

## RESPOSTAS DA BANANEIRA (*Musa sp.*), CULTIVAR PACOVAN EM SISTEMAS DE MANEJO COM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE MINERAL E BIOFERTILIZANTE<sup>1</sup>

JOSÉ WILSON GOMES DOS SANTOS<sup>2\*</sup>; FERNANDO FELIPE FERREYRA HERNANDEZ<sup>3</sup>; BOANERGES FREIRE DE AQUINO<sup>3</sup>; FRANCISCO NILDO DA SILVA<sup>4</sup>; DAVID CORREIA DOS ANJOS<sup>5</sup>; JOSÉ THALES PANTALEÃO FERREIRA<sup>5</sup>

**RESUMO** - Os biofertilizantes líquidos vêm sendo utilizados com relativo sucesso na recuperação de bananais que apresentam baixa produtividade, após longo tempo de cultivo. Entretanto, são poucas as informações existentes relacionadas a tratamentos culturais que visem ao aumento da vida útil do bananeiral. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo comparativo em áreas de bananais degradados que receberam a aplicação do biofertilizante por um período de dois e cinco anos e área onde a cultura não recebeu esse tipo de aplicação. O estudo foi realizado em 2011 na Chapada do Apodi, Município de Quixeré-CE. Foram avaliados os efeitos do tempo de aplicação sobre os atributos químicos do solo, medidas biométricas da planta, produção de massa seca, extração e exportação de N, P e K, e o aporte de biomassa vegetal ao solo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições. O biofertilizante aumentou os teores de matéria orgânica, K e Ca trocáveis em todas as profundidades do solo. Os níveis de P disponível e Mg trocável foram superiores somente na camada superficial. O biofertilizante contribuiu para o aumento do pH, CE e Na do solo. As plantas que receberam aplicação do produto ficaram mais altas, com maior peso e número de folhas. A área que recebeu por mais tempo a aplicação apresentou maior produtividade, acumulou 20% mais massa seca, extraiu mais N, P e K do solo, exportou mais nutrientes através da colheita e aportou maior quantidade de biomassa vegetal ao solo.

**Palavras-chave:** Bananeira. Biofertilização. Fertilização.

## REPLY OF BANANA (*Musa sp.*), PACOVAN IN MANAGEMENT SYSTEMS WITH APPLICATION OF MINERAL FERTILIZER AND BIOFERTILIZATION

**ABSTRACT** - The liquid biofertilizers have been used with relative success in the recovery of banana plantations that have low productivity, after long time cultivation. However, there is little information available related to cultural practices that aim to increase the life of bananeiral. The objective of the present study was to compare areas degraded plantations that have received the application of biofertilizer for a period of two and five years and the area where the culture did not receive this type of application. The study was conducted in year of 2011 in the municipality of Chapada do Apodi Quixeré-CE. It was evaluated the effects of time of application on soil chemical attribute, biometric measurements of the plant, dry mass production, extraction and export of N, P and K, and the contribution of plant biomass. The experimental design was completely randomized with three replications. The biofertilizer increased the content of organic matter, exchangeable Ca and K in all soil depths. The levels of disposable P and exchangeable Mg were higher only in the surface layer. The biofertilizer contributed to the increase of pH, the CE and Na soil. Plants that received application of the product were higher, with greater weight and number of leaves. The area received more application time showed higher productivity, accumulated 20% more dry mass, extracted more N, P and K soil, more nutrients exported through harvesting and landed larger amount of plant biomass.

**Keywords:** Banana. Biofertilization. Fertilization.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 31/05/2014; aceito em 09/07/2014.

Parte da dissertação do primeiro autor na Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas.

<sup>2</sup>Mestre em Agronomia: Solos e Nutrição pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará. Endereço: Av. Mister Hull, 2977 - Campus do Pici - Bloco 807, 60440-554- Fortaleza - Ceará, wilson.gomesdosantos@hotmail.com.

<sup>3</sup>Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, ferrey@ufc.br; aquino@ufc.br.

<sup>4</sup>Professor Adjunto da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira/Unilab, fnildos@yahoo.com.

<sup>5</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, david\_agronomia@hotmail.com; thalespantaleao@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de banana, ficando atrás da Índia, China, Filipinas e Equador. A área plantada em território nacional é da ordem de 490.000 hectares, e o Nordeste brasileiro com 38% da produção nacional destaca-se como a região mais produtora do país (IBGE, 2012).

O perímetro irrigado da Chapada do Apodi colocou o Estado do Ceará na lista dos principais exportadores da fruta do país. É uma região que concentra grandes áreas cultivadas com banana, e apresenta potencial para a agricultura irrigada do Estado. Contudo, após 10 anos de cultivo, em algumas áreas, a produtividade da bananeira diminuiu em torno de 50% (bananais degradados) mesmo com o uso contínuo de fertilizantes químicos. Em alguns estudos tem-se observado que a utilização de biofertilizantes líquidos tem favorecido o desenvolvimento da bananeira, podendo contribuir para a recuperação desses bananeirais (TORRES et al., 2014; SANTOS et al., 2014; ALVES et al., 2013).

Aumentar a vida útil do bananal com viabilidade econômica é o maior desafio dos bananicultores. A cultura é bastante exigente em água, produz grande quantidade de biomassa vegetal em curto espaço de tempo, acumula proporções elevadas de nutrientes para o seu desenvolvimento e ainda os exporta em grandes quantidades (TEIXEIRA et al., 2008). A redução da vida útil do bananal é influenciada por diversos fatores, principalmente pelo desequilíbrio nutricional. O conhecimento das características edáficas para manutenção dos teores adequados de nutrientes é essencial, sendo uma condição básica para que a atividade seja economicamente viável. Esse fator somado à utilização inadequada do sistema de irrigação é determinante para os baixos rendimentos.

A recuperação comercial de bananais degradados a partir da aplicação de biofertilizantes tem sido pouco estudada, principalmente nas condições do Nordeste brasileiro. Alguns trabalhos têm demonstrado o efeito positivo da aplicação desse produto em outras culturas, principalmente no aumento da produtividade do feijão (GALBIATTI et al., 2011) e maior produtividade de raízes de batata doce (OLIVEIRA et al., 2010).

