

ACÚMULO DE MATÉRIA SECA, ABSORÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MICRONUTRIENTES EM VARIEDADES DE BANANEIRA SOB IRRIGAÇÃO

Accumulation of dry matter, absorption and exportation of micronutrients in banana (*Musa* spp.) varieties under irrigation

Ricardo Bezerra Hoffmann¹, Fábio Henrique Tavares de Oliveira², Hans Raj Gheyi³, Adailson Pereira de Souza⁴, Jandeilson Alves de Arruda⁵

RESUMO

Para estimativa da demanda de micronutrientes pela bananeira (*Musa* spp.) é fundamental que se conheçam as quantidades de matéria seca e de micronutrientes acumuladas na planta e exportadas pelo cacho. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o acúmulo de matéria seca e de micronutrientes em seis variedades de bananeira sob irrigação. Foram amostradas plantas das variedades Grande Naine, Pacovan, Pacovan-Apodi, Prata-Anã, Terrinha e Gross Michel. As variedades foram plantadas em fileiras duplas, sendo 1.666 covas por hectare. Na época da colheita, foram escolhidas quatro touceiras de plantas de cada variedade para amostragem da planta-mãe, que foi dividida em rizoma, pseudocaule, pecíolo, limbo, engaço e frutos. Foram feitas pesagens para a determinação da matéria fresca de cada parte da planta-mãe de uma mesma touceira e retirada uma amostra de aproximadamente 700 g dessas partes para determinação do acúmulo de matéria seca e dos teores de micronutrientes. As amostras foram lavadas rapidamente com água de torneira, depois com água destilada e colocadas sobre as bancadas de uma casa de vegetação para pré-secagem. Posteriormente, foram colocadas em sacos de papel e levadas para uma estufa de circulação forçada de ar para obtenção do acúmulo de matéria seca e determinação dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn. As variedades Pacovan, Prata Anã e Pacovan-Apodi acumularam maiores quantidades de matéria seca e de micronutrientes, quando comparadas com as variedades Grande Naine, Gross Michel e Terrinha, sendo a seguinte ordem decrescente de acúmulo e de exportação de micronutrientes: Mn > Fe > B > Zn > Cu.

Termos para indexação: *Musa* spp., nutrição mineral, análise de plantas.

ABSTRACT

To estimate the demand of micronutrients for the banana plants (*Musa* spp.), it is essential to know the amounts of dry matter and micronutrients accumulated in the plant and exported by the bunch. The objective of this study was to evaluate the accumulation of dry matter and micronutrients by six banana varieties under irrigation. Plants of Grande Naine, Pacovan, Pacovan-Apodi, Prata-Anã, Terrinha and Gross Michel varieties grown in double rows, with a density equivalent to 1,666 plants per hectare were sampled. At harvest four plants of each variety were selected for sampling of mother-plant, which was divided into rhizome, pseudostem, petiole, leaf blade, stalk and fruits. The plant parts were weighed to determine the fresh weight of each part and a sample of about 700 g of each part was collected to determine dry weight and contents of micronutrients. The samples were washed quickly with tap water and later with distilled water and placed in a greenhouse for pre-drying and afterwards conditioned in paper bags were put in an oven of forced circulation of air for obtaining the dry matter and subsequent determination of the contents of B, Cu, Fe, Mn and Zn. The varieties Pacovan, Prata Anã e Pacovan Apodi accumulated greater amounts of dry matter and micronutrients, when compared to the varieties Grande Naine, Gross Michel e Terrinha, observing the following decreasing order of accumulation and export of micronutrients: Mn > Fe > B > Zn > Cu.

Index terms: *Musa* spp., mineral nutrition, plant analysis.

(Recebido em 12 de setembro de 2008 e aprovado em 1 de junho de 2009)

INTRODUÇÃO

Considerando os diversos fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento da bananeira (*Musa* spp.), a nutrição é decisiva para obtenção de alta produtividade, uma vez que as plantas apresentam crescimento rápido e acumulam quantidades elevadas de

nutrientes (Lahav, 1995; Hoffmann et al., 2007; Soares et al., 2008).

