



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
CURSO DE MESTRADO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**

JOSÉ WILSON GOMES DOS SANTOS

**ESTUDO COMPARATIVO DE RESPOSTAS DA BANANA ÀS
APLICAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL E BIOFERTILIZANTE
NA CHAPADA DO APODI-CE**

**FORTALEZA - CEARÁ
2011**

JOSÉ WILSON GOMES DOS SANTOS

**ESTUDO COMPARATIVO DE RESPOSTAS DA BANANA ÀS
APLICAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL E BIOFERTIZANTE NA
CHAPADA DO APODI-CE**

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Agronomia,
Solos e Nutrição de Plantas, da Universidade
Federal do Ceará - UFC, como requisito para
a obtenção do Grau de Mestre.

Área de concentração: Solos e Nutrição de
Plantas

Orientador: Fernando Felipe Ferreyra
Hernandez

**FORTALEZA-CEARÁ
2011**

JOSÉ WILSON GOMES DOS SANTOS

**ESTUDO COMPARATIVO DE RESPOSTAS DA BANANA ÀS
APLICAÇÕES DE FERTILIZANTE MINERAL E BIOFERTILIZANTE
NA CHAPADA DO APODI-CE**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós Graduação, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Ceará.

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. PhD. Boanerges Freire de Aquino
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Francisco Nildo da Silva
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira-UNILAB

À minha mãe, Maria Luciano dos Santos, e ao meu pai, José Gomes dos Santos, (*in memoriam*), exemplos de fé, determinação e amor.

OFEREÇO

Ao meu irmão, Antonio Weimar Gomes dos Santos pelo apoio, e a minha esposa Verônica Cunha Muniz Gomes e meu filho José Wilson Gomes dos Santos Júnior pelo incentivo, amor e compreensão.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela luz do Espírito Santo que me iluminou nos momentos mais difíceis da minha trajetória.

À Universidade Federal do Ceará, em especial ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade concebida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior- CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Banco do Nordeste do Brasil-BNB, pelo financiamento para a realização das pesquisas sobre a cultura da banana.

Ao professor Fernando Felipe Ferreyra Hernandez, pela orientação, paciência e dedicação para que fosse concretizada essa pesquisa.

Ao professor Raimundo Willane de Figueiredo pelo apoio inicial.

Aos professores Boanerges Freire de Aquino e Raimundo Nonato de Assis Júnior pelas consideráveis sugestões.

Ao professor Francisco Nildo da Silva, pelas sugestões valiosas a este trabalho.

Aos professores do curso de pós-graduação na área de concentração de solos e nutrição de plantas, Ismail Soares, Míriam Cristina, Teógenes Sena, Maria Eugênia, Tiago Osório e Ricardo Espíndola pela transmissão dos conhecimentos.

À professora Letícia Adriana Pires pela revisão do texto.

Aos laboratoristas Fátima, Geórgia e Franzé pelo apoio e colaboração para a realização desse trabalho.

À Frutacor e a Damami pela logística de apoio, disponibilizando pessoal para ajudar no desenvolvimento das pesquisas.

Aos meus amigos Izabel, Jaime, Ailton Mascarenhas, José Augusto, Bruno e Léo pelo apoio e incentivo.

Aos colegas de mestrado Régis Pinheiro, Robson, David Correia, Daniela Barbosa, Ana Paula, Maria Auxiliadora, Aridiano, Carol, José Filho e Alcione pela amizade de todos os momentos.

Aos funcionários do departamento de solos: Edilson, Helena, Ivonete, Francisco, Penha, Naurício e Aldo.

Aos funcionários da Funceme: Antonio José, Tavares, Amilson e Vilauba.

A João Paulo Cajazeiras, Orlando, Neurilene, Simone e Neide, pela ajuda no decorrer dos trabalhos de campo.

A todos os meus familiares pelo amor, carinho, compreensão e dedicação durante o decorrer da minha caminhada.

E a todas as pessoas não citadas, que de uma forma ou outra colaboraram para a realização desse trabalho.