O biofertilizante se destaca por ser de alta atividade microbiana e atua nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes (MEDEIROS et al., 2003). Os produtos EM (microrganismos eficientes) contêm microrganismos aeróbicos e anaeróbicos e outra dezenas de microrganismos de diferentes atuações principalmente bactérias lácticas, leveduras, fungos e actinomicetos, constituindo uma cultura de microrganismos benéficos atuando na decomposição da matéria orgânica (HOMMA, 2005). O EM-4 é um tipo de EM que vêm sendo utilizado como inóculo de biofertilizantes.

A Fundação Mokiti Okada já produz o EM-4 no Brasil com cepas de microrganismos locais adaptados às condições do solo brasileiro. É um produto comercializado nas revendas de produtos agropecuários em embalagens plásticas de 1 L com o nome de EM-4.

Devido à importância da bananicultura no contexto nacional e principalmente para o Estado do Ceará, o presente trabalho teve como o objetivo realizar um estudo comparativo em áreas de bananais degradados que receberam a aplicação do biofertilizante por um período de dois e cinco anos e área onde a cultura não recebeu esse tipo de aplicação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de julho/2009 a abril/2011 no município de Quixeré-CE na Chapada do Apodi. A posição geográfica da área experimental corresponde à latitude 05° 04' 53,8" S e longitude 37° 51' 28,6" W. O clima da região é BSwh' pela classificação de Köppen (quente e semi-árido, com temperatura média de 28,5° C). A média da umidade relativa é de 62% e da pluviosidade 750 mm anual, registrando-se uma distribuição de chuva irregular. O solo da área é um Cambissolo eutrófico (DNOCS, 2011).

As avaliações foram feitas em três áreas da bananeira Pacovan com 13 anos de cultivo, plantadas em fileira dupla e com densidade populacional de 1400 plantas ha<sup>-1</sup>. Essas áreas se diferenciaram pelo manejo da adubação e utilização de água da irrigação proveniente de canal e poço conforme descrição:

Área controle (AC) somente com adubação mineral constituída de 4,0 hectares de banana irrigada por microaspersão, com água de boa qualidade (C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>), proveniente do canal principal do distrito, que é abastecido pelo rio Jaguaribe perenizado pela barragem do Castanhão. A adubação fosfatada nessa área é realizada uma vez no início de cada ciclo. A adubação mineral complementar ocorre durante o cultivo em fertirrigação, onde cada planta recebe as seguintes quantidades de adubo mineral por mês: 0,03 kg de sulfato de magnésio, 0,07 kg de cloreto de potássio, 0,08 kg ureia e 0,01 kg de ácido bórico. A matéria orgânica presente no local é proveniente exclusivamente dos restos culturais do bananal. A produtividade de 22,5 Mg ha<sup>-1</sup> nessa área, tem sido mantida constante ao longo dos últimos anos.

Área com adubação mineral mais dois anos de aplicação do biofertilizante (A2), sendo constituída de lote de produção comercial de 3,0 hectares, irrigada por gotejamento em volume de água similar à área controle (AC) e baseada na necessidade hídrica requerida pela cultura na região. A água é proveniente de poço classificada como C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> [CE= 1,7 dSm<sup>-1</sup> e RAS<10 (mmol L<sup>-1</sup>)<sup>-0,5</sup>]. Cada touceira recebeu

1,15 L m<sup>2</sup> mês<sup>-1</sup> do biofertilizante diluído na água de irrigação - proporção 1L de biofertilizante para 183 L de água - e a adubação mineral é a mesma que a da área controle (AC). A produtividade é da ordem de 21 Mg ha<sup>-1</sup>.

Área com adubação mineral mais cinco anos de aplicação do biofertilizante (A5), sendo constituída de lote comercial de 3,0 ha, irrigada por gotejamento em volume de água similar a área controle (AC) e baseada na necessidade hídrica requerida pela cultura na região. A água é proveniente de poço com mesma classificação que A2. A adubação mineral é a mesma que a das áreas AC e A2 e a aplicação de biofertilizante idêntica a A2. Das áreas avaliadas é a que tem maior produtividade (30 Mg ha<sup>-1</sup>).

O biofertilizante utilizado no experimento foi produzido na própria fazenda, em tanque de compostagem de 10 m<sup>3</sup> de volume, em ambiente aberto. No seu preparo utilizou-se 2,4 m<sup>3</sup> de esterco bovino, 120 kg de farinha de osso, 12 kg de FTE - BR 12, 12 kg de açúcar ou melaço e 1 L de EM-4. O biofertilizante apresentou os seguintes atributos químicos: pH 7,6 ; CE=3,0 dSm<sup>-1</sup> ; P=7,4 mg L<sup>-1</sup> e K=421,6 mg L<sup>-1</sup>, Ca 427,96 mg L<sup>-1</sup>, Mg 318,08 mg L<sup>-1</sup>, S 146,17 mg L<sup>-1</sup>, Na 158,18 mg L<sup>-1</sup>, Fe 266,47 mg L<sup>-1</sup>, Cu 6,79 mg L<sup>-1</sup>, Zn 20,50 mg L<sup>-1</sup> e Mn 15, 20 mg L<sup>-1</sup>.

Em cada área foram coletadas 15 amostras de solo nas profundidades de 0-5 cm, 5-20 cm e 20-40 cm em três repetições, para determinação dos seguintes atributos químicos: reação do solo (pH) em água na relação solo-água 1:2,5; condutividade elétrica (CE) em extrato solo / água 1:1 ; os cátions trocáveis potássio (K) e o sódio (Na) por fotometria de chama, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) por titulação e o fósforo (P) extraível por fotolorimetria. O nitrogênio total foi determinado por titulação após destilação micro Kjeldahl em extrato de digestão sulfúrica e o carbono orgânico por oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio em meio sulfúrico (EMBRAPA, 2009).

