

Acúmulos de fitomassa e nutrientes por variedades de bananeiras em sistema orgânico de produção



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
143**

**Acúmulos de fitomassa e nutrientes
por variedades de bananeiras em
sistema orgânico de produção**

*Ana Lúcia Borges
Edson Carvalho do Nascimento Filho
José Virmondés Carneiro Araújo*

**Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2023**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 07
44380-000, Cruz das Almas, Bahia
Fone: 75 3312-8048
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente
Eduardo Chumbinho de Andrade

Secretária-executiva
Maria da Conceição Pereira da Silva

Membros
*Ana Lúcia Borges, Áurea Apolinário de
Albuquerque Gerum, Cinara Fernanda Garcia
Morales, Harllen Sandro Alves Silva, Herminio
Souza Rocha, Jailson Lopes Cruz, José
Eduardo Borges de Carvalho, Paulo Ernesto
Meissner Filho, Tatiana Goes Junghans*

Supervisão editorial
Eduardo Chumbinho de Andrade

Revisão de texto
Alessandra Angelo

Normalização bibliográfica
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro Perrone

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Andreza dos Santos Lima

Fotos da capa
Edson Carvalho do Nascimento Filho

1ª edição
Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Borges, Ana Lúcia

Acúmulos de fitomassa e nutrientes por variedades de bananeiras
em sistema orgânico de produção / Ana Lúcia Borges, Edson Carvalho do
Nascimento Filho, José Virmondes Carneiro Araújo—Cruz das Almas, BA:
Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2023.

40 p. il. 22 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa
Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-5003).

1 *Musa* spp. 2 Agricultura orgânica I. Borges, Ana Lúcia II. Nascimento
Filho, Edson Carvalho do III. Araújo José Virmondes Carneiro IV. Título.
5. Série.

CDD 634.772

Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro Perrone (CRB5 – 11/61) ©Embrapa, 2023

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	9
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	38
Referências	39

Acúmulos de fitomassa e nutrientes por variedades de bananeiras em sistema orgânico de produção

Ana Lúcia Borges¹

Edson Carvalho do Nascimento Filho²

José Virmondês Carneiro Araújo²

Resumo – As bananeiras demandam grandes quantidades de nutrientes para o seu desenvolvimento vegetativo e produção. Além disso, há diferenças de exigências nutricionais entre as variedades e sistemas de cultivo. No sistema orgânico deve-se priorizar a utilização de espécies vegetais adaptadas às condições edafoclimáticas locais e tolerantes a pragas e doenças. Assim, a avaliação dos nutrientes em variedades de bananeiras cultivadas nesse sistema é necessária para definir o melhor manejo a ser adotado. O trabalho objetivou determinar a quantidade de fitomassa e de nutrientes acumuladas nos diversos órgãos em variedades de bananeira cultivadas em sistema orgânico. Na colheita do segundo ciclo, três plantas de cada variedade de bananeira foram selecionadas e oito órgãos: rizoma, pseudocaule (cilindro central e bainha), folhas (limbo foliar e pecíolo, e nervura central), engaço, coração e frutos (casca e polpa) amostrados e secos a 60 °C em estufa de circulação de ar até massa constante. As sete variedades avaliadas foram: 1) triploides AAB, Prata Anã e Pacovan e 2) tetraploides AAAB, BRS Platina, Galil 18, BRS Japira, BRS Preciosa e BRS Princesa. Amostras de cada órgão das variedades, após avaliação das massas verde e seca, foram moídas e determinados em laboratório os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e os micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn). As quantidades de nutrientes acumuladas, calculadas com base na fitomassa produzida e na concentração do nutriente, foram analisadas estatisticamente e agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os resultados mostraram que os frutos acumularam maior quantidade de fitomassa sem diferença entre variedades. As bananeiras ‘BRS Preciosa’ e ‘Galil 18’ se destacaram como acumuladoras

¹ Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

² Engenheiro-agrônomo pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA

de fitomassa, no pseudocaule, rizoma e folhas. Em média, os macronutrientes acumulados em ordem decrescente foram: $K > N > Mg > Ca > P > S$, com destaque para a 'BRS Preciosa'. Exceto o N, mais acumulado nos frutos, a bainha foi o órgão que apresentou maior quantidade de macronutrientes. Os micronutrientes acumulados em ordem decrescente foram: $Fe > Mn > Zn > B > Cu$, em média. O pseudocaule, rizoma e frutos acumularam quantidades maiores de micronutrientes. O K foi o nutriente mais restituído ao solo pela fitomassa em todas as variedades de bananeiras, correspondendo a 64% dos macronutrientes e 76% da quantidade acumulada. Percentualmente, o Ca foi o macronutriente mais restituído ao solo (91%) e o N o menor (62%). Quantitativamente, o Fe foi o micronutriente mais restituído seguido pelo Mn e, percentualmente, o Mn foi o mais restituído (88%). O K foi o nutriente mais retirado pelos cachos (média de 126 kg ha^{-1}), correspondendo a 24% da quantidade acumulada, e o S o menor ($3,6 \text{ kg ha}^{-1}$), correspondendo a 21%. Dentre os micronutrientes, o Fe foi o mais retirado pelos cachos ($5,6 \text{ kg ha}^{-1}$) e o Cu em menor quantidade ($0,2 \text{ kg ha}^{-1}$).

Termos para indexação: *Musa* spp., restituição nutrientes ao solo, retiradas de nutrientes pelo cacho, distribuição nutrientes na planta.

Phytomass and nutrients accumulation by banana varieties in an organic production system

Abstract – Banana plants demand large amounts of nutrients for their vegetative development and production. In addition, there are differences in nutritional requirements between varieties and crop systems. In the organic system, priority should be given to the use of plant species adapted to local edaphoclimatic conditions and tolerant to pests and diseases. Thus, the evaluation of nutrients in banana varieties cultivated in this system is necessary to define the best management to be adopted. The study aimed to determine the amount of phytomass and nutrients accumulated in different banana varieties organs grown in an organic system. In the second cycle, three plants of each banana variety were selected and eight organs: rhizome, pseudostem (central cylinder and sheath), leaves (leaf limb and petiole, and midrib), stem, heart and fruits (peel and pulp), sampled and dried at 60 °C in an air circulation oven until constant mass. The seven varieties evaluated were: 1) triploid AAB, Prata Anã and Pacovan, and 2) tetraploid AAAB, BRS Platina, Galil 18, BRS Japira, BRS Preciosa and BRS Princesa. Samples of each organ of the varieties, after evaluation of green and dry mass, were ground and the macronutrients (N, P, K, Ca, Mg and S) and micronutrients (B, Cu, Fe, Mn and Zn) were determined in the laboratory. The amounts of accumulated nutrients, calculated based on the phytomass produced and the concentration of the nutrient, were statistically analyzed and grouped using the Scott-Knott test ($p < 0.05$). The results showed that the fruits accumulated a greater amount of phytomass with no difference between varieties. The banana 'BRS Preciosa' and 'Galil 18' stood out as accumulators of phytomass, in the pseudostem, rhizome and leaves. On average, the macronutrients accumulated in descending order were: $K > N > Mg > Ca > P > S$, with emphasis on 'BRS Preciosa'. Except for N, which was more accumulated in the fruits, the sheath was the organ that presented the highest amount of macronutrients. The micronutrients accumulated in descending order were: $Fe > Mn > Zn > B > Cu$, on average. The pseudostem, rhizome and fruits accumulated higher amounts of micronutrients. K was the nutrient most returned to the soil by phytomass in all banana varieties, corresponding to 64% of the macronutrients and 76% of the accumulated

amount. As a percentage, Ca was the macronutrient most returned to the soil (91%) and N the smallest (62%). Quantitatively, Fe was the most restituted micronutrient followed by Mn and, in percentage terms, Mn was the most restituted (88%). K was the nutrient most removed by bunches (average of 126 kg ha⁻¹), corresponding to 24% of the accumulated amount, and S the smallest (3.6 kg ha⁻¹), corresponding to 21%. Among the micronutrients, Fe was the most removed by bunches (5.6 kg ha⁻¹) and Cu in the smallest amount (0.2 kg ha⁻¹).

Index terms: *Musa* spp., nutrients restitution to the soil, bunch nutrients removal, nutrients distribution in the plant.

Introdução

A bananeira (*Musa* spp.) é uma planta que acumula quantidades elevadas de fitomassa e de nutrientes nos órgãos vegetativos e nos frutos, e quanto maior a produtividade da planta, maior é a quantidade retirada de nutrientes, principalmente potássio (K) e nitrogênio (N), que são os nutrientes mais absorvidos (Neves et al., 1991; Borges et al., 2016; Borges; Velame, 2018). Contudo, apesar de absorverem grandes quantidades de nutrientes, as bananeiras, após a colheita, restituem ao solo de 66% a 93% dos nutrientes absorvidos, na forma de pseudocaules, folhas e rizomas.

A exigência de nutrientes de uma variedade de bananeira depende do seu potencial produtivo, do balanço entre os elementos no solo, além do desenvolvimento do sistema radicular, que interferirá na absorção dos nutrientes (Soto Ballester, 1992). Assim, as variedades de bananeiras acumulam e restituem ao solo quantidades diferentes de nutrientes (Borges; Velame, 2018).

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, estimando-se a demanda de nutrientes para que a bananeira alcance sua produtividade ótima; o suprimento de nutrientes para a planta é proveniente do solo e também da fitomassa depositada na superfície do solo (Silva et al., 2001; Oliveira et al., 2005). O conhecimento da quantidade restituída ao solo é importante para adequada recomendação de adubação, visando minimizar custos com fertilizantes e o aproveitamento da fitomassa proveniente da bananeira.