A utilização de adubos cada vez mais concentrados, a obtenção de produtividades cada vez mais elevadas e o uso intensivo dos solos, pode provocar, com o tempo, o aparecimento de deficiências de micronutrientes na bananeira. Sendo considerada uma planta perene, podendo

¹Universidade Federal de Viçosa/UFV – Viçosa, MG – ricardobhs@hotmail.com

²Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA – Departamento de Ciências Ambientais – Mossoró, RN

³Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB – Núcleo de Engenharia de Água e Solo – Cruz das Almas, BA

⁴Universidade Federal da Paraíba/UFPB – Departamento de Solos e Engenharia Rural – Areia, PB

⁵Universidade Federal de Viçosa/UFV – Viçosa, MG

ser manejada com planta-mãe, planta-filha e planta-neta em uma mesma touceira, e ainda, com produção média de dois cachos por touceira por ano, a tendência é que os solos cultivados com a bananeira tornem-se deficientes em nutrientes com o tempo. Entre os micronutrientes, as deficiências mais comuns na bananeira são as de B e, principalmente, as de Zn (Lahav & Turner, 1983; Borges & Silva, 1995; López & Espinosa, 1995; Borges et al., 2002), mas, dependendo do solo, deficiências de outros micronutrientes podem aparecer.

Na definição de doses de nutrientes em um programa de recomendação de adubação para a cultura da bananeira, é necessário considerar o balanço de nutrientes no sistema solo-planta. Isso é feito estimando-se corretamente a demanda de nutrientes para que a bananeira alcance uma determinada produtividade e o suprimento de nutrientes para a planta proveniente do solo e da biomassa vegetativa depositada na superfície do solo (Oliveira et al., 2005). No citado trabalho, foram considerados apenas os micronutrientes B e Zn, mas é necessário que se considerem os demais micronutrientes. Para isso, é fundamental a realização de outros trabalhos que avaliem o acúmulo de matéria seca e de micronutrientes em diversas variedades de bananeira, uma vez que as informações sobre o tema são escassas na literatura e insuficientes para o desenvolvimento de um programa de recomendação de adubação com micronutrientes para a cultura da bananeira.

Considerando que a realização de estudos sobre acúmulo de matéria seca e de micronutrientes em diferentes variedades de bananeiras contribui para a melhoria das recomendações de adubação para essa cultura, objetivou-se avaliar o acúmulo de matéria seca e de micronutrientes em seis variedades de bananeira sob irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram amostradas plantas das variedades Grande Naine (AAA), Pacovan (AAB), Pacovan-Apodi (AAAB), Prata-Anã (AAB), Terrinha (AAB) e Gross Michel (AAA), sendo de segundo ciclo as variedades Grande Naine e Prata Anã e as demais de primeiro ciclo, em uma área de plantio comercial de bananeiras sob irrigação da Fazenda Frutacor Ltda, localizada no Perímetro Irrigado do Jaguaribe, numa região semiárida da Chapada do Apodi (5°08'45'' S; 38°05'52'' W, altitude 70 m), município de Limoeiro do Norte, CE. O solo da área era um Cambissolo Háplico (Tabela 1), e seu preparo constou de uma aração e duas gradagens, seguidas da abertura de covas.

As bananeiras foram plantadas em fileiras duplas de 4 m x 2 m x 2 m, representando um estande de 1.666 covas (touceiras) por hectare. Cada touceira era constituída

de uma planta-mãe e uma planta-filha. Em cada cova, antes do plantio, foram aplicados 5 L de esterco bovino, 3,0 g de N (MAP), 6,6 g de P₂O₅ (MAP) e 8,3 g de K₂O (sulfato de potássio). A partir de 30 dias após o plantio e até a colheita, foram aplicados, a cada três dias, via fertirrigação, uréia, sulfato de potássio e cloreto de potássio, conforme recomendações para plantio comercial na Fazenda Frutacor. O manejo cultural consistiu de controle de pragas, doenças e de plantas daninhas e nas irrigações foram aplicados 75 L de água por cova (touceira), diariamente, por gotejamento com 5 emissores por touceira, em 2 turnos de 2 horas.