Para realizar as medidas biométricas, foram selecionadas três touceiras representativas em cada área, para a determinação das medidas biométricas das plantas mãe, filha e neta, a produção de biomassa fresca e seca e os teores de nutrientes. As plantas foram cortadas rente ao solo, onde em seguida foram efetuadas as medições da altura do pseudocaule, número comprimento e largura das folhas.

Para obtenção das biomassas fresca e seca, as plantas da touceira selecionada foram separadas em rizoma, pseudocaule, pecíolo, limbo, frutos e ráquis, e pesadas para determinação da biomassa fresca total. Posteriormente, subamostras do material foram levadas para secagem em estufa a 65° -C até atingir massa constante, determinando-se a massa seca e a umidade. A massa seca de cada órgão da planta foi estimada descontando da massa fresca o percentual de umidade. Para a determinação dos teores de N, P e K nos órgãos da planta, a massa seca das submos-

tras foi triturada em moinho tipo Wiley e acondicionada em sacos de papel. Na massa seca das subamostras, em extrato nitroperclórico foi determinado o fósforo (P) por fotolorimetria, o potássio (K) por fotometria de chama e o nitrogênio (N) por titulação após digestão sulfúrica e destilação em micro Kjeldahl (EMBRAPA, 2009).

O conteúdo de nutrientes (N, P e K) em cada parte da planta foi determinado pela seguinte expressão: CNT=MSxC/100 onde CNT=conteúdo de nutrientes da parte desejada da planta, MS=massa seca da parte desejada da planta e C=concentração ou teor de nutrientes na matéria seca em %. Os conteúdos de nutrientes totais da touceira (QT), foram estimados pela soma da quantidade em cada parte da planta mãe (QPm), filha (QPf) e neta (QPn) de acordo com a expressão: QT=QPm + QPf + QPn.

Para estimativa do aporte da biomassa da planta ao solo, foram retiradas três amostras de cada área com um gabarito plástico de 1m<sup>2</sup>. O material da superfície do solo foi separado em diferentes tamanhos: grosseiro com mais de 4 cm (material não decomposto), médio entre 1 a 4 cm (material em estado intermediário de decomposição) e fino menor que 1 cm (material em avançada decomposição). Em seguida as amostras foram pesadas e levadas à estufa 65-C°. Posteriormente, determinou-se a umidade, estimou-se a massa seca em kg ha<sup>-1</sup> e os teores de N, P e K. No cálculo do aporte ao solo, foi considerado o somatório do conteúdo do material grosseiro, médio e fino.

Foram avaliadas as medidas biométricas (altura da planta, número comprimento e largura das folhas), acúmulo de massa seca, extração e exportação de N, P e K e o aporte de resíduos da colheita ao solo. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software ASSIS-TAT versão 7.6 para executar as análises estatísticas (SILVA; AZEVEDO, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No solo na camada de 0-5 cm nos diferentes manejos de adubação, não foram verificadas variações significativas no pH, com valor médio de 7,5. Entretanto, nas camadas abaixo de 5 cm, a área que recebeu mais tempo de aplicação do biofertilizante (A5), apresentou maior valor de pH (7,6) deferindo significativamente da área AC (7,2) (Tabela 1). Esse aumento do pH no solo pode estar relacionado à utilização de águas calcárias de poço, utilizada na irrigação. Fernandes et al. (2007) avaliando durante 10 anos alterações na fertilidade do solo em bananeiras irrigadas por gotejamento utilizando água calcária de poço tubular com alto teor de carbonato e bicarbona-

to, constataram uma forte elevação no pH do solo na profundidade de 20 cm.

O biofertilizante utilizado pode ter contribuído para elevação do pH, devido a solução aplicada ao campo apresentar pH 7,6 e também por favorecer a mineralização dos restos vegetais da bananeira sobre a superfície do solo. Durante esse processo, ocorre a formação de complexos orgânicos solúveis que serão transportados pela água para camadas mais profundas e também a liberação de CO<sub>2</sub> que pode participar na formação de carbonatos e bicarbonatos. Silva et al. (2008) estudando o efeito da aplicação de esterco animal misturado com restos de alimento e água, também constataram aumento no pH do solo.

A elevada condutividade elétrica (CE) do biofertilizante puro (3,0 dS m<sup>-1</sup>) e da água de irrigação (1,7 dS m<sup>-1</sup>), certamente contribuíram para o aumento estatisticamente significativo da CE na camada de 0-5 cm das áreas A2 e A5 (1,0 dS m<sup>-1</sup>) em relação a área controle AC (0,6 dS m<sup>-1</sup>). Entretanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos para CE nas camadas de 5-20 e 20-40 cm (Tabela 1). Os dados revelam que nas áreas com aplicação de biofertilizante (A2 e A5) a distribuição de sais entre as camadas foi mais uniforme, tendo em vista que não houve diferenças significativas para a CE entre as camadas dessas áreas.

**Tabela 1.** Atributos químicos nas profundidades 0-5; 5-20 e 20-40 cm do Cambissolo eutrófico da área experimental, sob três manejos de adubação.

Atrib.	AC			A2			A5		
	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40
	----- Profundidade (cm) -----								
pH	7,4 Aa	7,2 Bb	7,2 Bb	7,6 Aa	7,5 Aa	7,4 Bab	7,5 Aa	7,5 Aa	7,6 Aa
CE	0,6 Ab	0,4 Ba	0,3 Ba	1,0 Aa	0,6 Aa	0,5 Aa	1,0 Aa	0,8 Aa	0,7 Aa
MO	43,6 Ab	16,1 Bb	10,4 Bb	45,4 Ab	19,1 Aba	13,9 Bab	80,2 Aa	34,4 Ba	19,0 Ba
P	61,3 Ab	16,7 Bab	5,7 Bab	52,9 Ab	8,0 Bb	2,2 Bb	137,0 Aa	23,4 Ba	6,3 Ba
Ca <sup>2+</sup>	14,3 Ab	11,5 Bb	10,1 Bb	19,4 Ab	15,2 Ba	13,5 Bb	27,5 Aa	18,0 Ba	18,0 Ba
Mg <sup>2+</sup>	3,2 Aa	3,3 Ab	3,0 Aa	5,0 Aa	3,4 Ab	4,8 Aa	4,6 Aa	6,1 Aa	4,9 Aa
K <sup>+</sup>	0,6 Ab	0,2 Bb	0,1 Bb	1,2 Aa	0,6 Ba	0,2 Cb	1,2 Aa	0,7 Ba	0,6 Ba
Na <sup>+</sup>	0,4 Bb	0,4 Bb	0,5 Aa	0,7 Aa	0,7 Aa	0,7 Aa	0,9 Aa	0,6 Aa	0,6 Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si na mesma área e minúscula também na linha, mas entre áreas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> em cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; CE em dS m<sup>-1</sup>; MO em g kg<sup>-1</sup>; P em mg kg<sup>-1</sup>).