Estudo com a bananeira 'Thap Maeo' (AAB), no bioma Amazônia, Moreira e Fageria (2009) verificaram maior acúmulo de K, representando 70,8% dos nutrientes absorvidos, enquanto 81,2% (1.027,8 kg ha⁻¹) estão acumulados na fitomassa restituída ao solo. Dentre os macronutrientes, o cálcio (Ca) foi o mais restituído em termos percentuais (95,2%), correspondendo a 132,3 kg ha⁻¹, enquanto o P o de menor quantidade (51,6%), representando 14,8 kg ha⁻¹.

Na região semiárida, sob irrigação, Hoffmann et al. (2010b) avaliando diferentes variedades de bananeira, verificaram para a 'Prata Anã' e a 'Pacovan' restituição pela fitomassa (pseudocaulo, folhas e rizoma), em kg ha⁻¹, de 742,9 e 1.073,3 de K; 121,9 e 162,8 de N; 79,3 e 67,4 de S; 59,0 e

72,0 de Mg; 50,0 e 69,1 de Ca e 17,2 e 18,2 de P, respectivamente, na época da colheita.

No ecossistema Mata Atlântica, Borges e Velame (2018) verificaram em variedades de bananeiras tipo Prata ('Prata Anã' e 'BRS Platina') e tipo Maçã ('BRS Princesa'), que a bainha foi o órgão que apresentou maior acúmulo de K, que variou de 56,6 kg ha⁻¹ (média da 'Prata Anã' e 'BRS Platina') a 78,1 kg ha⁻¹ ('BRS Princesa'), o que correspondeu a aproximadamente 33% do K absorvido.

A avaliação da exigência nutricional de variedades de bananeiras no sistema orgânico é importante para definir o que se adequa melhor a esse sistema, bem como quantificar o acúmulo de nutrientes nos diferentes órgãos e a partir disso definir um plano de adubação adequado, uma vez que existem diferenças entre sistemas de produção. Borges e Velame (2018) verificaram que o sistema convencional, independente da variedade, proporcionou maior produção e maior retirada de fitomassa seca pelo cacho em relação ao sistema orgânico.

Na região semiárida da Bahia, Carvalho et al. (2020), estudando duas variedades de banana em cultivo orgânico, verificaram diferenças entre variedades nos teores de Fe, Zn e S. A 'Prata-Anã' se destacou com número de folhas e frutos por penca, enquanto a 'BRS Platina' apresentou maior massa média das pencas e do fruto, bem como o comprimento do fruto.

Assim, o objetivo do trabalho foi quantificar a fitomassa e o acúmulo de nutrientes nos diversos órgãos, em sete variedades de bananeiras triploides (AAB) e tetraploides (AAAB) cultivadas em sistema orgânico, no 2º ciclo de produção.

Material e Métodos

O experimento, em sistema orgânico de produção, foi implantado em Latossolo Amarelo Distrocoeso de Tabuleiro Costeiro, na Unidade de Pesquisa de Produção Orgânica (UPPO) da Embrapa Mandioca e Fruticultura e avaliadas bananeiras do 2º ciclo. As plantas foram cultivadas no espaçamento em fileiras duplas de 4 m x 2 m x 2 m sob manejo com coberturas vegetais do solo, constituídas de 75% de leguminosas (feijão-de-porco - *Canavalia ensiformis* +

crotalária júncea - *Crotalaria juncea*) + 25% de não leguminosas (girassol - *Helianthus annuus* + sorgo - *Sorghum bicolor*), semeadas em faixas de 3 m nas entrelinhas de 4 m das bananeiras, e adubação das bananeiras a cada três meses com composto orgânico enriquecido com fosfato natural e cinzas de madeira. As coberturas vegetais foram ceifadas a 20 cm do solo ao final da estação chuvosa e a fitomassa mantida na superfície do solo.

Foram avaliadas sete variedades de bananeiras: Prata Anã (triploide AAB), BRS Platina e Galil 18 (tetraploides AAAB, provenientes da Prata Anã), Pacovan (triploide AAB), BRS Japira e BRS Preciosa (AAAB, provenientes da Pacovan) e BRS Princesa (AAAB, tipo Maçã).

Por ocasião das colheitas dos cachos do 2º ciclo, preferencialmente realizadas nas primeiras horas do dia (temperatura mais amena), durante o período de cinco meses, três plantas de cada variedade foram selecionadas e os oito órgãos amostrados para determinação da fitomassa e teores de nutrientes.

As plantas selecionadas foram transportadas para o laboratório de práticas culturais da Embrapa Mandioca e Fruticultura para determinação, separadamente, da fitomassa verde dos diferentes órgãos da planta. Os órgãos amostrados foram: rizoma, cilindro central + bainha (pseudocaule), limbo foliar + pecíolo incluindo as nervuras (folhas), coração, frutos e engaço, segundo metodologia de Martin-Prével et al. (1965). Cada órgão inteiro, após determinar sua massa verde, foi amostrado quantificando-se a massa verde da amostra, que, depois de lavada com água destilada, foi seca a 60 °C em estufa de circulação de ar até massa constante (7 a 15 dias), para determinação da fitomassa seca. As 168 amostras secas (7 variedades x 8 órgãos x 3 repetições) foram trituradas em moinho do tipo Willey e acondicionadas em sacos plásticos para posterior análises químicas.

Os macronutrientes P, K, Ca, Mg e S e os micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados por digestão úmida nítrico-perclórica ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$, 4:1), utilizando 0,5 g do material moído. O N foi determinado por digestão sulfúrica e destilação em semimicro Kjeldahl e o B por digestão seca utilizando 0,25 g de material moído colocado em cadinho de porcelana e levado na mufla (550 °C) (Tedesco et al., 1995).

Com as concentrações de nutrientes obtidas em g kg^{-1} (macronutrientes) e mg kg^{-1} (micronutrientes) foram calculadas as quantidades acumuladas em cada órgão, multiplicando a fitomassa seca pelos teores de nutrientes e dividindo por cem ($\text{MS (kg)} \times \text{concentração nutriente}$). A retirada de nutrientes pelos cachos refere-se aos frutos e ao engaço; os demais órgãos permaneceram na área considerando-se a fitomassa restituída ao solo.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste F considerando o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 7×8 , variedades e órgãos da planta. As médias das variedades e dos órgãos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico Sisvar. As quantidades acumuladas na planta e retiradas pelo cacho do macronutriente (kg ha^{-1}) e do micronutriente (g ha^{-1}) que sobressaíram foram correlacionadas (coeficiente de correlação R) com a produtividade estimada.

Resultados e Discussão

Fitomassa da bananeira

As variedades de bananeira (*Musa* spp.), triploides e tetraploides, acumulam quantidades diferentes e elevadas de fitomassa nos órgãos vegetativos e frutos. A fitomassa seca total dos frutos não diferiu entre as variedades, com valor médio de $3,6 \text{ kg planta}^{-1}$ ($5,9 \text{ t ha}^{-1}$) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Distribuição de fitomassa seca em diferentes órgãos de bananeiras (g planta⁻¹) cultivadas em sistema orgânico de produção. Cruz das Almas, BA.

Variedade	Órgãos da planta						Total
	Rizoma	Pseudocaule	Folhas	Coração	Engaço	Frutos	
	g planta ⁻¹						
Prata Anã	2.415,3 A	1.809,0 B	973,4 B	18,4 B	228,9 A	2.479,6 A	7.924,6
BRS Platina	1.703,1 B	2.751,1 A	1.839,6 A	72,5 A	245,4 A	3.439,5 A	10.051,2
Gail 18	2.161,1 A	2.616,2 A	1.692,5 A	23,4 B	238,7 A	3.444,2 A	10.176,1
Pacovan	951,5 B	1.181,9 B	685,2 B	6,4 B	123,3 B	4.113,2 A	7.061,5
BRS Japira	1.673,6 B	1.725,7 B	1.173,5 B	9,9 B	143,5 B	3.832,4 A	8.558,6
BRS Preciosa	2.981,8 A	3.198,7 A	2.384,4 A	25,5 B	297,8 A	4.335,4 A	13.223,6
BRS Princesa	1.009,1 B	1.866,1 B	1.283,8 B	25,4 B	160,5 B	3.319,4 A	7.664,3
Média	1.842,2	2.164,1	1.433,2	25,9	205,4	3.566,2	
CV (%)	31,8	28,3	26,6	78,3	23,2	19,5	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Tabela 2. Distribuição de fitomassa seca em diferentes órgãos (kg ha⁻¹) e produtividade estimada (t ha⁻¹) de bananeiras cultivadas em sistema orgânico de produção. Cruz das Almas, BA.

Variedade	Órgãos da planta						Frutos	Prod. estimada t ha ⁻¹
	Rizoma	Pseudocaule	Folhas	Coração	Engaço	kg ha ⁻¹		
Prata Anã	4.023,9 A	3.013,8 B	1.621,7 B	30,7 B	381,35 A	4.131,0 A	21,5 C	
BRS Platina	2.837,4 B	4.583,3 A	3.064,8 A	120,8 A	408,84 A	5.730,2 A	28,1 B	
Gaílil 18	3.600,4 A	4.358,6 A	2.819,7 A	39,0 B	397,67 A	5.738,0 A	32,7 A	
Pacovan	1.585,2 B	1.969,0 B	1.141,5 B	10,7 B	205,42 B	6.852,6 A	15,0 D	
BRS Japira	2.788,2 B	2.875,0 B	1.955,1 B	16,5 B	239,07 B	6.384,8 A	31,9 A	
BRS Preciosa	4.967,7 A	5.329,0 A	3.972,4 A	42,5 B	496,13 A	7.222,8 A	34,4 A	
BRS Princesa	1.681,2 B	3.108,9 B	2.138,8 B	42,3 B	267,39 B	5.530,1 A	20,6 C	
Média	3.069,1	3.605,4	2.387,7	43,1	342,20	5.941,3	26,3	
CV (%)	31,8	28,3	26,6	78,3	23,2	19,5	15,0	

¹Produtividade estimada. Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05).