Por ocasião da colheita, foram selecionadas quatro touceiras que não apresentavam nenhum sintoma visual de deficiência de nutrientes e de ataque de pragas e doenças e que eram de porte representativo da área, para amostragem da planta-mãe, sendo essa, em seguida, dividida em rizoma, pseudocaule, pecíolo, limbo, engajo e fruto. Ainda no campo, foram feitas pesagens para determinação do acúmulo de matéria fresca de cada parte da planta-mãe de uma mesma touceira. Em seguida, foi retirada uma amostra de aproximadamente 700 g de cada parte da planta para determinação da matéria seca, conforme metodologia adaptada de Faria (1997) e descrita a seguir.

No centro do rizoma, foi retirada uma amostra de formato quadrado (5 cm). No pseudocaule, foram retirados três discos de aproximadamente 5 cm de comprimento, sendo retirado um disco no centro e os outros dois próximos das duas extremidades do pseudocaule. Em cada disco de pseudocaule, foi retirado um pedaço no formato tipo fatia de pizza e do tamanho correspondente a ¼ do disco.

Todas as folhas foram divididas em pecíolo e limbo. No centro do pecíolo de cada folha, foram efetuados cortes transversais para retirar um pedaço de aproximadamente 5 cm de comprimento. Na parte central do limbo de cada folha foram efetuados dois cortes transversais, retirando-se um pedaço de aproximadamente 7 cm.

Após o despencamento, o cacho foi dividido em engajo e frutos. No engajo, foram retirados três discos de aproximadamente 5 cm, sendo um disco no centro e os outros dois próximos das duas extremidades. Em cada penca do cacho, foi amostrado um fruto da parte central da penca, alternando frutos em posições inferiores e superiores da penca.

Após pesagem no campo, as amostras foram colocadas em sacos plásticos e transportadas para o Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, no município de Areia, PB. Cada amostra foi lavada rapidamente com água de torneira e, em seguida, com água destilada, para remoção de poeira e outros resíduos presentes na superfície das amostras.

Posteriormente, as amostras foram colocadas em casa de vegetação para realização de pré-secagem e depois colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas para obtenção do acúmulo de matéria seca. As análises químicas de tecido vegetal foram realizadas de acordo com Tedesco et al. (1995).

Para cada nutriente, a exportação absoluta (g t^{-1}) foi calculada dividindo-se a quantidade do nutriente acumulado no cacho (g ha^{-1}) pela produtividade (t ha^{-1}) da bananeira. Para obtenção dos valores de exportação relativa, dividiu-se a quantidade do nutriente acumulado no cacho (g ha^{-1}) pela quantidade do nutriente acumulado na planta toda (g ha^{-1}) e depois se multiplicou o resultado por cem. A eficiência de utilização do nutriente, conforme proposta por Baligar & Fageria

(1997), foi calculada dividindo-se a produtividade pela quantidade do nutriente acumulado na planta toda. A análise estatística dos resultados foi realizada por meio de análises descritivas e pelo teste de agrupamento de Scott-Knott para comparar as cultivares, utilizando-se o software Sisvar (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variedades apresentaram diferentes produções de matéria seca de cacho e de biomassa vegetal que retornam ao solo após a colheita da planta-mãe (Tabela 2). As variedades mais produtivas foram a Gross Michel (41 t ha^{-1}), Pacovan (46 t ha^{-1}) e Pacovan-Apodi (54 t ha^{-1}). Provavelmente, essas diferenças de produtividades entre as seis variedades, refletiu nos resultados do teste de agrupamento de Scott-Knott (Tabela 2), o qual não permitiu agrupá-las de acordo com os grupos genômicos.

Tabela 1 – Atributos químicos e físicos do solo da área em estudo avaliados nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Limoeiro do Norte, CE. 2007.