Os valores da CE encontrados nas áreas A2 e A5 (0,5 a 1,0 dS m<sup>-1</sup>) ainda estão dentro da faixa de salinidade adequada (de 0,3 a 1,0 dS m<sup>-1</sup>) para a cultura da banana (SILVA et al., 2007).

Na área A5, foi observado um incremento significativo nos teores de matéria orgânica em todas as profundidades estudadas quando comparadas às áreas A2 e AC (Tabela 1). O aumento expressivo da matéria orgânica em A5 pode ser atribuído possivelmente a um maior aporte de material vegetal na superfície do solo (75.525 kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 4).

Na área que recebeu mais tempo de aplicação do biofertilizante (A5), foram verificados aumentos significativos em comparação com AC, nos níveis de P disponível, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>; no caso do Mg<sup>2+</sup> somente na camada de 5-20 cm. Na camada de 0-5 cm da área A5, o teor de P (137 mg Kg<sup>-1</sup>) diferiu significativamente do P das áreas A2 (52,9 mg Kg<sup>-1</sup>) e AC (61,3 mg Kg<sup>-1</sup>). O nível elevado de P disponível nesta área pode estar associado ao grande aporte de resíduos da colheita (Figura 4) e sua mineralização, e também à aplicação de adubos fosfatados que ocorre anualmente.

Nas profundidades de 5-20 cm e 20-40 cm, os níveis de P só mostraram diferenças significativas entre as áreas A2 e A5 com essa última apresentando maior teor de P. O menor teor de P na área A2 pode ser explicado por uma possível precipitação do Ca do próprio biofertilizante ou ainda pela solubilização do Ca do próprio solo por ácidos orgânicos do biofertilizante.

Os maiores teores de K<sup>+</sup> foram observados nas áreas A2 e A5 nas profundidades 0-5 e 5-20 cm, diferindo estatisticamente da área AC. Na profundidade 20-40 cm os maiores teores de K<sup>+</sup> foram verificados somente na área A5 (Tabela 1). Os valores de K<sup>+</sup> encontrados são altos e dispensa no momento à adubação potássica, porque nessas condições a planta demora a responder a adubação.

O teor elevado de K<sup>+</sup> em todas as profundidades estudadas nas áreas A2 e A5 pode ser explicado pela boa mobilidade do K no perfil do solo, favorecendo a sua concentração próxima às raízes, conforme destacado por Ernani et al. (2007).

Os teores de Na nas camadas de 0-5 cm e 5-20 cm apresentaram diferença significativa entre as

áreas, sendo superiores em A5 e A2 em relação a AC. Na camada de 20-40 cm, as áreas não apresentaram diferença significativa quando comparadas entre si (Tabela 1).

O aumento do Na trocável nas primeiras camadas das áreas A2 e A5, pode ser explicado pelo seu acúmulo na água de irrigação e pelo biofertilizante aplicado que apresenta grande quantidade de Na (Na 158,18 mg L<sup>-1</sup>). Teores elevados de Na em biofertilizantes são comuns de serem encontrados na literatura, como os utilizados por Santos et al. (2014) com 3,27 e 3,05 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Na e por Torres et al. (2014) e Alves et al. (2013), ambos com 1,22 e 1,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Na. Entretanto, apesar desta característica do biofertilizante utilizado, em todas as camadas e áreas, os teores de Na trocável estiveram abaixo de 4% do total dos cátions trocáveis, valor considerado adequado para o cultivo da banana (BORGES et al., 2002).

Na área A5, o teor de Ca trocável na camada de 0-5 cm (27,5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Ca) foi significativamente superior ao das áreas A2 e AC (19,4 e 14,3 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Ca respectivamente) (Tabela 1). Esses níveis elevados de cálcio em A5 foram sete vezes superiores ao valor considerado alto (4,0 cmol<sub>c</sub> de Ca), e pode ser explicado pela irrigação com águas calcárias originadas dos poços tubulares e por ser o calcário o material de origem do solo estudado. Apesar da elevada concentração, quando o valor do Ca é analisado dentro da relação Ca/(K+Ca+Mg) verifica-se que esses elementos se encontram em proporções adequadas, com valores no intervalo entre 0,6 a 0,8 considerado ideal para essa relação (SILVA et al., 1999).

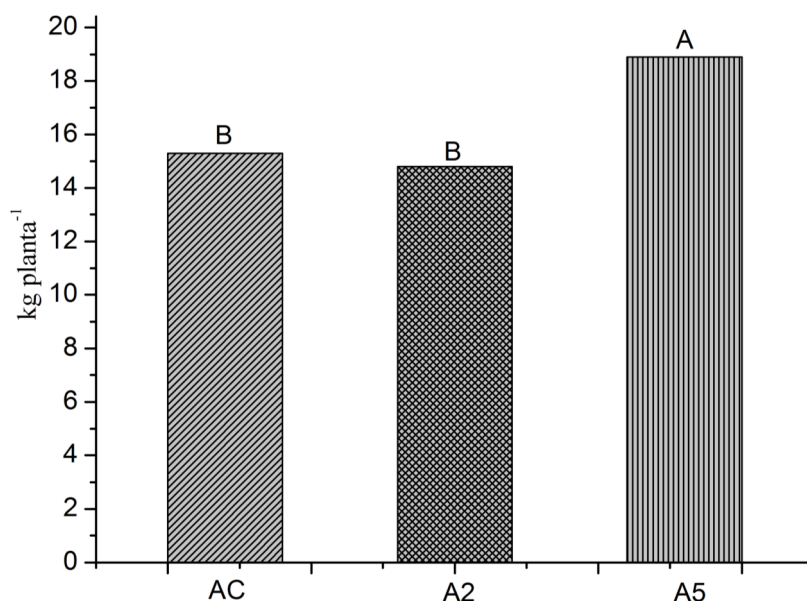
Os teores de Mg trocável no solo aumentam com a aplicação do biofertilizante, na camada de 5-20 cm da área A5 diferenciando-se significativamente

de das outras áreas. Para esse aumento, pode ter contribuído a incorporação do Mg dos restos vegetais, em função da decomposição dos resíduos e liberação do Mg na solução do solo (BRITO et al., 2013).