As maiores quantidades de fitomassa seca no rizoma ocorreram na 'BRS Preciosa', 'Prata Anã' e 'Galil-18' (média de 2,5 kg planta⁻¹ ou 4,2 t ha⁻¹); valores menores foram obtidos nas demais variedades, correspondendo à média de 1,3 kg planta⁻¹ (2,2 t ha⁻¹) (Tabelas 1 e 2). Valores estes inferiores aos obtidos por Hoffmann et al. (2010b) para a 'Prata Anã' e, notadamente, a 'Pacovan', porém em outro ecossistema e manejo.

A fitomassa seca do pseudocaule foi maior na 'BRS Preciosa', 'BRS Platina' e 'Galil 18' (média de 2,9 kg planta⁻¹), ou seja, 4,8 t ha⁻¹ (Tabelas 1 e 2). Os tetraploides são plantas mais vigorosas e apresentam maior quantidade de fitomassa.

Quanto às folhas, o comportamento das variedades foi semelhante ao do pseudocaule, com maiores médias de 2,0 kg planta⁻¹ (3,3 t ha⁻¹) (Tabelas 1 e 2). As fitomassas das folhas foram bem inferiores às obtidas por Hoffmann et al. (2010b) para 'Prata Anã' e 'Pacovan' em sistema convencional irrigado.

A 'Prata Anã' produziu quantidades de fitomassas secas no pseudocaule e folhas inferiores aos seus dois híbridos (BRS Platina e Galil 18) (Tabelas 1 e 2), como também aos obtidos por Hoffmann et al. (2010b) no semiárido.

Para o engajo, as menores quantidades foram observadas na 'Pacovan', 'BRS Japira' e 'BRS Princesa', correspondendo à média de 142,4 g planta⁻¹ (237 kg ha⁻¹) de fitomassa seca. Hoffmann et al. (2010b) obtiveram valores superiores da fitomassa do engajo para a 'Pacovan' no sistema convencional. Já para o coração, a 'BRS Platina' apresentou maior valor, de 72,5 g planta⁻¹ (120 kg ha⁻¹), enquanto a média das demais variedades foi de 18,2 g planta⁻¹ (30,3 kg ha⁻¹) (Tabelas 1 e 2). O tamanho do coração da 'BRS Platina' é, visualmente, superior às demais variedades.

Considerando o total de fitomassa produzida por todos os órgãos, a BRS Preciosa (13,2 kg planta⁻¹ e 22,0 t ha⁻¹), seguidas da Galil 18 (10,2 kg planta⁻¹ e 16,9 t ha⁻¹) e da BRS Platina (10,1 kg planta⁻¹ e 16,7 t ha⁻¹) produziram maiores quantidades (Tabelas 1 e 2). Já Borges e Velame (2018) verificaram que a 'BRS Platina' produziu menos fitomassa total que a 'BRS Princesa'. Quantitativamente a 'BRS Preciosa' restituiu ao solo (rizoma + pseudocaule + folhas + coração) maior montante de fitomassa (8,6 kg planta⁻¹ e 14,3 t ha⁻¹); contudo, a 'Prata Anã' restituiu ao solo 66% da fitomassa produzida, correspondendo a 5,2 kg planta⁻¹ (8,7 t ha⁻¹), porém bem inferior ao valor

obtido por Hoffmann et al. (2010b) que foi em torno de 16 t ha⁻¹ e o percentual (82%). Já a 'Pacovan' restituiu menor volume de fitomassa, 2,8 kg planta⁻¹ (4,7 t ha⁻¹), bastante inferior ao valor obtido por Hoffmann et al. (2010b) que foi em torno de 21 t ha⁻¹, porém em ecossistema e sistema de cultivo diferentes.

Quanto à quantidade de fitomassa retirada do campo, quantitativamente a 'BRS Preciosa' retirou (frutos + engajo) maior volume (4,6 kg planta⁻¹ e 7,7 t ha⁻¹); contudo, correspondendo a apenas 35% da fitomassa produzida. Por outro lado, a 'Pacovan' retirou 60% da fitomassa produzida, representando 4,2 kg planta⁻¹ (7,0 t ha⁻¹) (Tabelas 1 e 2). Entretanto, Hoffmann et al. (2010b), em sistema convencional, verificaram percentual de retirada da 'Pacovan' de 26%. Considerando a produtividade estimada, a 'BRS Preciosa', a 'Galil 18' e 'BRS Japira' foram superiores, com média de 33,0 t ha⁻¹ (Tabela 2).

Nutrientes acumulados

Macronutrientes

As bananeiras 'BRS Preciosa' e 'Galil 18' acumularam maior quantidade de N, correspondendo à média de 114,2 kg ha⁻¹; enquanto a 'BRS Pacovan' a menor quantidade (64,4 kg ha⁻¹). Já as demais variedades acumularam quantidade média de 81 kg ha⁻¹ (Tabela 3, Figuras 1 e 2). Os frutos e folhas (limbo foliar) foram os órgãos onde houve maior acúmulo de N, principalmente na 'Galil 18', 'BRS Preciosa' e 'BRS Princesa' (Tabela 3, Figuras 3 e 4). Borges e Velame (2018) constataram na 'BRS Princesa', em sistema orgânico, maior acúmulo de N no limbo foliar. Os triploides 'Prata Anã' e 'Pacovan' acumularam significativamente mais N nos frutos, enquanto no limbo foliar ocorreram nos tetraploides 'BRS Preciosa', 'BRS Platina' e 'BRS Princesa' (Tabela 3). Hoffmann et al. (2010b) também verificaram maior acúmulo de N nos frutos da 'Pacovan', porém na 'Prata Anã' encontra-se nas folhas.

Tabelas 3. Acúmulo de macronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Nitrogênio (N)									
	Prata Anã	BRS Platina	Gaill 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa	BRS Princesa	Média		
Bainha	9,88 Ab	8,55 Ac	7,32 Bb	3,79 Bb	9,61 Ab	13,57 Ab	5,27 Bb	8,28 c		
Cil. central	2,16 Ac	3,42 Ad	3,89 Ac	1,64 Ac	2,47 Ac	5,21 Ac	2,21 Ab	3,00 e		
Coração	0,33 Ac	1,36 Ad	0,36 Ac	0,13 Ac	0,20 Ac	0,39 Ad	0,55 Ab	0,48 f		
Limbo foliar	8,21 Cb	19,31 Aa	19,33 Aa	6,50 Cb	11,50 Bb	20,91 Aa	13,30 Ba	14,23 b		
Pecíolo	1,58 Ac	3,11 Ad	3,42 Ac	0,86 Ac	1,91 Ac	3,23 Ac	2,07 Ab	2,31 e		
Rizoma	6,35 Ab	3,90 Bd	9,93 Ab	1,80 Bc	4,15 Bc	2,12 Ad	2,12 Bb	5,26 d		
Total 1	28,51	39,65	44,25	14,72	29,84	45,43	25,52	32,56		
Frutos	19,33 Ba	14,71 Bb	22,56 Aa	23,87 Aa	20,43 Aa	24,78 Aa	16,26 Ba	20,23 a		
Engaço	0,10 Ac	0,06 Ad	0,05 Ac	0,05 Ac	0,04 Ac	0,07 Ad	0,05 Ab	0,06 f		
Total 2	19,43	14,77	22,61	23,92	20,47	24,85	16,31	20,34		
Total	47,94 B	54,42 B	66,86 A	38,64 C	50,31 B	70,28 A	41,83 B	52,90		

Tabelas 3. Acúmulo de macronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Fósforo (P)								Média
	Prata Anã	BRS Platina	Galil 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa	BRS Princesa		
Bainha	7,88 Ba	9,18 Aa	10,95 Aa	4,11 Ca	7,17 Ba	10,26 Aa	4,37 Ca		7,70 a
Cil. central	0,94 Ab	1,40 Ac	1,54 Ac	0,64 Ab	1,1 Ab	1,99 Ac	0,88 Ab		1,12 c
Coração	0,06 Ab	0,26 Ac	0,15 Ac	0,04 Ab	0,04 Ab	0,12 Ac	0,13 Ab		0,12 d
Limbo foliar	0,74 Ab	1,38 Ac	1,41 Ac	0,60 Ab	1,15 Ab	2,36 Ac	0,94 Ab		1,23 c
Pecíolo	0,79 Ab	1,29 Ac	0,90 Ac	1,29 Ab	1,08 Ab	1,97 Ac	0,61 Ab		0,99 c
Rizoma	1,37 Ab	0,74 Ac	1,18 Ac	0,44 Ab	1,05 Ab	2,55 Ac	0,48 Ab		1,11 c
Total 1	11,78	14,25	16,13	7,12	11,59	19,25	7,41		12,50
Frutos	3,53 Ab	5,72 Ab	5,98 Ab	6,20 Aa	6,27 Aa	7,15 Ab	4,02 Aa		5,55 b
Engaço	0,02 Ab	0,01 Ac	0,01 Ac	0,01 Ab	0,01 Ab	0,01 Ac	0,02 Ab		0,01 d
Total 2	3,55	5,73	5,99	6,21	6,28	7,16	4,04		5,56
Total	15,33 B	19,98 A	22,12 A	13,33 B	17,87 B	26,41 A	11,45 B		18,07