RESUMO

Os biofertilizantes líquidos vêm sendo utilizados com relativo sucesso na recuperação de bananais que apresentam baixa produtividade, após longo tempo de cultivo. Essa área ainda carece de estudos, porque são poucas as informações existentes relacionadas a tratos culturais que visem ao aumento da vida útil do bananeiral. O objetivo deste trabalho foi fazer um estudo comparativo em áreas de bananais degradados que receberam aplicação do biofertilizante por um período de 2 e 5 anos e área onde a cultura não recebeu esse tipo de aplicação. Foram avaliados os efeitos do tempo de aplicação sobre as características químicas do solo, medidas biométricas da planta (altura, número, comprimento e largura das folhas), produção de matéria seca, extração e exportação de N, P e K pela touceira (planta mãe, filha e neta) e o aporte de resíduos vegetais ao solo. Os estudos foram realizados nas Fazendas Frutacor Ltda e Damami na chapada do Apodi município de Quixeré-CE, onde três áreas foram selecionadas em bananais de produção comercial: 1- uma área controle (AC) irrigada com água de canal e utilizando-se somente adubação mineral; 2- uma área com 2 anos de aplicação do biofertilizante mais adubação mineral (A2) e irrigada com água de poço e 3- outra área com 5 anos de aplicação do biofertilizante mais adubação mineral (A5) também irrigada com água de poço. Todas essas áreas eram cultivadas com bananeira da cultivar Pacovan com 13 anos de cultivo, plantadas em fileira dupla e densidade de 1400 plantas por hectare. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições. O biofertilizante aumentou os teores de matéria orgânica, K e Ca trocáveis nas três profundidades do solo. Os níveis de P extraível e Mg trocável foram superiores somente na camada superficial. O biofertilizante e a água da irrigação de poço aumentaram o pH, a CE e o Na do solo. As plantas que receberam aplicação do biofertilizante foram mais altas, com maior peso e nº de folhas. A área A5 que recebeu mais tempo de aplicação do biofertilizante apresentou maior produtividade, acumulou 20% mais matéria seca que a área controle, extraiu mais N, P e K do solo, exportou mais nutrientes através da colheita e aportou maior quantidade de resíduos vegetais ao solo. O sistema de manejo e adubação influenciou no desenvolvimento e produção da bananeira, contribuindo na recuperação de bananais degradados.

Palavras-Chave: Bananeira; Biofertilizante; Extração de Nutrientes.

ABSTRACT

The liquid biofertilizers have been used with relative success in the recovery of banana plantations that have low productivity due to long time of cultivation. The area of the present study needs further investigations because there is little information available related to the cultural practices that could increase the time of the crop yield. The objective of the present study was to compare the areas of degraded banana plantations that received application of fertilizer for a period of 2 e 5 years with the areas where the crop did not receive fertilizer application. It was studied the effects of time of application on soil chemical characteristics, biometric measurements of the plant (height, number, length and width of leaves), dry matter production, extraction and export of N, P and K by the plants (the mother, the daughter and the granddaughter banana plants) and amount of incorporated of plant residues into the soil. The studies were conducted in the localities of Frutacor. and Damami Farms Ltd at the Apodi plateau (county of Quixeré-CE, Brazil), where three areas were selected with commercial production of banana. The areas were: 1) - a control area (CA) irrigated with river water and using only mineral fertilizer; 2) - an area that received biofertilizer applications during two years plus mineral fertilization (A2) and being irrigated with well water; and 3) - another area that received 5 years of biofertilizer application plus mineral fertilization (A5) also irrigated with well water. All these areas were planted with banana Pacovan for 13 consecutive years of cultivation following a planting spacing with double rows and density of 1400 plants per hectare. The experimental design was a completely randomized blocks with three replications. The biofertilizer application increased the content of organic matter, exchangeable Ca and K contents in the three soil depths. The levels of extractable P and exchangeable Mg contents were higher only at the surface layer. The irrigation with well water and application of biofertilizer increased soil pH, soil EC and soil Na. Plants that received application of biofertilizer were higher, with both greater weight and number of leaves. The A5 area that has received the application of biofertilizer for more time showed higher productivity, accumulated 20% more dry matter than the control area, extracted more N, P and K from soil, exported more nutrients through harvesting and deposited larger amounts or plant residues on the soil.

Key words: Banana; Biofertilizer; Extraction of Nutrients.