Na avaliação do crescimento da planta, foi verificada maior altura da planta mãe nas áreas A5 (7,2 m) e A2 (6,3 m) que diferiram estatisticamente da área AC (5,3 m). Plantas filhas e netas também se apresentaram mais altas nas áreas que receberam o biofertilizante. Materiais orgânicos quando acrescidos de EM aumenta a atividade biológica do solo favorecendo o processo de humificação (VALARINI et al., 2003), mineralização e disponibilidade de nutrientes que irão beneficiar o crescimento da planta. Ezz et al. (2011), também verificaram maior crescimento de plantas de banana com a utilização de biofertilizantes.

No comprimento e largura das folhas, não foi observada diferença significativa entre as plantas das áreas estudadas. O número de folhas vivas foi maior nas áreas A2 e A5 (12 e 11 folhas respectivamente), diferindo significativamente da área controle AC (9 folhas). Esse resultado é de grande importância dada a influência que o aumento da área fotossintética pode exercer na produção de frutos. Rodrigues et al. (2009) estudando a influência de diferentes níveis de desfolha na produção e qualidade dos frutos da bananeira Prata-Anã, verificaram que a massa dos cachos foi maior nas plantas mantidas com o mínimo de 12 folhas, assim como a maioria das características relacionadas à produção.

A produção de massa seca total da planta mãe foi maior em A5 (18,9 kg). As áreas AC (15,4 kg) e A2 (14,8 kg) não diferiram estatisticamente (Figura 1). Em média o peso fresco da planta mãe foi de 166,3 kg, 150,5 kg e 190,9 kg em AC, A2 e A5 respectivamente.

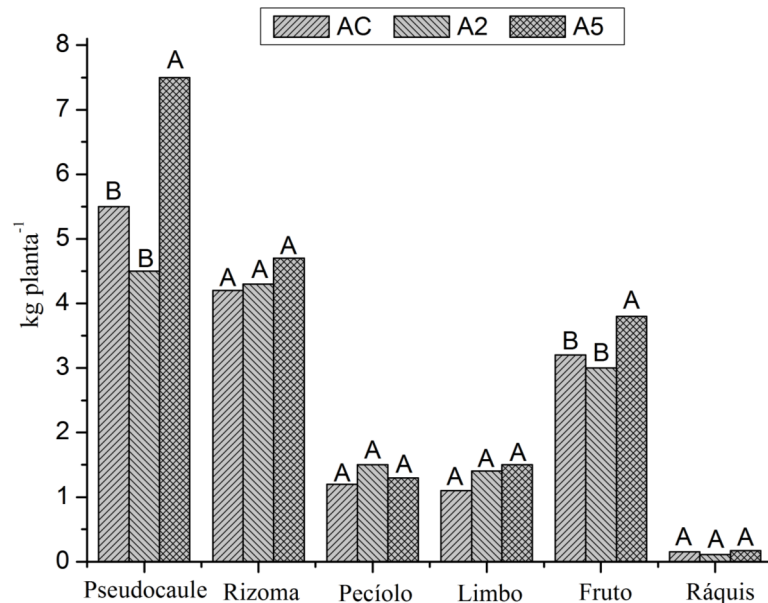


**Figura 1.** Massa seca total dos diversos órgãos da planta mãe da banana Cv. Pacovan, sob diferentes manejos de adubação em kg planta<sup>-1</sup>. Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produção e o acúmulo de matéria seca na planta mãe obedeceram à ordem pseudocaule > rizoma > fruto > folha > ráquis (Figura 2), sendo essa sequência a mesma em todas as áreas estudadas. A massa seca do pseudocaule ( $7,5 \text{ kg planta}^{-1}$ ) e rizoma ( $4,7 \text{ kg planta}^{-1}$ ) na planta mãe da área A5 representa 64,5% da massa seca total produzida (Figura 2). Após a colheita os restos vegetais permanecem na superfície do solo, e uma maior produção de matéria seca contribui na melhoria das propriedades físicas e

químicas do solo.

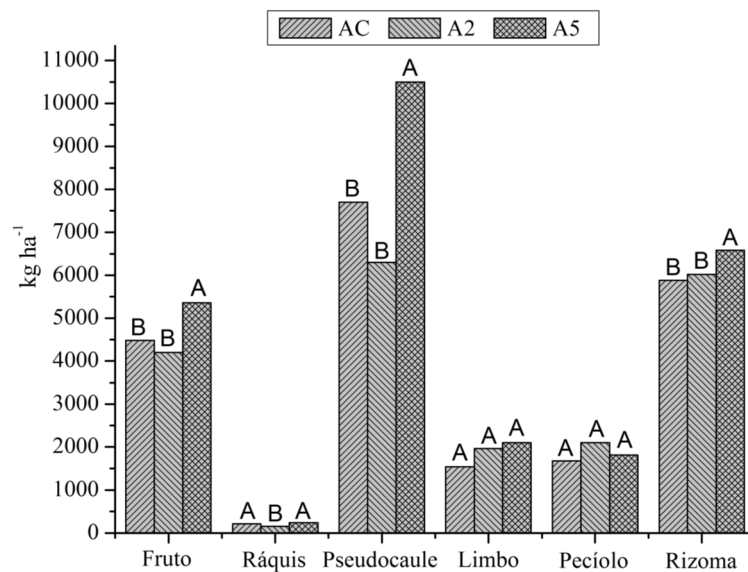
A massa seca do pseudocaule, rizoma, limbo e fruto na planta mãe da banana foram maiores na área com cinco anos de aplicação do biofertilizante (A5), respectivamente  $7,5 \text{ kg planta}^{-1}$ ,  $4,7 \text{ kg planta}^{-1}$ ,  $1,5 \text{ kg planta}^{-1}$ ,  $3,8 \text{ kg planta}^{-1}$  (Figura 2). Entretanto, estatisticamente somente foi superior o pseudocaule e fruto, mostrando ser uma vantagem para o agricultor à aplicação de biofertilizante nos plantio de banana, podendo elevar sua produtividade.