Tabelas 3. Acúmulo de macronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Potássio (K)								Média
	Prata Anã	BRS Platina	Galil 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa	BRS Princesa		
Bainha	92,88 Ca	79,25 Ca	83,95 Ca	82,52 Ca	121,56 Ba	229,84 Aa	81,65 Ca		110,23 a
Cil. central	40,35 Bb	57,35 Aa	56,36 Aa	28,86 Bb	33,64 Bc	68,89 Ac	48,48 Aa		47,70 c
Coração	0,89 Ac	3,68 Ab	1,28 Ab	0,24 Ab	0,45 Ad	1,52 Ae	1,45 Ab		1,36 e
Limbo foliar	9,51 Ac	18,91 Ab	22,15 Ab	7,36 Ab	11,58 Ad	29,82 Ad	11,31 Ab		16,80 d
Pecíolo	5,58 Ac	9,76 Ab	14,66 Ab	4,18 Ab	7,89 Ad	34,77 Ad	19,55 Ab		13,77 d
Rizoma	38,86 Bb	44,18 Ba	55,04 Ba	22,13 Bb	35,38 Bc	88,58 Ac	52,04 Ba		48,02 c
Total 1	188,07	213,13	233,44	145,29	210,50	453,42	214,48		236,90
Frutos	41,71 Cb	67,53 Ba	73,54 Ba	82,76 Ba	80,28 Bb	114,81 Ab	65,60 Ba		75,17 b
Engaço	0,70 Ac	0,70 Ab	0,60 Ab	0,62 Ab	0,54 Ad	0,83 Ae	0,60 Ab		0,65 e
Total 2	42,41	68,23	74,14	83,38	80,82	115,64	66,20		75,82
Total	230,48 B	281,36 B	307,58 B	228,67 B	291,32 B	569,06 A	280,68 B		312,72

Tabelas 3. Acúmulo de macronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Cálcio (Ca)								Média
	Prata Anã	BRS Platina	Galil 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa	BRS Princesa		
Bainha	17,36 Ca	20,53 Ba	14,22 Ca	16,11 Ca	16,20 Ca	27,66 Aa	13,24 Ca		17,90 a
Cil. central	1,38 Ac	1,64 Ad	2,28 Ac	1,43 Ac	1,45 Ac	2,58 Ac	1,63 Ac		1,77 e
Coração	0,13 Ac	0,29 Ad	0,11 Ac	0,03 Ac	0,04 Ac	0,12 Ac	0,10 Ac		0,12 f
Limbo foliar	3,94 Bc	8,00 Ac	9,01 Ab	3,44 Bb	5,73 Bb	8,80 Ab	5,71 Bb		6,38 c
Pecíolo	8,12 Ab	11,66 Ab	9,71 Ab	3,39 Bb	6,53 Bb	11,43 Ab	8,49 Ab		8,48 b
Rizoma	2,39 Ac	1,62 Ad	2,82 Ac	1,31 Ac	1,81 Ac	3,93 Ac	2,13 Ac		2,29 e
Total 1	33,32	43,74	28,43	25,71	31,76	54,52	31,30		35,54
Frutos	2,41 Ac	2,59 Ad	3,28 Ac	6,84 Ab	4,59 Ab	4,03 Ac	1,19 Ac		3,56 d
Engaço	0,05 Ac	0,04 Ad	0,06 Ac	0,05 Ac	0,05 Ac	0,06 Ac	0,04 Ac		0,05 f
Total 2	2,46	2,63	3,34	6,89	4,64	4,09	1,23		3,61
Total	35,78 C	46,37 B	31,77 C	32,60 C	36,40 C	58,61 A	32,53 C		39,15

Tabelas 3. Acúmulo de macronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Magnésio (Mg)									
	Prata Anã	BRS Platina	Galil 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa	BRS Princesa	Média		
Bainha	22,18 Da	55,37 Aa	21,33 Da	11,00 Ea	31,42 Ca	45,26 Ba	10,88 Ea	28,21 a		
Cil. central	3,19 Ab	5,29 Ab	3,08 Ab	2,71 Ab	3,98 Ab	4,89 Ab	2,23 Ab	3,63 c		
Coração	0,08 Ab	0,31 Ab	0,10 Ab	0,03 Ab	0,04 Ab	0,13 Ab	0,09 Ab	0,12 d		
Limbo foliar	2,16 Ab	4,21 Ab	3,73 Ab	1,27 Ab	2,33 Ab	4,00 Ab	2,41 Ab	2,87 c		
Pecíolo	2,67 Ab	5,74 Ab	3,24 Ab	1,28 Ab	3,41 Ab	5,62 Ab	2,75 Ab	3,53 c		
Rizoma	9,27 Ab	8,00 Ab	8,38 Ab	3,64 Ab	8,62 Ab	7,59 Ab	4,12 Ab	7,09 b		
Total 1	39,55	78,92	39,86	19,93	49,80	67,49	22,48	45,43		
Frutos	4,24 Ab	5,58 Ab	5,86 Ab	7,24 Aa	6,88 Ab	6,91 Ab	3,32 Ab	5,72 b		
Engaço	0,04 Ab	0,05 Ab	0,03 Ab	0,04 Ab	0,05 Ab	0,06 Ab	0,02 Ab	0,04 d		
Total 2	4,28	5,63	5,89	7,28	6,93	6,97	3,34	5,76		
Total	43,83 C	84,55 A	45,75 C	27,21 D	56,73 B	74,46 A	25,82 D	51,19		

Tabelas 3. Acúmulo de macronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Enxofre (S)								Média
	Prata Anã	BRS Platina	Gall 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa	BRS Princesa		
Bainha	2,59 Ca	3,09 Ba	2,11 Ca	1,38 Db	2,46 Ca	4,51 Aa	1,39 Da		2,49 a
Cil. central	1,26 Bb	2,48 Aa	1,38 Bb	0,98 Bc	1,49 Bb	2,29 Ab	0,77 Bb		1,52 c
Coração	0,03 Ac	0,16 Ad	0,07 Ac	0,01 Ad	0,02 Ad	0,04 Ac	0,05 Ac		0,05 f
Limbo foliar	0,96 Cb	1,86 Bb	2,67 Aa	0,75 Cc	1,45 Cb	2,63 Ab	1,89 Ba		1,75 c
Pecíolo	0,63 Bc	1,28 Ac	1,09 Ab	0,33 Bd	0,79 Bc	1,72 Ab	0,69 Bb		0,93 e
Rizoma	1,23 Bb	1,13 Bc	1,11 Bb	0,62 Bc	1,24 Bb	2,32 Ab	0,99 Bb		1,23 d
Total 1	6,70	10,00	8,43	4,07	7,45	13,51	5,79		7,99
Frutos	1,31 Bb	1,97 Bb	2,24 Aa	2,53 Aa	2,51 Aa	2,55 Ab	1,74 Ba		2,12 b
Engaço	0,02 Ac	0,04 Ad	0,04 Ac	0,03 Ad	0,03 Ad	0,05 Ac	0,03 Ac		0,03 f
Total 2	1,33	2,01	2,28	2,56	2,54	2,60	1,73		2,15
Total	8,03 D	12,01 B	10,71 C	6,63 D	9,99 C	16,11 A	7,51 D		10,14

¹Bainha + cilindro (Cil.) central = pseudocaule; limbo foliar + pecíolos = folhas. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

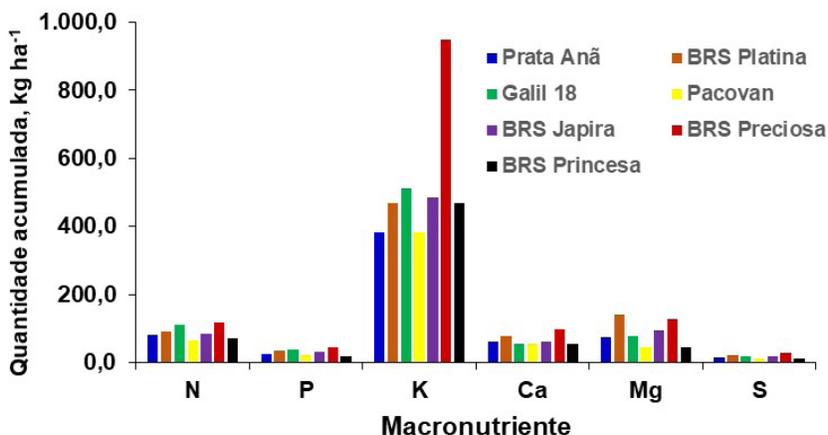


Figura 1. Quantidades acumuladas de macronutrientes (kg ha^{-1}) pelas variedades de bananeira cultivadas em sistema orgânico de produção. Cruz das Almas, BA

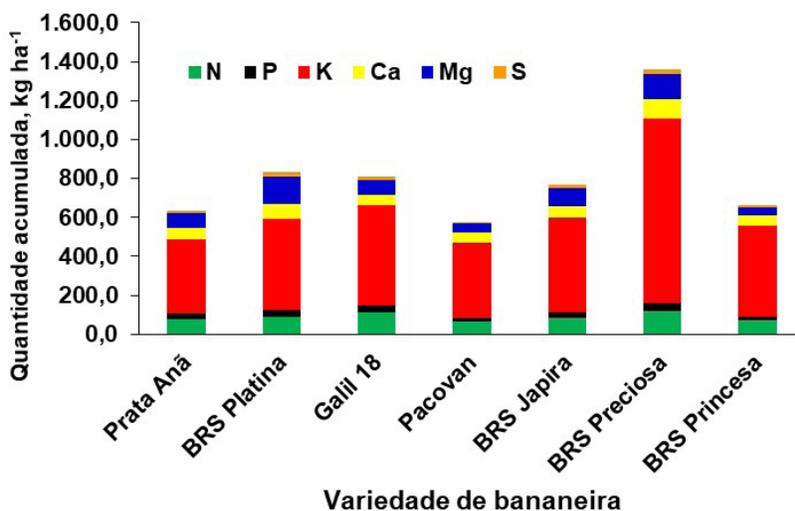


Figura 2. Quantidade total acumulada de macronutrientes (kg ha^{-1}) por cada variedade de bananeira em sistema orgânico de produção. Cruz das Almas, BA

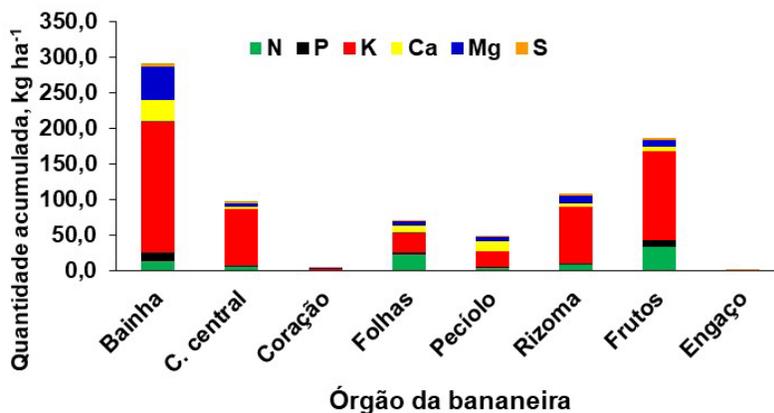


Figura 3. Acúmulo médio de macronutrientes (kg ha^{-1}) nos diversos órgãos da bananeira (bainha, cilindro central, coração, folhas (limbo foliar), pecíolo, rizoma, frutos e engaço) cultivada em sistema orgânico de produção. Cruz das Almas, BA.

