, P.J.C. Influência da idade da planta e época de amostragem de material do solo, nos teores de K, Ca, Mg em três bananais Prata. Lavras, 1976. 77p. (Mestrado - Universidade Superior de Agricultura de Lavras).
- GOMES, J.A. Plantio e prática culturais da bananeira cultivar Prata. In: SIMPÓSIO SOBRE BANANEIRA PRATA, 1, Cariacica, ES, 1983. Anais. Cariacica, ES, EMCAPA/EMBRAPA, 1983. p.70-90.
- HERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ, C. & SOTO, M. Variacion estacional de los contenidos foliares en el clon "gran enano" en relacion com el potasio aplicado al suelo en la zona de Cariari, Pococi. Reunion ACORBAT, 7, San José, 1985. p.1-14.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUÁRIAS (INIAP). Contenidos foliares de nutriendos minerais en las variedades de banano de la coleccion. Informe Técnico de Banano, Ecuador, 1982. p.14-15.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUÁRIAS (INIAP). Evaluación de las condiciones nutricionales de las plantaciones de banano, mediante el análisis químico de suelo y plantas. Informe Técnico de Banano, Ecuador, 1982. p.11-14.
- 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, Rio Piedras, 65 (4):331-345, 1981.

- JAUHARI, U.S.; MISHRA, R.A. & TEWARI, C.B. Nutrient uptake of banana (Musa paradisiaca) var. Basrai dwarf. Indian Journal of Agricultural Chemistry, Nova Delhi, 7(1):73-79, 1974.
- JOSEPH, K.T. Nutrient content and nutrient removal in bananas as an initial guide for assessing fertilizer needs. Planter, Kuala Lumpur, 47:7-10, 1971.
- LACOEUILHE, J.J. Rythm d'absortion du potassium en relation avec la croissance: cas de l'anas e du bananier. Potassium in tropical crops and soils, 1974. p.177-183.
- LAHAV, E. Le rôle de l'analyse des parties de la plante pour déterminer le niveau potassique du bananier. Fruits, Paris, 27(12):855-864, 1972.
- LAHAV, E. & TURNER, D.W. Fertilizing for high yield banana. Berna, IPI, 1983. 62p. (Bulletin, 7).
- LASSOUDIERE, A. Matière végétale élaborée par le bananier Poyo depuis la plantation jusqu'à la récolte du deuxième cycle. Fruits, Paris, 35(7-8):405-446, 1980.
- LASSOUDIERE, A. Quelques aspects de la croissance et du development du bananier "Poyo" en Côte d' Ivoire; 2 e partie: le sisteme radical. Fruits, Paris, 33(5):314-318, 1978.

MARCHAL, J. & MALLESSARD, R. Comparaison des immobilisations minérales de quatre cultivars de bananiers à fruits pour cuisson et de deux 'Cavendish'. Fruits, Paris, 34(6):373-391, 1979.

MARCHAL, J. & MARTIN-PRÉVEL, P. Les oligo éléments Cu, Fe, Mn, Zn, dans le bananier; niveaux foliaires et bilans. Fruits, Paris, 26(7-8): 483-500, 1971.

MARTIN-PRÉVEL, P. Les éléments minéraux dans le bananier et dans son régime. Fruits, Paris, 17(3):123-128, 1962.

MARTIN-PRÉVEL, P. La nutrition minérale du bananier dans le monde; première partie. Fruits, Paris, 35(9):503-518, 1980.

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

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

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

MESSING, J.H.L. Long term changes in potassium, magnesium and calcium contents of banana plants and soils in the Windwards Islands. Tropical Agriculture, Trinidad, 51(2):154-160, 1974.

MESSING, J.H.L. A comparison of diagnostic sampling methods in bananas. Fruits, Paris, 33(3):167-181, 1978.

MIRANDA, E.R. de; ROSAND, P.C. & SANTANA, C.J.L. de. Adução na cultura da bananeira no sul da Bahia. Bahia, CEPLAC, 1974. 14p.

MONTAGUT, G. & MARTIN-PRÉVEL, P. Essais sol-plante sur bananeraies; besoins en engrais des bananeraies antillaises. Fruits, Paris, 20(6): 265-273, 1965.