Características	Unidade	Profundidade	
		0 – 20 cm	20 – 40 cm
Matéria Orgânica	g kg^{-1}	21,3	17,2
pH		7,7	7,7
Cu	mg dm^{-3}	0,8	1,0
Fe	mg dm^{-3}	4,8	4,2
Zn	mg dm^{-3}	3,3	6,9
Mn	mg dm^{-3}	43,7	84,5
P-Mehlich-1	mg dm^{-3}	36,0	20,0
K^+	$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	3,2	3,9
Ca^{2+}	$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	88,0	90,0
Mg^{2+}	$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	27,0	30,0
Na^+	$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	0,0	0,0
Al^{3+}	$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	0,0	0,0
(H+Al)	$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	6,6	5,8
SB	$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	118,2	123,9
CTC	$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	153,4	129,7
V	%	77,1	95,5
CE_{ES}	dS m^{-1}	0,7	0,6
Argila	g kg^{-1}	327,0	328,0
Silte	g kg^{-1}	277,0	288,0
Areia	g kg^{-1}	396,0	384,0
Densidade de partículas	g cm^{-3}	2,7	2,7
Densidade do solo	g cm^{-3}	1,3	1,3
Porosidade total	$\text{cm}^{-3} \text{ cm}^{-3}$	0,5	0,5

A bananeira ‘Pacovan’, apesar de ser uma das variedades mais produtivas, exporta por ocasião da colheita, apenas um quarto da matéria seca que acumula durante todo o seu ciclo, enquanto as variedades Gross Michel e Pacovan-Apodi exportam, aproximadamente, metade da matéria seca acumulada. Em trabalho realizado com ‘Pacovan’, Neves et al. (1991) verificaram que as plantas exportavam cerca de 30% da matéria seca total produzida.

O bom crescimento vegetativo (mais de 10 t ha⁻¹ de matéria seca restituída ao solo) das variedades Grande Naine e Prata Anã não se traduziu em boa produção de cachos, pois essas variedades foram as menos produtivas (Tabela 2). Essa baixa produtividade, provavelmente, foi causada por algum problema desconhecido que aconteceu na área de plantio comercial, talvez um estresse hídrico em período crítico causado por falhas no manejo da irrigação.

A ‘Pacovan’ se destacou como a que mais produziu biomassa vegetal a ser restituída ao solo, enquanto a ‘Gross Michel’ foi a que menos produziu resíduos orgânicos após a colheita do cacho (Tabela 2). Se, por um lado, a ‘Pacovan’ traz grandes benefícios para a ciclagem de carbono e de nutrientes no sistema solo-planta, por outro lado essa variedade apresenta a desvantagem de alocar a maior parte dos fotoassimilados e dos nutrientes absorvidos para as partes vegetativas da planta, em detrimento da produção de frutos.

O acúmulo de matéria seca nas diferentes partes da planta também variou entre as variedades, sendo que, para

a ‘Gross Michel’ e ‘Pacovan-Apodi’, a sequência de acúmulo de matéria seca foi fruto > pseudocaule > folha > rizoma > engaço (Tabela 2). Para a ‘Terrinha’, a sequência de acúmulo de matéria seca foi fruto > pseudocaule > rizoma > folha > engaço.

Ao contrário das variedades Gross Michel e Pacovan-Apodi, na ‘Terrinha’ o acúmulo de matéria seca no rizoma foi maior que o verificado nas folhas, como constatado por Irizarry et al. (1981). As variedades Prata-Anã e Pacovan acumularam maior quantidade de matéria seca no pseudocaule em comparação com as demais partes da planta e, para a ‘Grande Naine’, o rizoma foi a parte da planta que acumulou maior quantidade de matéria seca (Tabela 2). Segundo Oliveira et al. (2005), essas diferenças entre variedades, quanto à quantidade de biomassa vegetal que recicla nutrientes no sistema solo-planta após a colheita do cacho, devem ser levadas em consideração no desenvolvimento de programas de recomendação de adubação para a cultura da bananeira.