**Figura 2.** Massa seca dos diversos órgãos da planta mãe da banana Cv. Pacovan, sob diferentes manejos de adubação em  $\text{kg planta}^{-1}$ . Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando as áreas avaliadas, a produção de matéria seca do pseudocaule ( $10500 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e rizoma ( $6580 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em A5, diferiu significativamente em relação às áreas A2 e AC com produção de

$6300 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $7700 \text{ kg ha}^{-1}$  para o pseudocaule e  $6020 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $5880 \text{ kg ha}^{-1}$  para o rizoma respectivamente (Figura 3).



**Figura 3.** Matéria seca acumulada nos diversos órgãos da planta mãe da cultivar Pacovan em  $\text{kg ha}^{-1}$ . Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O cacho (fruto + ráquis) responsável pela matéria seca exportada, nas áreas de estudo representou 21% da matéria seca total produzida pela planta mãe. Esse resultado permitiu deduzir que 79% da matéria seca são restituídas ao solo, quando a fitomassa da colheita é deixada na área. Silva et. al. (2001) em trabalho com bananeira, relataram que 2/3

da parte aérea produzida pela bananeira retornam ao solo em forma de pseudocaule e folha.

Os teores de N, P e K na planta mãe variaram, sendo o K o nutriente encontrado em maior concentração em todos os órgãos da planta excetuando-se o limbo, onde a maior concentração é de N (Tabela 2).

**Tabela 2.** Teores médios de N, P e K na massa seca da planta mãe, de uma touceira da cultivar Pacovan.

Órgão da Planta	N			P			K		
	AC	A2	A5	AC	A2	A5	AC	A2	A5
	----- g kg <sup>-1</sup> planta <sup>-1</sup> -----								
Pseudocaule	7,2 A	7,8 A	7,7 A	0,6 A	0,7 A	0,9 A	27,6 B	33 AB	37,7 A
Rizoma	6,8 B	8,7 AB	9,8 A	0,8 A	1,0 A	1,1 A	29,9 A	27,9 A	32,3 A
Limbo	17,2 A	17,6 A	18,9 A	1,3 A	1,0 A	1,4 A	14,6 A	13,3 A	14,8 A
Peciolo	3,4 B	5,1 A	4,5 A	0,4 A	0,7 A	0,5 A	19,8 A	28,0 A	20,2 A
Fruto	11,0 A	11,2 A	13,7 A	1,5 A	2,0 A	1,7 A	26,0 A	25,3 A	27,1 A
Ráquis	4,7 A	5,2 A	5,8 A	0,5 A	0,6 A	0,8 A	12,4 A	12,7 A	13,2 A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entre os órgãos da planta, os maiores teores de K foram verificados no pseudocaule, com valores de 37,2 33,0 e 27,6 g kg<sup>-1</sup> nas áreas A5, A2 e AC respectivamente, enquanto que os menores valores foram apresentados no ráquis do cacho (entre 12,4 e 13,2 g kg<sup>-1</sup>). Maiores teores de K no pseudocaule também foi constatado por Moreira et al. (2009). O alto conteúdo de água nesse órgão explica os altos teores de K, uma vez que esse nutriente participa do balanço hídrico e pressão osmótica da planta (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Nas três áreas estudadas, os teores de N no limbo variaram de 17,2 a 18,9 g kg<sup>-1</sup> não se verificando diferença significativa entre si. Só houve diferença estatística no teor de N no rizoma e peciolo, onde a concentração do nutriente nas áreas A5 e A2 foram maiores do que na área AC. Os teores de P nos diversos órgãos foram entre 7 a 15 vezes menores que o do N e 12 a 45 menores que o do K, verificando-se as maiores relações N: P no limbo e as menores no fruto. Nas relações K:P os maiores valores foram observados no pseudocaule e rizoma, e os menores no limbo das folhas e fruto. O órgão com maior teor de P é o fruto, o que é justificado porque o P é importante na formação e precocidade de frutos e sementes.

A quantidade média de K, N e P extraída pela cultura da bananeira na área A5 (1602,5 kg ha<sup>-1</sup> de K, 371,5 kg ha<sup>-1</sup> de N e 55,8 kg ha<sup>-1</sup> de P) foi superior à indicada por Martin-Prével, (1984) de 1350 kg ha<sup>-1</sup> de K, 302 kg ha<sup>-1</sup> de N e 34 kg ha<sup>-1</sup> de P (Tabela 3).

Na área A5, a relação K/N e N/P na touceira

foi similar e inferior respectivamente as de Martin-Prével (1984), (K/N=4,4 e N/P=8,8), sugerindo que nas áreas estudadas mais P foi absorvido.