NÓBREGA, A.C. Influência do estágio do desenvolvimento, da idade da folha e secção foliar nos teores de nutrientes em folhas da bananeira 'Prata'. Lavras, 1983. 75p. (Mestrado - Universidade Superior de Agricultura de Lavras).

NÓBREGA, A.C. Adução mineral, orgânica e calagem da bananeira cultivar 'Prata'. In: SIMPÓSIO SOBRE BANANEIRA PRATA, 1, Cariacica, ES, 1983. Anais. Cariacica, ES, EMCAPA/EMBRAPA, 1983. p.46-69.

RAMÍREZ, R.; HADDAD, O.; LABOREN, G. & ALBARRÁN, S.E. Accumulation de nitrogeno, fosforo y potasio en las hojas del banano (Dwarf cavendish) en el estado Aragua. Agronomia Tropical, Maracay, 28(5):421-433, 1978.

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

SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/Departamento de Química/USP, 1974. 56p.

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

SHEPHERD, K. Melhoramento genético da bananeira. In: SIMPÓSIO SOBRE BANANEIRA PRATA, 1, Cariacica, ES, 1983. Anais. Cariacica, ES, EMCAPA/EMBRAPA, 1983. p.121-146.

TURNER, D.W. & BARKUS, B. Loss of mineral nutrients from banana pseudostems after harvest. Tropical Agriculture, Trinidad, 50(3):229-233, 1979.

TURNER, D.W. & BARKUS, B. Nutrient concentrations in the leaves of a range of banana varieties growth in the subtropics. Fruits, Paris, 36(4):217-222, 1981.

TURNER, D.W. & BARKUS, B. Yield, chemical composition, growth and maturity of 'Willians' banana plant in relation to supply of potassium, magnesium and manganese. Scientia Horticulturae, Netherlands, 16: 239-252, 1982.

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

- TWYFORD, I.T. Banane nutrition: a review of principles and practices. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 18(5):177-183, 1967.
- TWYFORD, I.T. & WALMSLEY, D. The status of some micronutrients in healthy 'Robusta' banana plants. Tropical Agriculture, Trinidad, 45(4):307-315, 1968.
- TWYFORD, I.T. & WALMSLEY, D. The mineral composition of the 'Robusta' banana plant; I - methods and plant growth studies. Plant and Soil, Netherlands, 39(2):227-243, 1973.
- TWYFORD, I.T. & WALMSLEY, D. The mineral composition of the 'Robusta' banana plant; II - the concentration of mineral constituents. Plant and Soil, Netherlands, 41(4):459-470, 1974.
- TWYFORD, I.T. & WALMSLEY, D. The mineral composition of the 'Robusta' banana plant; III - uptake and distribution of mineral constituents. Plant and Soil, Netherlands, 41(4):471-491, 1974.
- VALSAMMA, M. & ARAVINDAKSHAN, M. Nutrient uptake in rainfed banana var. Palaynkodan. Agricultural Research Journal of Kerala, Kerala, 19(2): 54-61, 1981.
- VEERANNAH, L.; SELVARAJ, P. & ALAGIAMANAVALAN, R.S. Studies on the nutrient uptake in 'Robusta' and 'Poovan'. Indian Journal Horticulture, Coimbatore, 33(3):203-208, 1976.

VORM, P.D.J. van der & DIEST, A. van. Redistribution of nutritive elements in a 'Gross Michel' banana plant. Netherlands Journal Agriculture Science, Netherlands, 30(4):286-296, 1982.

WALMSLEY, D. & TWYFORD, I.T. The zone of nutrition uptake by the 'Robusta' banana. Tropical Agriculture, Trinidad, 45(2):113-118, 1968.

WALMSLEY, D. & TWYFORD, I.T. The mineral composition of the 'Robusta' banana plant; V - sulphur, iron, manganese, boron, zinc, copper, sodium and aluminium. Plant and Soil, Netherlands, 45(3):595-611, 1976.

WARNER, R.M. & FOX, R.L. Nitrogen and potassium nutrition of Giant Cavendish banana in Hawaii. Journal of American Society of Horticultural Science, Virginia, 102(6):739-743, 1977.