Dentre as partes da planta responsáveis pela exportação dos nutrientes (frutos + engaço), todas as variedades apresentaram menor acúmulo de matéria seca no engaço, sendo os frutos, de modo geral, responsáveis por mais de 90% de toda matéria seca exportada. Com exceção da ‘Grande Naine’, nas demais variedades o pseudocaule foi a parte da planta responsável pela maior parte da biomassa vegetal restituída ao solo após a colheita (Tabela 2).

Tabela 2 – Quantidade de matéria seca acumulada em várias partes da planta-mãe de seis variedades de bananeira sob irrigação. Limoeiro do Norte, CE. 2007.

Parte da planta ⁽¹⁾	Variedades					
	Grande Naine (AAA)	Gross Michel (AAA)	Pacovan (AAB)	Pacovan Apodi (AAAB)	Prata Anã (AAB)	Terrinha (AAB)
	----- kg ha ⁻¹ -----					
EXPORTADA	3.250 b	5.792 a	7.415 a	7.260 a	3.596 b	6.391 a
.Fruto	2.961	5.565	7.048	6.936	3.152	6.248
.Engaço	289	227	367	324	444	143
RESTITUÍDA	10.425 c	4.974 e	20.983 a	10.455 c	16.481 b	7.458 d
.Pseudocaule	3.177	2.209	9.451	4.973	7.224	3.108
.Folha	3.227	1.852	5.253	3.195	4.295	2.040
.Rizoma	4.021	913	6.279	2.287	4.962	2.310
TOTAL	13.675 c	10.766 d	28.398 a	17.715 b	20.077 b	13.849 c
P _{exp} (%) ⁽²⁾	24	54	26	41	18	46
Prod. ⁽³⁾ (t ha ⁻¹)	26	41	46	54	25	28

¹Parte da planta exportada (cacho) = fruto + engaço; parte da planta restituída ao solo = pseudocaule + folha + rizoma; folha = limbo + pecíolo e total = parte da planta exportada + parte da planta restituída ao solo. Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. ²Percentual de matéria seca exportada pelo cacho. ³Produtividade de cacho.

A ordem decrescente de acúmulo e exportação de micronutrientes pela maioria das variedades foi $Mn > Fe > B > Zn > Cu$ (Tabelas 3 e 4), semelhante ao que foi verificado por Faria (1997), com exceção da 'Gross Michel' que apresentou maior acúmulo de Cu em relação à Zn. Na 'Pacovan', o acúmulo de Mn (16.889 g ha^{-1}) foi seis vezes maior que o registrado na 'Gross Michel' (2.776 g ha^{-1}), cuja produtividade foi semelhante a da 'Pacovan'. As

variedades Pacovan e Prata Anã foram as que mais acumularam Mn na matéria seca (Tabela 3).

Segundo Alvarez et al. (1999), a análise do solo para Mn, revelou teores considerados altos (Tabela 1) para a camada superficial ($43,7 \text{ mg dm}^{-3}$) e subssuperficial ($84,5 \text{ mg dm}^{-3}$) da área em estudo, o que refletiu nas grandes quantidades acumuladas de Mn nas diversas partes das variedades em estudo, podendo grande parte desse Mn

Tabela 3 – Conteúdo de manganês e ferro em várias partes da planta-mãe de seis variedades de bananeira sob irrigação. Limoeiro do Norte, CE. 2007.