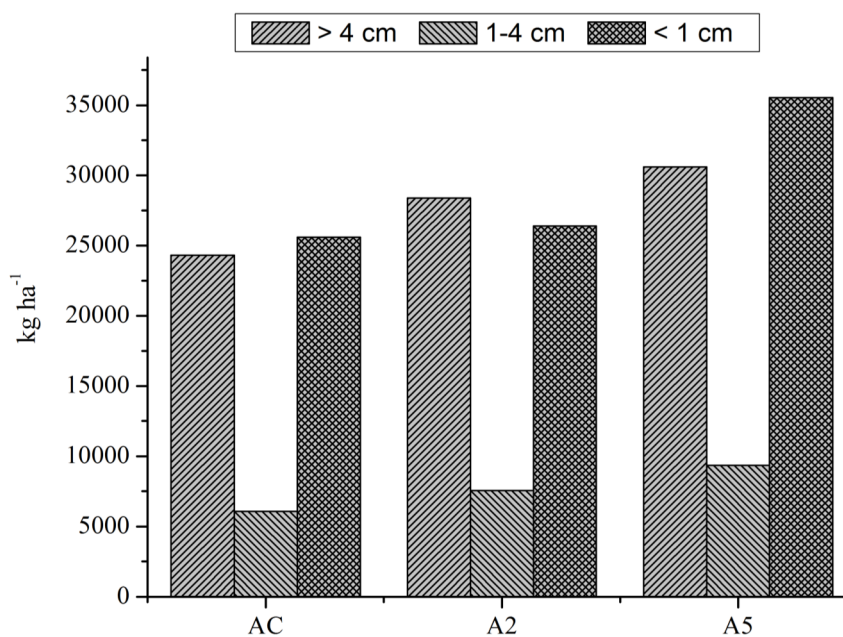
O N foi o segundo elemento mais extraído, sendo superior nas áreas A5 (371,5 kg ha<sup>-1</sup>) e A2 (286,8 kg ha<sup>-1</sup>) em relação a AC (242,7 kg ha<sup>-1</sup>). Na extração do P as áreas seguiram a mesma sequência que o N e K, sendo maiores na área A5 (55,8 kg ha<sup>-1</sup> de P) seguidos da área A2 (40,3 kg ha<sup>-1</sup> de P) e AC (33,5 kg ha<sup>-1</sup> de P).

A quantidade total de material vegetal na superfície do solo proveniente principalmente da fitomassa da colheita foi superior na Área A5 (75.520 kg ha<sup>-1</sup>) seguido da área A2 (62.347 kg ha<sup>-1</sup>) e da área AC (56.000 kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 4). Todas as frações do material vegetal sobre a superfície (material não decomposto > 4 cm, parcialmente decomposto entre 1 a 4 cm e avançada decomposição < 1 cm) seguiu a mesma sequência A5>A2>AC verificada nas quantidades totais. O acúmulo de material vegetal na superfície do solo é decorrente de treze anos de cultivo, onde por ocasião da colheita a planta mãe é cortada e deixada na superfície. Para a maior quantidade de resíduos vegetais observado nas áreas A5 e A2, deve ter contribuído a aplicação do biofertilizante, uma vez que nessas áreas a biomassa produzida também foi maior. Alves et al. (2013) verificaram aumento significativo da área foliar de bananeira após a aplicação de biofertilizante, consequentemente elevando a quantidade de resíduos vegetais de forma similar ao presente estudo.

**Tabela 3.** Extração de N, P, e K pela touceira de bananeira da cv. Pacovan, em três manejos de adubação.

Órgão da Planta	N			P			K		
	AC	A2	A5	AC	A2	A5	AC	A2	A5
-----kg ha <sup>-1</sup> -----									
Planta Mãe									
Pseudocaule	55,4 B	49,1B	80,8 A	4,1 B	4,4 B	9,4 A	212,5 B	207,9 B	395,8 A
Rizoma	39,9 B	52,3 B	64,4 A	4,7 A	6,0 A	7,2 A	175,8 B	167,9 B	212,5 A
Limbo	26,4 B	46,2 A	39,6 A	2,0 A	1,9 A	2,9 A	22,4 A	26,0 A	31,0 A
Peciolo	5,7 C	10,7 A	8,1 B	0,6 A	1,0 A	0,9 A	33,2 B	58,8 A	36,7 B
Fruto	49,2 B	47,0 B	72,8 A	6,7 A	8,4 A	9,0 A	116,4 B	106,2 B	144,1 A
Ráquis	0,98 A	1,0 A	1,3 A	0,1 A	0,1 A	0,2 A	2,6 A	2,4 A	3,1 A
Total	177,5	206,3	267,	18,2	21,8	29,6	562,9	569,2	823,2
Planta filha									
Pseudocaule	28,3	32,9	40,0	7,7	8,9	10,9	266	267,7	382,9
Rizoma	14,7	14,6	23,5	3,1	3,4	5,6	172	159,4	222,7
Limbo	13,6	20,4	24,2	1,8	3,0	4,7	33,4	45,4	52,1
Peciolo	4,9	7,3	6,0	1,9	2,0	2,6	38,5	64,2	54,0
Total	61,5	75,2	93,7	14,5	17,3	23,8	509,9	536,7	711,7
Planta neta									
Pseudocaule	1,1	1,6	4,1	0,4	0,4	1,0	12,9	12,1	30,8
Rizoma	2,1	2,5	4,9	0,4	0,6	1,1	15,4	14,0	27,6
Limbo	0,2	0,7	1,0	0,04	0,08	0,16	0,7	1,0	1,7
Peciolo	0,3	0,5	0,8	0,04	0,14	0,16	2,3	7,0	7,5
Total	3,7	5,3	10,8	0,88	1,22	2,42	31,3	34,1	67,6
Total Geral	242,7	286,8	371,5	33,5	40,3	55,8	1104,1	1140,0	1602,5

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 4.** Quantidade de material vegetal na superfície do solo em três diferentes manejos de adubação.



O conteúdo total de N, P e K nos resíduos vegetais da superfície do solo, seguiu a mesma sequência verificada no conteúdo desses nutrientes na planta mãe por ocasião da colheita, sendo o K maior

que o N, seguido do P. Comparando as áreas, para os três macronutrientes o conteúdo total seguiu a ordem: A5>A2>AC (tabela 4).

**Tabela 4.** Conteúdo de N, P e K nos resíduos vegetais na superfície do solo.

Áreas	Material >4cm			Material 1 – 4cm			Material <4cm			Total		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
	-----Kg ha <sup>-1</sup> -----											
AC	145,9	48,6	717,4	51,0	63,8	120,0	143,3	33,2	276,0	340,2	145,0	1113,4
A2	204,4	68,1	619,1	105,6	53,5	239,9	137,2	29,0	361,6	447,2	150,0	1220,6
A5	324,4	85,6	489,6	273,0	75,8	365,9	142,2	31,9	455,0	739,7	193,0	1310,5

Material grosseiro (>4 cm), médio (1 a 4 cm) e fino (<1cm).