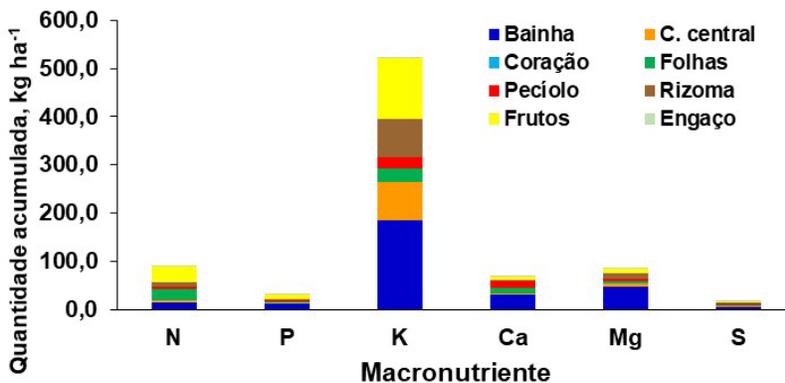


Figura 4. Acúmulo total de macronutrientes (kg ha^{-1}) nos diferentes órgãos da bananeira (bainha, cilindro central, coração, folhas (limbo foliar), pecíolo, rizoma, frutos e engaço) em sistema orgânico de produção. Média das sete variedades. Cruz das Almas, BA.

O maior acúmulo de P foi observado nas variedades de banana 'BRS Preciosa', Galil 18' e 'BRS Platina' com valor médio de 22,84 g planta⁻¹, correspondendo a 38 kg ha⁻¹. As bainhas acumularam maior quantidade de P, porém também nos frutos da 'Pacovan', BRS Japira e 'BRS Princesa' (Tabela 3, Figuras 1 e 3). Borges e Velame (2018) verificaram, em sistema orgânico, na 'BRS Platina' maior acúmulo de P na bainha. Hoffmann et al. (2010b) também constataram maior acúmulo de P nos frutos da 'Pacovan'.

O K foi o nutriente mais acumulado pelas bananeiras, em média 312,7 g planta⁻¹ com destaque para a 'BRS Preciosa' com acúmulo de 569 g planta⁻¹ (948 kg ha⁻¹) (Tabela 3, Figuras 1 e 2). O K não tem função estrutural na planta, está predominantemente na forma iônica, e é fundamental para produção de frutos de qualidade (Borges et al., 2016). A correlação entre a quantidade acumulada de K e a produtividade estimada foi positiva com coeficiente R de 0,66. Em média a bainha foi o órgão de maior acúmulo de K (Figura 3). Também verificado por Borges e Velame (2018) em sistema orgânico. Contudo, o rizoma, cilindro central e frutos se destacaram também nas 'BRS Platina' e 'BRS Princesa' (Tabela 3, Figuras 2 e 3). Já para a 'Pacovan', o maior acúmulo, além da bainha, foi nos frutos (Tabela 3). Porém, Hoffmann et al. (2010b) não verificaram grande acúmulo de K nos frutos da 'Pacovan' em sistema convencional. A correlação entre a quantidade de K retirada pelo cacho (frutos e engaço) e a produtividade estimada foi positiva, mas com valor de coeficiente R menor (0,47).

O acúmulo médio de Ca nas bananeiras é de 39,2 g planta⁻¹ (65,3 kg ha⁻¹) tendo a 'BRS Preciosa' o maior valor (58,6 g planta⁻¹ e 97,6 kg ha⁻¹), seguida da 'BRS Platina' (46,4 g planta⁻¹ e 77,3 kg ha⁻¹) (Tabela 3, Figuras 1 e 2). Em todas as variedades a bainha foi o órgão de maior acúmulo de Ca, cujo valor médio é de 17,9 g planta⁻¹ (29,8 kg ha⁻¹), seguida do pecíolo (8,48 g planta⁻¹ e 14,1 kg ha⁻¹) (Tabela 3, Figuras 3 e 4). Borges e Velame (2018) também constataram a bainha como o órgão de maior acúmulo de Ca. Contudo, Hoffmann et al. (2010b) não verificaram esse fato para a 'Pacovan', em que o maior acúmulo de Ca ocorreu nas folhas. Já na 'Prata Anã' o maior acúmulo de Ca foi no pseudocaule (bainha + cilindro central).

As variedades de banana 'BRS Platina' e 'BRS Preciosa' acumularam maior quantidade de Mg, correspondendo à média de 80,7 g planta⁻¹ (134,4 kg ha⁻¹), seguidas da 'BRS Japira' (56,7 g planta⁻¹ e 94,5 kg ha⁻¹) (Tabela 3, Figuras 1 e

2). O maior acúmulo de Mg foi observado na bainha com maior valor na 'BRS Platina' ($55,4 \text{ g planta}^{-1}$ e $92,3 \text{ kg ha}^{-1}$). Borges e Velame (2018) verificaram também maior acúmulo de Mg na bainha e na 'BRS Platina' maior valor no sistema orgânico quando comparado com o convencional. Na 'Pacovan', o maior acúmulo de Mg também foi notado nos frutos, cujos valores médios não diferiram entre as variedades (Tabela 3, Figuras 3 e 4). Hoffmann et al. (2010b) verificaram maior acúmulo de Ca no pseudocaule (bainha + cilindro central) na 'Pacovan'.

A 'BRS Preciosa' ($16,1 \text{ g planta}^{-1}$ e $26,8 \text{ kg ha}^{-1}$) seguida da 'BRS Platina' ($12,0 \text{ g planta}^{-1}$ e $20,0 \text{ kg ha}^{-1}$) acumularam maiores quantidades de S (Tabela 3, Figuras 1 e 2). A bainha acumulou maior quantidade de S, exceto na 'Pacovan', em que este nutriente encontra-se nos frutos que também está presente na 'BRS Japira', híbrido proveniente da 'Pacovan'. O cilindro central na 'BRS Platina' e o limbo foliar (folhas) nas bananeiras 'Galil 18' e 'BRS Princesa' também se destacam como órgãos acumuladores de S (Tabela 3, Figuras 3 e 4). Borges e Velame (2018) verificaram maior acúmulo de S nas bainhas e também na polpa dos frutos da 'Prata Anã' e 'BRS Princesa'. Já Hoffmann et al. (2010b) constataram maior acúmulo de S no pseudocaule (bainha + cilindro central) da 'Pacovan' e pseudocaule e folhas da 'Prata Anã'.

Micronutrientes

A bananeira 'BRS Preciosa' acumulou maior quantidade de B ($3,1 \text{ g planta}^{-1}$ e $5,2 \text{ kg ha}^{-1}$) (Tabela 4, Figuras 5 e 6). Este nutriente é importante na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidratos. Exceto na 'BRS Princesa', a bainha acumulou maior quantidade de B (Tabela 4). Nas variedades 'BRS Princesa', 'BRS Japira', 'Pacovan' e Galil 18 'houve maior acúmulo do micronutriente nos frutos, com destaque para as três primeiras (Tabela 4, Figuras 7 e 8). Hoffmann et al. (2010a) verificaram maior acúmulo de B no pseudocaule e folhas nas variedades 'Pacovan' e 'Prata Anã'.