Parte da Planta ⁽¹⁾	Variedades					
	Grande Naine (AAA)	Gross Michel (AAA)	Pacovan (AAB)	Pacovan Apodi (AAAB)	Prata Anã (AAB)	Terrinha (AAB)
----- g ha ⁻¹ -----						
Manganês						
EXPORTADA	722,7 a	164,0 b	415,0 a	491,0 a	767,6 a	130,5 b
.Fruto	674,8	134,4	311,5	401,5	666,3	102,5
.Engaço	47,9	29,6	103,5	89,5	101,3	28,0
RESTITUÍDA	4.112,2 d	2.611,8 d	16.474,2 a	9.082,9 c	13.139,9 b	5.619,2 d
.Pseudocaule	434,5	319,2	4.687,6	1.599,9	2.348,5	1.197,1
.Folha	3.579,8	2.231,0	11.002,9	7.149,7	10.105,1	4.069,0
.Rizoma	97,9	61,6	783,6	333,3	686,3	353,1
TOTAL	4.834,9 c	2.775,8 c	16.889,2 a	9.573,9 b	13.907,5 a	5.749,7 c
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	15	6	3	5	6	2
.Absoluta (g t ⁻¹)	27,90	3,97	9,10	9,06	30,95	4,60
E.U.N. ⁽²⁾ (kg g ⁻¹)	5	15	3	6	2	5
Ferro						
EXPORTADA	253,7 b	56,4 b	534,6 a	298,1 b	201,4 b	239,7 b
.Fruto	196,3	26,6	482,4	268,8	133,2	214,8
.Engaço	57,4	29,8	52,2	29,3	68,2	24,9
RESTITUÍDA	1.335,8 c	954,5 c	2.815,6 a	2.097,8 b	2.123,0 b	956,1 c
.Pseudocaule	433,3	363,9	1.184,5	1.286,4	963,2	388,0
.Folha	375,5	422,8	966,7	445,9	661,4	183,9
.Rizoma	527,0	167,9	664,3	365,5	498,4	384,3
TOTAL	1.589,5 c	1.010,9 c	3.350,2 a	2.395,7 b	2.324,4 b	1.195,8 c
EXPORTAÇÃO						
.Relativa (%)	16	6	16	12	9	20
.Absoluta (g t ⁻¹)	9,76	1,37	11,72	5,50	8,12	8,44
E.U.N. (kg g ⁻¹)	16	41	14	23	11	24

¹Parte da planta exportada (cacho) = fruto + engaço; parte da planta restituída ao solo = pseudocaule + folha + rizoma; folha = limbo + pecíolo e total = parte da planta exportada + parte da planta restituída ao solo. Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. ²Eficiência de utilização do nutriente.

absorvido pelas plantas ser restituída ao solo mediante o retorno da biomassa vegetal da bananeira. A maioria das variedades apresentaram baixa exportação relativa desse nutriente por ocasião da colheita, podendo as variedades retornarem ao solo cerca de 90% do Mn absorvido (Tabela 3). A 'Grande Naine' apresentou uma das maiores exportações relativas de Mn, com cerca de 15% do total acumulado. Em trabalho realizado com a variedade Terra, Borges & Silva (2000) observaram que esta exportou apenas 12% do Mn acumulado na planta, pois este se concentrara principalmente nas folhas.

Para o Fe, a 'Pacovan' foi a que mais acumulou esse nutriente (3.350 g ha^{-1}), cerca de 40% a mais que a 'Pacovan Apodi' e quase três vezes e meia o acumulado pela 'Gross Michel' (Tabela 3), variedades estas que apresentaram produtividades semelhantes. Para as demais variedades, o acúmulo de Fe foi maior na 'Prata Anã' e, praticamente, igual entre as variedades Grande Naine e Terrinha. A 'Prata Anã' acumulou nas plantas (2.324 g ha^{-1}) cerca de duas vezes mais Fe do que a 'Terrinha' (1.196 g ha^{-1}). No entanto, a exportação relativa de Fe da 'Terrinha' foi 20%, valor não muito superior ao verificado para a 'Grande Naine' (16%) e o dobro do que foi verificado para a 'Prata Anã'. A variedade Terrinha foi duas vezes mais eficiente que a 'Prata Anã' na utilização de Fe para a produção de frutos (Tabela 3) possivelmente em virtude da maior quantidade acumulada de Fe na 'Terrinha' quando comparada ao acúmulo na 'Prata Anã', já que as produtividades foram semelhantes.