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1: Histórico da produtividade da área com 2 anos de aplicação do biofertilizante mais adubação química, irrigada por água de poço e com sistema de irrigação por gotejamento....22

Tabela 2: Histórico da produtividade da área com 5 anos de aplicação do biofertilizante mais adubação mineral, irrigada por água de poço e com sistema de irrigação por gotejamento....22

Tabela 3: Atributos químicos nas profundidades de 0-5 cm; 5-20 cm e 20-40 cm do Cambissolo eutrófico da área experimental, sob diferentes manejos de adubação.....29

Tabela 4: Medidas biométricas (altura do pseudocaule e folha, largura e nº de folhas) das plantas mãe, filha e neta da cv. Pacovan.....34

Tabela 5: Peso médio fresco e seco dos diversos órgãos das plantas da bananeira cv. Pacovan, sob diferentes manejos de adubação.....36

Tabela 6: Matéria seca acumulada nos diversos órgãos da planta mãe (matéria seca exportada e restituída) da cv. Pacovan.....37

Tabela 7: Teores médios de N, P e K na massa seca do pseudocaule, rizoma, limbo, pecíolo, fruto e ráquis das plantas mãe, filha e neta da da cv. Pacovan.....39

Tabela 8: Extração de N, P e K pela touceira de bananeira da cv. Pacovan com 13 anos de cultivo, em três condições de manejo.....40

Tabela 9: Quantidade de material vegetal (estratificado em material grosseiro, médio e fino) na superfície do solo em kg ha⁻¹.....42

Tabela 10: Teor de N, P e K nos resíduos vegetais, estratificado em material grosseiro, médio e fino.....43

Tabela 11: Conteúdo total de N, P e K no material estratificado (grosseiro, médio e fino) dos resíduos vegetais na superfície do solo.....43

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1: Área da banana Pacovan com 5 anos de aplicação do biofertilizante + adubo mineral, cultivada por 13 anos, e irrigada com água de poço.....	20
Figura 2: Retirada da Amostra do pseudocaule da cv. Pacovan (secção de 5 cm de largura), para determinação das biomassas fresca e seca.....	25
Figura 3: Amostra do rizoma da cv. Pacovan, para determinação das biomassas fresca e seca.....	26
Figura 4: Separação dos resíduos pelo grau de decomposição (material grosseiro, médio e fino), com a utilização do gabarito de 1m ²	28
Figura 5: Pseudocaule da cv. Pacovan da área experimental com 5 anos de aplicação do biofertilizante+adubação mineral.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Aspectos gerais da cultura da banana	14
2.2	A importância da cultivar Pacovan para o Nordeste	15
2.3	Exigências Edafoclimáticas	15
2.4	Nutrição da bananeira	17
2.5	O Biofertilizante	18
2.6	Sistemas de irrigação	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Condições climáticas	21
3.2	Áreas avaliadas	22
3.3	Biofertilizante utilizado	24
3.4	Parâmetros avaliados	24
3.4.1	<i>Análises químicas do solo</i>	25
3.4.1.1	<i>pH, condutividade e complexo sortivo</i>	25
3.4.1.2	<i>Nitrogênio total</i>	25
3.4.1.3	<i>Carbono orgânico total</i>	26
3.4.2	<i>Medidas biométricas da planta</i>	26
3.4.3	<i>Biomassas fresca e seca</i>	26
3.4.4	<i>Teor de nutrientes dos órgãos da planta</i>	27
3.4.5	<i>Extração dos macronutrientes N, P e K</i>	28
3.4.6	<i>Aporte e exportação de N, P e K por ciclo da cultura</i>	28
3.5	Análise estatística	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	Atributos químicos do solo	30
4.1.1	<i>pH</i>	30
4.1.2	<i>Condutividade elétrica</i>	31
4.1.3	<i>Matéria orgânica</i>	32
4.1.4	<i>Fósforo</i>	32
4.1.5	<i>Cátions trocáveis</i>	33
4.1.5.1	<i>Potássio</i>	33
4.1.5.2	<i>Sódio</i>	34
4.1.5.3	<i>Cálcio</i>	34
4.1.5.4	<i>Magnésio</i>	35
4.2	Análises da planta	35
4.2.1	<i>Medidas biométricas</i>	35
4.2.2	<i>Fitomassas fresca e seca</i>	36
4.2.3	<i>Teores médios de N, P e K na massa seca das plantas mãe, filha e neta</i>	40
4.2.4	<i>Extração e exportação dos nutrientes N, P e K</i>	41
4.3	Conteúdo de N, P e K nos resíduos vegetais	43
5	CONCLUSÕES	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil vem se destacando na produção de frutas, atividade de grande importância econômica, alimentícia e social, principalmente nas regiões tropicais. A produção de 7,1 milhões de megagramas de banana no Brasil representa 10% da produção mundial, e consolida o país como o segundo maior produtor ficando atrás somente da Índia com 11 milhões de megagramas (FAO, 2011). A área plantada em território brasileiro é da ordem de 520.000 hectares. Por ser uma fruta não sazonal, disponível o ano inteiro e de baixo custo, a banana tem uma grande importância no consumo da população de baixa renda. É também um alimento de alto valor nutritivo, rico em carboidratos e potássio. No campo, a cultura é explorada por grandes, médios e pequenos produtores.