Tabela 4. Acúmulo de micronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Boro (B)						Média	
	Prata Anã	BRS Platina	Gallí 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa Princesa		
Bainha	693,47 Ca	941,38 Ba	615,65 Ca	526,44 Da	845,24 Ba	1148,54 Aa	402,01 Db	738,96 a
Cil. central	168,69 Ac	257,03 Ac	275,78 Ab	153,07 Ab	194,26 Ab	282,60 Ac	177,14 Ac	215,23 c
Coração	7,82 Ac	24,78 Ad	7,19 Ac	2,04 Ab	3,79 Ab	7,72 Ad	5,05 Ac	8,34 e
Limbo foliar	150,13 Ac	284,00 Ac	266,87 Ab	109,09 Ab	157,85 Ab	378,01 Ac	174,47 Ac	217,20 c
Pecíolo	84,79 Ac	118,43 Ad	141,11 Ac	44,48 Ab	90,30 Ab	186,03 Ad	145,40 Ac	115,79 d
Rizoma	314,73 Ab	273,63 Ac	333,05 Ab	153,60 Ab	247,32 Ab	431,19 Ac	271,08 Ab	289,23 c
Total 1	1.419,63	1.899,25	1.639,65	988,72	1.538,76	2.434,09	1.175,15	1.585,04
Frutos	422,08 Bb	565,85 Bb	598,50 Ba	652,24 Aa	720,62 Aa	680,68 Ab	861,64 Aa	643,09 b
Engaço	4,15 Ac	3,95 Ad	4,53 Ac	3,96 Ab	4,04 Ab	4,20 Ad	1,86 Ac	3,91 e
Total 2	426,23	569,80	603,03	656,20	724,66	684,88	863,50	646,90
Total	1.845,86 B	2.469,05 B	2.242,68 B	1.644,92 B	2.263,42 B	3.118,97 A	2.038,65 B	2.231,94

Tabela 4. Acúmulo de micronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Cobre (Cu)							
	Prata Anã	BRS Platina	Gaill 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa	BRS Princesa	Média
	mg planta ⁻¹							
Bainha	49,68 Bc	88,61 Ac	80,59 Ac	19,85 Bb	42,63 Bb	67,77 Ab	34,07 Bb	54,74 d
Cil. central	87,23 Bb	129,16 Ab	116,82 Ac	27,26 Cb	85,03 Ba	137,63 Aa	56,43 Ca	91,37 c
Coração	1,51 Ac	6,95 Ad	3,81 Ad	0,49 Ab	0,72 Ab	1,76 Ac	1,29 Ab	2,36 f
Limbo foliar	22,73 Ac	45,71 Ad	61,48 Ac	14,01 Ab	24,62 Ab	51,10 Ab	28,39 Ab	35,44 e
Pecíolo	8,51 Ac	14 88 Ad	30,62 Ad	2,75 Ab	6,16 Ab	10,47 Ac	6,77 Ab	11,45 f
Rizoma	173,25 Ba	197,73 Ba	293,17 Aa	48,69 Bb	137,58 Ca	174,52 Ba	96,71 Ca	160,24 a
Total 1	342,91	468,16	586,49	113,05	296,74	443,25	223,66	353,47
Frutos	79,95 Cb	144,48 Bb	187,45 Ab	115,24 Ca	119,67 Ca	133,19 Ba	80,99 Ca	122,99 b
Engaço	0,28 Ac	0,27 Ad	0,40 Ad	0,16 Ab	0,19 Ab	0,28 Ac	0,16 Ab	0,25 f
Total 2	80,23	144,75	187,85	115,40	119,86	133,47	81,15	123,24
Total	423,14 C	612,91 B	774,34 A	228,45 D	416,60 C	576,72 B	304,81 D	476,71

Tabela 4. Acúmulo de micronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Ferro (Fe)							
	Prata Anã	BRS Platina	Gallil 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa	BRS Princesa	Média
Bainha	4.943,03 Aa	2.214,17 Aa	5.975,67 Aa	1.958,40 Aa	2.676,83 Aa	4.104,86 Ab	1.880,49 Ab	3.393,35 a
Cil. central	3.362,17 Aa	2.535,96 Aa	6.392,41 Aa	904,14 Bb	3.349,74 Aa	7.619,78 Aa	5.132,17 Aa	4.185,20 a
Coração	8,11 Ab	39,19 Ab	32,23 Ab	10,23 Ab	6,25 Ab	87,02 Ab	70,70 Ab	36,25 b
Limbo foliar	412,28 Ab	718,83 Ab	1450,75 Ab	441,12 Ab	544,94 Ab	1.392,46 Ab	750,41 Ab	815,83 b
Pecíolo	379,71 Ab	268,74 Ab	445,61 Ab	98,49 Ab	200,62 Ab	343,64 Ab	226,34 Ab	280,45 b
Rizoma	2.826,87 Aa	2.307,23 Aa	2.510,80 Ab	2.807,89 Aa	7.582,87 Aa	7.419,49 Aa	857,04 Ab	3.758,88 a
Total 1	11.932,17	8.084,12	16.807,47	6.220,27	14.361,25	13.547,76	8.917,15	11.410,00
Frutos	751,18 Bb	802,56 Bb	7.109,13 Aa	1.157,07 Ba	932,21 Bb	12.167,49 Aa	522,10 Bb	3.348,82 a
Engaço	7,45 Ab	14,64 Ab	76,09 Ab	23,38 Ab	19,91 Ab	31,80 Ab	6,91 Ab	25,74 b
Total 2	758,63	817,20	7.185,22	1.180,45	952,12	12.199,29	529,01	3.374,56
Total	12.690,8 B	8.901,3 B	23.992,7 A	7.400,7 B	15.313,4 B	25.747,1 A	9.446,2 B	14.784,56

Tabela 4. Acúmulo de micronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Manganês (Mn)							
	Prata Anã	BRS Platina	Gallil 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa	BRS Princesa	Média
Bainha	1.540,18 Aa	2.207,03 Ab	1.161,07 Bb	720,96 Ba	478,99 Ba	792,15 Ba	591,89 Ba	1.070,33 b
Cil. central	176,61 Ab	268,11 Ad	305,93 Ac	88,54 Ab	78,29 Ab	156,34 Ab	127,37 Ab	171,17 d
Coração	19,49 Ab	59,81 Ad	20,03 Ac	3,08 Ab	2,87 Ab	8,89 Ab	9,41 Ab	17,60 d
Limbo foliar	1.398,44 Ca	4.233,83 Aa	2.829,23 Ba	502,93 Ca	697,60 Ca	1.232,90 Ca	883,49 Ca	1.682,63 a
Pecíolo	577,31 Bb	1.501,33 Ac	807,61 Bb	156,11 Bb	275,80 Bb	515,07 Bb	469,90 Ba	614,73 c
Rizoma	234,25 Ab	252,51 Ad	223,04 Ac	64,37 Ab	114,33 Ab	153,83 Ab	104,06 Ab	164,34 d
Total 1	3.946,19	8.522,62	5.040,98	1.535,99	1.647,88	2.859,18	2.186,12	3.677,00
Frutos	462,58 Ab	807,58 Ac	718,00 Ab	492,52 Aa	379,02 Aa	352,81 Ab	125,68 Ab	476,88 c
Engaço	5,67 Ab	6,62 Ad	7,90 Ac	2,74 Ab	2,22 Ab	3,01 Ab	2,85 Ab	4,43 d
Total 2	468,25	814,20	725,90	495,26	381,24	355,82	128,53	481,31
Total	4.414,44 C	9.336,82 A	5.766,88 B	2.031,25 C	2.029,12 C	3.215,00 C	2.314,65 C	4.158,31

Tabela 4. Acúmulo de micronutrientes nos diferentes órgãos de variedades de bananeiras, cultivadas em sistema orgânico, no segundo ciclo de produção. Cruz das Almas, BA.

Órgão ¹	Zinco (Zn)							
	Prata Anã	BRS Platina	Galil 18	Pacovan	BRS Japira	BRS Preciosa	BRS Princesa	Média
Bainha	231,52 Ab	437,46 Aa	247,60 Ac	169,38 Ab	310,87 Ac	351,74 Ab	120,02 Ab	266,94 c
Cil. central	513,79 Bb	720,61 Aa	525,31 Bb	171,33 Bb	490,22 Bb	875,23 Aa	354,33 Ba	521,55 b
Coração	8,94 Ac	32,51 Ab	15,43 Ac	4,16 Ab	4,18 Ac	10,95 Ab	8,76 Ab	12,13 d
Limbo foliar	83,59 Ac	158,89 Ab	156,51 Ac	63,67 Ab	92,08 Ac	172,94 Ab	88,85 Ab	116,66 d
Pecíolo	55,36 Ac	86,69 Ab	107,11 Ac	31,27 Ab	47,73 Ac	114,04 Ab	54,83 Ab	71,00 d
Rizoma	1235,27 Aa	689,82 Ba	1315,83 Aa	266,92 Cb	989,07 Aa	755,96 Ba	365,26 Ca	802,59 a
Total 1	2.128,47	2.125,98	2.367,79	706,73	1.934,15	2.280,86	992,05	1.790,86
Frutos	329,54 Ab	572,55 Aa	574,47 Ab	668,23 Aa	651,29 Ab	596,88 Aa	345,96 Aa	534,13 b
Engaço	5,60 Ac	7,60 Ab	4,34 Ac	4,75 Ab	6,65 Ac	7,29 Ab	2,25 Ab	5,49 d
Total 2	335,14	580,15	578,81	672,98	657,94	604,17	348,21	539,63
Total	2.463,61 A	2.706,13 A	2.946,60 A	1.379,71 B	2.592,09 A	2.885,03 A	1.340,26 B	2.330,49

¹Bainha + cilindro (Cil.) central = pseudocaule; limbo foliar + pecíolos = folhas. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

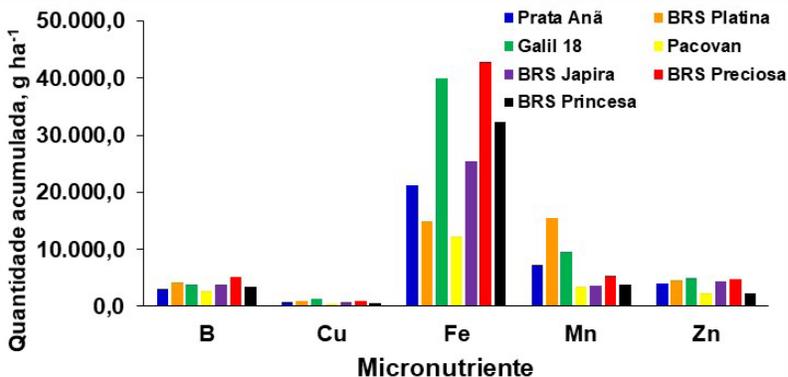


Figura 5. Quantidades acumuladas de micronutrientes (g ha^{-1}) pelas variedades de bananeira cultivadas em sistema orgânico de produção. Cruz das Almas, BA.