Comparando os teores de N, P e K totais nos resíduos, a maior quantidade foi registrada no material grosseiro, seguido pelo conteúdo do material fino à exceção do P. A quantidade de P diminuiu com o tamanho do material; esse comportamento pode ser explicado pelo fato do P ser um elemento pouco móvel, contrariamente ao N, que é móvel e forma parte dos compostos húmicos.

O alto conteúdo de K no material fino pode estar relacionado à sua adsorção de forma trocável pela matéria orgânica humificada. De acordo com Ronquim (2010) e Mendonça e Silva (2007) a capacidade de troca de cátions da matéria orgânica representa mais de 80% dos solos minerais das regiões tropicais, podendo ter havido a sorção do K da fração fina. Os maiores conteúdos de K no material fino das áreas A2 e A5 em relação à área AC inversamente à quantidade observada no material grosseiro, pode estar associado à maior decomposição dos resíduos da colheita por ação do biofertilizante. Os dados sugerem que a aplicação do biofertilizante influenciou na qualidade dos resíduos.

## CONCLUSÕES

A aplicação do biofertilizante e a irrigação com água calcária influenciou nos atributos do solo aumentando o pH em água, a condutividade elétrica e os teores de matéria orgânica, K, P, Ca, Mg e Na, principalmente na camada superficial do solo de 0-5 cm.

O sistema de manejo da adubação influenciou no desenvolvimento e produção da bananeira, contribuindo na recuperação de bananais degradados. Áreas cultivadas com cinco anos de aplicação do biofertilizante produziram plantas de maior altura e número de folhas, acumularam maior quantidade de biomassa e nutrientes N, P e K, e exportaram mais K e P pela colheita.

## AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste pelo apoio financeiro. A Capes pela bolsa de estudo. As fazendas Frutacor e Damami pela logística. Ao engenheiro agrônomo João Paulo Cajazeira pelo apoio de campo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, F. I. DOS S. et al. Produção da banana nanica (*Musa sp.*) em função de tipos e doses de biofertilizantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 5, p. 58 - 68, 2013.
- BORGES, A. L. et al. **Nutrição e adubação da bananeira irrigada**. Cruz das Almas - BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8 p. (Circular Técnica, 48).
- BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; BEBÉ, F.V. Acúmulo de macronutrientes em serapilheira de diferentes genótipos de bananeira. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 65, 2013, Recife. **Anais...** Recife: SBPC, 2013.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS (DNOCS). **Perímetro Irrigado Jaguaribe – Apodi**. Disponível em: <[http://www.dnocs.gov.br/dnocs/doc/canais/perimetros\\_-\\_irrigados/ce/jaguaribe\\_apodi.html](http://www.dnocs.gov.br/dnocs/doc/canais/perimetros_-_irrigados/ce/jaguaribe_apodi.html)>. Acesso em: 16 jul. 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2. ed. rev., 2009. 627 p.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F. et al. (eds.) **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do

Solo, 2007b. p. 551-594.

EZZ, T. M. et al. Comparative study between bio-and phosphorus fertilization on growth, yield, and fruit quality of banana (Musa spp.) grown on sandy soil. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, Riyadh - Arabia Saudita, v. 3. n. 7, p. 0-10, 2011.

FERNANDES, L. A. et al. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 11, p. 1575-1581, 2007.

GALBIATTI, J. A. et al. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 167-177, 2011.

HOMMA, S. K. **Efeito do manejo alternativo sobre a descompactação do solo, fungos micorrizicos arbusculares nativos e produção em pomar convencional de tangor 'Murcot'**. 2005. 101 f. Dissertação (Mestrado em meio ambiente) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz-USP, Piracicaba, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatística agricultura**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2012.

MARTIN-PRÉVEL, P. Bananier. In: MARTIN-PRÉVEL, P., GAGNARD, J. GAUTIER, P. (Eds.) **L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentations des plantes tempérées et tropicales**. Paris: Tec & Doc, 1984. p. 715-51.

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.

MEDEIROS, M. B. et al. Uso de biofertilizantes líquidos no manejo ecológico de pragas agrícolas. In: ENCONTRO TEMÁTICO MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL DA UFPB, 2, 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2003. p. 19-23.

OLIVEIRA, A. P. et al. Yield of sweet potato fertilized with cattle manure and biofertilizer. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 277-281, 2010.

RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. Influência de diferentes níveis de desfolha na produção e qualidade dos frutos da bananeira Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 755-762, 2009.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8. Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, 2010. 26 p.

SANTOS, J. G. R. et al. Qualidade da produção da bananeira Nanicão em função do uso de biofertilizantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 387-393, 2014.

SILVA, E. B.; RODRIGUES, M. G. V.; SANTOS, J. de O. Estado nutricional de um bananal irrigado com água subterrânea. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Montes Claros: Unimontes, 2001. p. 263-276.

SILVA, J. T. A. et al. Produção de bananeira 'Prata anã' (AAB) em função de diferentes doses e fontes de potássio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 817-822, 2011.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, J. P. C. M. et al. Esterco líquido de bovinos leiteiros combinado com adubação mineral, sobre os atributos químicos de um latossolo bruno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2563-2572, 2008.

SILVA, J. T. A. da; PACHECO, D. D.; COSTA, E. L. da. Atributos químicos e físicos de solos cultivados com bananeira "Prata Anã (aab)", em três níveis de produtividade no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 102-106, 2007.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; MALBURG, J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 21-36, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2004. 719 p.

TEIXEIRA, L. A. J.; RAIJ, B. V.; NETO, J. E. B. Estimativa das necessidades nutricionais de bananeiras da folha subgrupo Cavendish cultivadas no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 540-545, 2008.

TORRES, P. B. et al. Influencia da aplicação de biofertilizantes na qualidade da produção da bananeira nanica (1º ciclo). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 9, n. 1, p. 127 -132, 2014.

VALARINI, P. J. et al. Assesment of soil property by organic matter and EM-microorganism incorporation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 519-525, 2003.