Para as variedades Pacovan, Pacovan Apodi e Gross Michel, a exportação relativa de Fe foi de 16%, 12% e 6%, respectivamente. Entre as seis variedades, a Gross Michel foi a que apresentou maior eficiência na utilização de Fe e a 'Prata Anã' a menor (Tabela 3). Embora a quantidade de Fe absorvido também tenha sido alta, após a colheita mais de 80% desse nutriente retorna ao solo após a decomposição do rizoma, do pseudocaule e das folhas. Gallo et al. (1972), em trabalho desenvolvido com a variedade Nanicão, observaram que aproximadamente 88% do Fe acumulado na planta estava localizado na biomassa vegetal restituída ao solo após a colheita.

O B foi o terceiro micronutriente mais acumulado pelas bananeiras (Tabela 4). A 'Pacovan' apresentou o maior acúmulo de B, cerca de 808 g ha^{-1} , e a 'Gross Michel' apresentou um acúmulo três vezes menor, sendo o menor acúmulo entre as variedades. Para as variedades Grande Naine, Terrinha, Pacovan Apodi e Prata Anã, as quantidades de B acumuladas foram de 443, 474, 531 e 653 g ha^{-1} , respectivamente.

Quanto à exportação, as variedades apresentaram valores de exportação absoluta de B, variando de $49,1 \text{ g ha}^{-1}$

a 143 g ha^{-1} , o que equivale de 6% a 30% do total acumulado nas plantas (Tabela 4). As variedades Gross Michel, Terrinha e Grande Naine exportaram aproximadamente 30% do total de B acumulado nas plantas, sendo que a 'Gross Michel' obteve a melhor eficiência na utilização desse nutriente (154 kg g^{-1}). Walmsley & Twyford (1976) observaram que a variedade Robusta exportou 24% do B acumulado na planta e Faria (1997) observou que, para a 'Prata Anã', esse valor foi de 23%, indicando que houve também maior presença de B nas partes vegetais nesses estudos.

O micronutriente Zn apresentou maior acúmulo nas plantas das variedades Pacovan (425 g ha^{-1}) e Pacovan-Apodi (386 g ha^{-1}); já, na 'Gross Michel', que apresentou produtividade semelhante (Tabela 2) a essas variedades, o acúmulo foi quase cinco vezes menor. Nas demais variedades, com produtividades mais baixas, o acúmulo de Zn foi menor (Tabela 4). Quanto aos teores de Zn no solo (Tabela 1), esse nutriente tem causado maiores problemas de deficiência nutricional em bananeiras, no entanto, os níveis de Zn no solo, segundo Alvarez et al. (1999) estão altos, o que, provavelmente favoreceu o desenvolvimento das plantas e seu acúmulo nos tecidos vegetais das variedades de bananeira.

Quanto à exportação, as variedades Pacovan Apodi, Grande Naine e Terrinha exportaram cerca de 30% do Zn que acumularam, já, as demais, em torno de 17%, com a 'Gross Michel' apresentando a melhor eficiência de utilização desse nutriente, cerca de 480 kg g^{-1} , enquanto a menor eficiência (107 kg g^{-1}) foi observada na variedade Pacovan.

Dados semelhantes foram encontrados por Faria (1997) com 'Prata Anã', que observou uma exportação de 35% do total do Zn acumulado nas plantas de bananeira, enquanto Gallo et al. (1972) observaram que a variedade Nanicão exportou 25% do Zn acumulado na planta.

Para o cobre, as plantas da variedade Terrinha apresentaram o menor acúmulo, cerca de 53 g ha^{-1} e a 'Pacovan Apodi', que apresentou a maior produtividade (Tabela 2), acumulou cerca de 199 g ha^{-1} de Cu (Tabela 4). As variedades Gross Michel, Pacovan e Prata Anã acumularam quantidades semelhantes de Cu, aproximadamente 145 g ha^{-1} . Na Tabela 1, nota-se que o teor de Cu encontrado no solo é considerado médio, segundo Alvarez et al. (1999), o que não compromete o desenvolvimento das bananeiras. Comparando a 'Terrinha' com as variedades Grande Naine e Prata Anã, que apresentaram produtividades semelhantes, observou-se que a 'Terrinha' teve um acúmulo de Cu quase três vezes menor (Tabela 4).