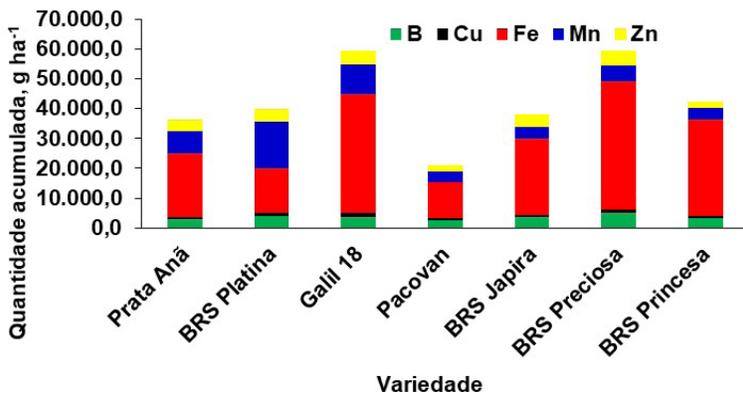


Figura 6. Quantidade total acumulada de micronutrientes (g ha^{-1}) pelas variedades de bananeira em sistema orgânico de produção. Cruz das Almas, BA.

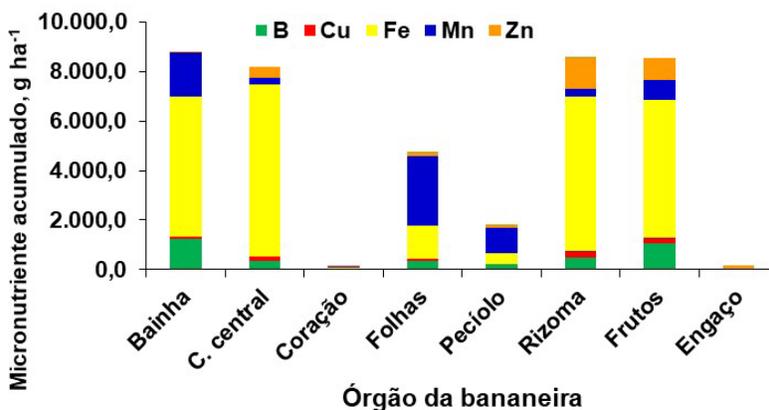


Figura 7. Acúmulo médio de micronutrientes (g ha^{-1}) nos diversos órgãos da bananeira (bainha, cilindro central, coração, folhas (limbo foliar), pecíolo, rizoma, frutos e engaço) em sistema orgânico de produção. Cruz das Almas, BA.

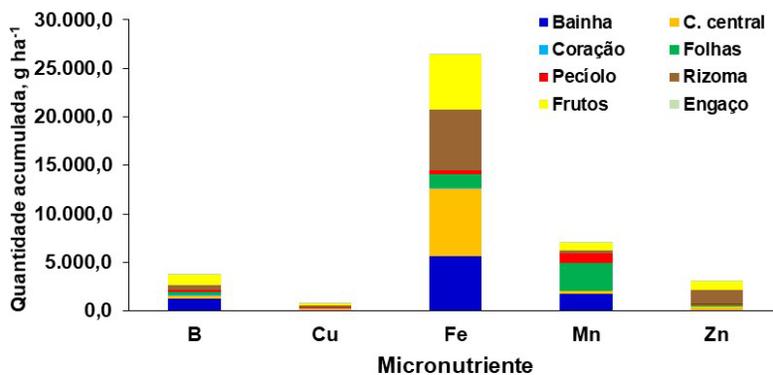


Figura 8. Acúmulo total de micronutrientes (g ha^{-1}) nos diferentes órgãos da bananeira (bainha, cilindro central, coração, folhas (limbo foliar), pecíolo, rizoma, frutos e engaço), em sistema orgânico de produção. Média de sete variedades. Cruz das Almas, BA.

O Cu, micronutriente constituinte que enzimas e importante no balanço de nutrientes, foi mais acumulado pela 'Galil 18' e no rizoma (Tabela 4, Figuras 5, 6, 7 e 8). Exceto na 'Pacovan', não houve acúmulo no rizoma. Já Hoffmann et al. (2010a) observaram acúmulos de B no rizoma e no pseudocaule da 'Pacovan' e 'Prata Anã'.

O Fe, que tem função na ativação de enzimas, foi o micronutriente mais acumulado pelas bananeiras, sobressaindo a 'BRS Preciosa' ($25,7 \text{ g planta}^{-1}$ e $42,8 \text{ kg ha}^{-1}$) (Tabela 4, Figuras 5 e 6), valores bem superiores aos obtidos por Hoffmann et al. (2010a). A correlação entre a quantidade acumulada de Fe e a produtividade estimada foi positiva com coeficiente R de 0,81. Em média, a bainha, cilindro central, rizomas e frutos apresentaram maior acúmulo de Fe, com valores médios de $3,7 \text{ g planta}^{-1}$ ($6,1 \text{ kg ha}^{-1}$) (Tabela 4, Figuras 7 e 8). A correlação entre a quantidade de Fe retirada pelo cacho (frutos e engaço) e a produtividade estimada foi também positiva, porém com valor de coeficiente R menor (0,65).

O Mn foi o segundo micronutriente mais acumulado e é também um ativador enzimático. A 'BRS Platina' ($9,3 \text{ mg planta}^{-1}$ e $15,5 \text{ g ha}^{-1}$), seguida da 'Galil 18' ($5,8 \text{ mg planta}^{-1}$ e $9,6 \text{ g ha}^{-1}$) acumularam maior quantidade de Mn e ambas são provenientes da 'Prata Anã' que não diferiu das demais variedades (Tabela 4, Figuras 5 e 6). As folhas (limbo foliar) acumularam mais Mn (Tabela 4, Figuras 7 e 8) o mesmo observado por Hoffmann et al. (2010a) para as bananeiras 'Pacovan' e 'Prata Anã', porém valores superiores, todavia em ecossistema e manejo diferentes.

O Zn é componente de várias enzimas e tem baixa mobilidade na planta. A 'Pacovan' e a 'BRS Princesa' acumularam menor quantidade do micronutriente ($1,4 \text{ g planta}^{-1}$ e $2,3 \text{ kg ha}^{-1}$) (Tabela 4, Figuras 4 e 6). O rizoma, possivelmente, em razão da baixa mobilidade do nutriente na planta, acumulou maior quantidade de Zn (Tabela 4, Figuras 7 e 8). Porém, Hoffmann et al. (2010a) verificaram maior acúmulo de Zn no pseudocaule (bainha + cilindro central).

Nutrientes restituídos ao solo

Macronutrientes

As quantidades médias de macronutrientes restituídas ao solo após a colheita mostraram que o K foi o mais restituído (395 kg ha⁻¹) (Tabela 3 e Figura 9), correspondendo à média de 64% dos macronutrientes, tendo a 'BRS Preciosa' a maior quantidade (755,4 kg ha⁻¹ de K = 910,7 kg ha⁻¹ de K₂O). Essa quantidade restituída é 21,4% superior ao montante máximo de K recomendado para a cultura, que é de 750 kg ha⁻¹ (Borges e Souza, 2021). Borges e Velame (2018) não verificaram diferenças entre sistemas de cultivo (orgânico e convencional) na restituição de K ao solo pela fitomassa das bananeiras para K, mas sim entre variedades com maior quantidade restituída pela 'BRS Princesa'. O percentual de K restituído representou, em média, 76% da quantidade acumulada (Figura 10).

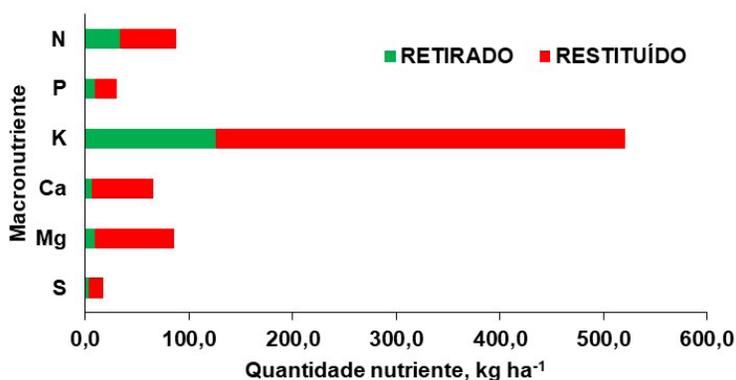


Figura 9. Quantidades de macronutrientes (kg ha⁻¹) restituídas ao solo e retiradas pelo cacho em sistema orgânico de produção. Média de sete variedades. Cruz das Almas, BA.

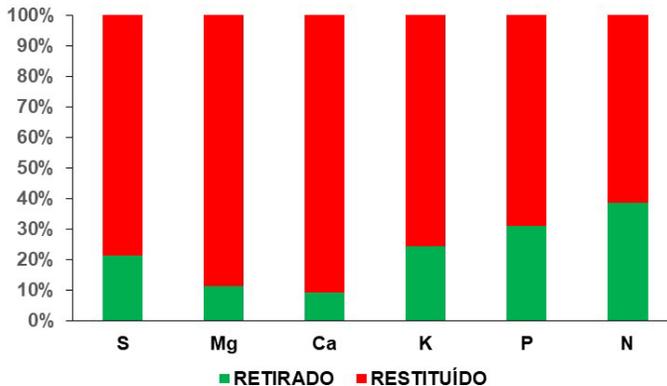


Figura 10. Percentuais de macronutrientes restituídos ao solo e retirados pelo cacho em sistema orgânico de produção. Média de sete variedades. Cruz das Almas, BA.

Quantitativamente, o Mg foi o segundo nutriente mais restituído, correspondendo à média de 12% dos macronutrientes. A ‘BRS Platina’ e ‘BRS Preciosa’ sobressaíram com as maiores quantidades (média de 122 kg ha⁻¹) (Tabela 3 e Figura 9). Hoffmann et al. (2010b) verificaram quantidades inferiores para ‘Prata Anã’ e superiores para a ‘Pacovan’, em condições irrigadas. Percentualmente, 89% do Mg foram restituídos ao solo (Figura 10).

O Ca foi o terceiro nutriente mais restituído ao solo, correspondendo a aproximadamente 10% dos macronutrientes. A ‘BRS Preciosa’, seguida da ‘BRS Platina’ restituíram as maiores quantidades, correspondendo a 10,3% e 19,7%, respectivamente (Tabela 3 e Figura 9). A quantidade de Ca restituída pela ‘Prata Anã’ foi próxima à obtida por Hoffmann et al. (2010b). Em valores percentuais, o Ca foi o nutriente mais restituído ao solo (91%) (Figura 10).

Em média, 9% do N foram restituídos ao solo em relação aos demais macronutrientes. A ‘BRS Preciosa’ e a ‘Galil 18’ devolveram ao solo as maiores quantidades (média de 74,7 kg ha⁻¹) (Tabela 3 e Figura 9), correspondendo a 27% da quantidade máxima de N recomendada para a cultura (Borges e Souza, 2021). Borges e Velame (2018) verificaram em sistema orgânico restituição média de 40 kg ha⁻¹ de N. Percentualmente, em média, 62% do N acumulado foram restituídos ao solo (Figura 10). Hoffmann et al. (2010b) verificaram valores de 83% para ‘Prata Anã’ e 74% para a ‘Pacovan’ de N restituídos ao solo.

O P foi o quinto nutriente mais restituído ao solo, em média 3%, tendo na 'BRS Preciosa', 'Galil 18' e 'BRS Platina' as maiores quantidades (média de 27,6 kg ha⁻¹ de P = 63,2 kg ha⁻¹ de P₂O₅) (Tabela 3 e Figura 9), o que corresponde a 40% da dose máxima recomendada para a cultura (Borges e Souza, 2021). Comparando dois sistemas de cultivo, Borges e Velame (2018) constataram superioridade do sistema orgânico com restituição ao solo de 14 kg ha⁻¹ de P. Aproximadamente, 69% do P acumulado são restituídos ao solo (Figura 10).

O enxofre (S) representou em média 2% dos macronutrientes restituídos, tendo a 'BRS Preciosa' a maior quantidade e as menores com a 'Prata Anã', 'BRS Princesa' e 'Pacovan (média de 9,2 kg ha⁻¹) (Tabela 3 e Figura 9). Hoffmann et al. (2010b) constataram para a 'Prata Anã' e 'Pacovan' quantidades bem mais elevadas, certamente em razão do solo e manejo adotado.

Micronutrientes

Quanto aos micronutrientes, o Fe foi o mais restituído seguido pelo Mn (Figura 11). Em termos percentuais, o Mn foi o mais restituído (88%) (Figura 12).

Assim, apesar de a bananeira absorver grande quantidade de nutrientes, em média, mais de 70% da quantidade acumulada são restituídas ao solo na forma de pseudocaules, folhas e rizomas.

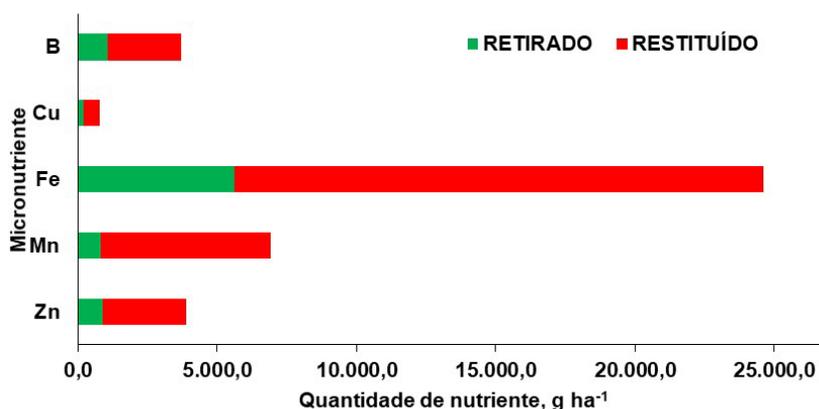


Figura 11. Quantidades de micronutrientes (g ha⁻¹) restituídas ao solo e retiradas pelo cacho em sistema orgânico de produção. Média de sete variedades. Cruz das Almas, BA.

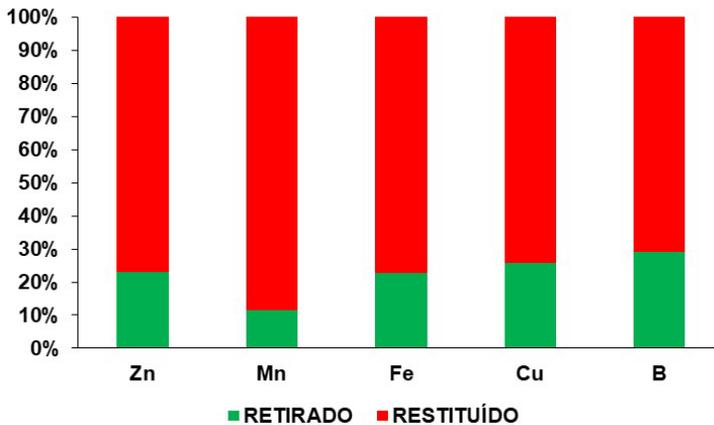


Figura 12. Percentuais de micronutrientes restituídos ao solo e retirados pelo cacho em sistema orgânico de produção. Média de sete variedades. Cruz das Almas, BA.

Nutrientes retirados pelo cacho

Quantitativamente, o K foi também o nutriente mais retirado pelos cachos (frutos e engaço) havendo diferenças entre cultivares (Tabela 3 e Figura 9) e, percentualmente, foi o N (38%) (Figura 10). Essa informação é importante considerando que, pelo menos, a quantidade retirada pelos cachos deve ser reposta ao solo na forma de fertilizante para não haver o empobrecimento do solo.

Quanto aos micronutrientes, em média, 23% foram retirados pelos cachos devendo então ser repostos. Em média, percentualmente, o B foi o mais retirado pelos cachos (29%) e o Mn o menor (12%).

Conclusões

- 1) Os frutos acumularam maior quantidade de fitomassa sem diferença entre variedades. As bananeiras 'BRS Preciosa' e 'Galil 18' se destacaram como acumuladoras de fitomassa, no pseudocaule, rizoma e folhas, no sistema orgânico.

- 2) Em média, os macronutrientes acumulados em ordem decrescente foram: $K > N > Mg > Ca > P > S$, com destaque para a 'BRS Preciosa'. Exceto o N, mais acumulado nos frutos, a bainha foi o órgão que apresentou maior quantidade de macronutrientes.
- 3) Os micronutrientes acumulados em ordem decrescente foram: $Fe > Mn > Zn > B > Cu$, em média. O pseudocaule, rizoma e frutos acumularam quantidades maiores de micronutrientes.
- 4) O K foi o nutriente mais restituído ao solo pela fitomassa em todas as variedades, correspondendo a 64% dos macronutrientes e 76% da quantidade acumulada. Percentualmente, o Ca foi o macronutriente mais restituído ao solo (91%) e o N o menor (62%). Quantitativamente, o Fe foi o micronutriente mais restituído seguido pelo Mn e, em termos percentuais, o Mn foi o mais restituído (88%).
- 5) O K foi o nutriente mais retirado pelos cachos (média de 126 kg ha^{-1}), correspondendo a 24% da quantidade acumulada, e o S o menor ($3,6 \text{ kg ha}^{-1}$), correspondendo a 21%. Dentre os micronutrientes, o Fe foi o mais retirado pelos cachos ($5,6 \text{ kg ha}^{-1}$) e o Cu o menor ($0,2 \text{ kg ha}^{-1}$).

Referências

- BORGES, A. L.; SILVA, J. T. A. da; OLIVEIRA, A. M. G.; D'OLIVEIRA, P. S. Nutrição e adubação In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. de O. e; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos. **O agronegócio da banana**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 331-398.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Calagem e adubação para bananeira. In: BORGES, A. L. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021. p. 139-164.
- BORGES, A. L.; VELAME, D. C. **Produção de fitomassa e distribuição de nutrientes em bananeiras cultivadas em sistemas convencional e orgânico**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2018. 27 p. il. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 93).
- CARVALHO, J. S. de; BIZERRA, E. C.; MARQUES, P. R. R.; DONATO, S. L. R.; MAGALHÃES, F. B.; RAMPAZZO, M. C. Características fitotécnicas e nutricionais de bananeiras submetidas a fontes de fertilizantes para o manejo orgânico. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 367-375, 2020.
- HOFFMANN, R. B.; OLIVEIRA, F. H. T.; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. P. de; ARRUDA, J. A. de. Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de micronutrientes em variedades de bananeira sob irrigação. **Ciência e agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 536-544, 2010a.

HOFFMANN, R. B.; OLIVEIRA, F. H. T.; SOUZA, A. P. de; GHEYI, H. R.; SOUZA JUNIOR, R. F. de. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 268-275, 2010b.

MARTIN-PRÉVEL, P. ; LACOEUILHE, J.-J.; MARCHAL, J. Les éléments minéraux dans le bananier 'Gros Michel' au Cameroun. **Fruits**, v. 23, p. 259-269, 1965.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Repartição e remobilização de nutrientes na bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 574-581, 2009.

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 Agrônômica**, Fortaleza, v.22, n.1/2, p.115-120, 1991.

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

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

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: cultivo y comercialización**. 2.ed. San José: Litografía e Imprenta Lil, 1992. 674p.

TEDESCO, M. J. GIANELLO, C., BISSANI, C. A., BOHNEN, H. e OLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).



Mandioca e Fruticultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA



CGPE 017972