Tabela 4 – Conteúdo de boro, zinco e cobre em várias partes da planta-mãe de seis variedades de bananeira sob irrigação. Limoeiro do Norte, CE. 2007.

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

¹Parte da planta exportada (cacho) = fruto + engaço; parte da planta restituída ao solo = pseudocaule + folha + rizoma; folha = limbo + pecíolo e total = parte da planta exportada + parte da planta restituída ao solo. Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. ²Eficiência de utilização do nutriente.

Em termos de exportação relativa a 'Grande Naine' exportou 61% do Cu total acumulado nas plantas e a 'Pacovan Apodi' exportou apenas 9% de todo o Cu que acumulou (Tabela 4). A 'Terrinha' foi a variedade em que houve a melhor eficiência de utilização do nutriente Cu (536 kg g⁻¹), enquanto que na 'Prata Anã' observou-se a menor eficiência (175 kg g⁻¹).

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

CONCLUSÕES

A ordem decrescente de acúmulo e de exportação de micronutrientes pelas seis variedades foi: Mn > Fe > B > Zn > Cu.

As variedades Pacovan, Prata Anã e Pacovan-Apodi acumularam maior quantidade de matéria seca e de micronutrientes, quando comparadas com as variedades Grande Naine, Gross Michel e Terrinha;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p.25-32.
- BALIGAR, V.C.; FAGERIA, N.K. Nutrient use efficiency in acid soils: nutrient management and plant use efficiency. In: MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.C.; SCHAFFERT, R.E.; FAGERIA, N.K.; ROSOLEM, C.A.; CANTARELLA, H. (Eds.). **Plant-soil interactions at low pH: sustainable agriculture and forestry production**. Campinas: Brazilian Soil Science Society, 1997. p.75-95.
- BORGES, A.L.; RAIJ, B. van; MAGALHÃES, A.F.J.; BERNARDI, A.C.C. **Nutrição e adubação da bananeira irrigada**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8p. (Circular técnica, 48).
- BORGES, A.L.; SILVA, S.O. Extração de macronutrientes por cultivares de banana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.17, p.57-66, 1995.
- BORGES, A.L.; SILVA, T.O. **Absorção, exportação e restituição ao solo de nutrientes pela bananeira 'Terra'**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 3p. (Comunicado técnico, 66).
- FARIA, N.G. **Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores de bananeira**. 1997. 66p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1997.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.
- GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; RAMOS, M.T.B.; MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata* Simmonds). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.24, n.1, p.70-79, 1972.
- HOFFMANN, R.B.; OLIVEIRA, F.H.T.; SOUZA, A.P.; GHEYI, H.R.; SANTOS, H.C. Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de macronutrientes em seis cultivares de bananeira irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- IRIZARRY, H.; ABRUNÃ, F.; RODRIGUES, J.; DIAZ, N. Nutrient uptake by intensively managed plantains as related to stage of growth at two locations. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v.65, n.1, p.331-345, 1981.
- LAHAV, E. Banana nutrition. In: GOWEN, S. (Ed.). **Bananas and plantains**. London: Chapman & Hall, 1995. p.258-316.
- LAHAV, E.; TURNER, D.W. **Banana nutrition**. Berne: International Potash Intitute, 1983. 62p. (Bulletin, 7).
- LÓPEZ, M.A.; ESPINOSA, M.J. **Manual de nutricion y fertilizacion del banano**. Quito: CORBANA/Instituto de la Potassa y el Fósforo, 1995. 82p.
- NEVES, R.L.L.; FERREYRA, F.F.H.; MACIEL, R.F.P.; FROTA, J.N.E. Extração de nutrientes em banana (*Musa sp.*) cv. Pacovan. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.22, n.1/2, p.115-120, 1991.

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

SOARES, F.A.L.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T.; FERNANDES, P.D.; ALVES, A.N.; SILVA, F.V. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras “Prata Anã” e “Grand Naine”. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.2054-2058, 2008.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, planta e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.

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**, Dodrecht, v.45, n.1, p.595-611, 1976.