O Nordeste brasileiro tem apresentado crescimento na atividade da fruticultura, cuja produção e exportação têm aumentado consideravelmente em relação aos produtos tradicionais. A região é a maior produtora de banana do país com 40% da produção nacional, seguido do Sudeste com 29,8%, Sul com 14%, Norte 13% e Centro-Oeste 3,2%. A Bahia ocupa uma posição de destaque no cenário nordestino dando um importante impulso ao crescimento da atual área, sendo o Ceará o segundo maior produtor regional (IBGE, 2011).

O estado do Ceará já ocupou o primeiro lugar na produção nacional na década de 70; no período de 1971 a 1997 perdeu essa hegemonia, porque a maior parte da produção era oriunda de sequeiro cujo produto não mais atendia a exigência do consumidor. À exceção de algumas regiões isoladas, a produtividade média do estado é da ordem de 9,5 Mg ha⁻¹, considerada baixa se comparada a produtividades de estados como São Paulo e Santa Catarina com média de 22 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2011). A importância econômica da banana para o estado do Ceará é indiscutível, sendo a segunda fruta mais plantada (46928 hectares), só perdendo para o caju. Do ponto de vista social, as áreas plantadas representam não só milhares de empregos, mas também uma importante contribuição para a fixação do homem no campo.

A Chapada do Apodi apresenta solos com grande potencial para agricultura irrigada, concentrando grandes áreas cultivadas com banana, e tem colocado o estado do Ceará na lista dos principais exportadores de frutas do país. Nesse perímetro irrigado, após 10 anos de cultivo, em algumas áreas, a produtividade da bananeira diminuiu em torno de 50% (bananeiras degradadas) mesmo com o uso contínuo de fertilizantes químicos. Em alguns ensaios tem-se observado que a utilização de biofertilizantes líquidos tendo como inóculo o EM-4 (microorganismos eficazes) contribuiu para a recuperação desses bananeirais. A

produtividade de 30 Mg ha⁻¹ nessas áreas, torna-se relevante, por ser obtida de um bananal com 13 anos de cultivo. Essa produtividade se assemelha ao de bananais de primeiro ciclo (período em que a cultura alcança alta produtividade) como o resultado alcançado por Weber *et al.* (2006) que obtiveram 33,21 Mg ha⁻¹ em trabalho realizado na Chapada do Apodi em bananeira da cultivar Pacovan.

Diferentemente de outras plantas frutíferas, a banana é mantida na área em família formando touceiras, o que possibilita a extração de elevadas quantidades de nutrientes, esgotando as reservas do solo que de acordo com Lahav e Turner (1983) só pode suprir parte das necessidades da bananeira. Por outro lado a alta produção da cultura favorece a exportação de nutrientes, o que vai exigir uma fertilização adequada e um melhor aproveitamento dos resíduos para manter a produtividade.

Devido à importância da bananicultura no contexto nacional e principalmente para o estado do Ceará, o presente trabalho teve como objetivo fazer uma análise comparativa entre características químicas do solo, produção de biomassa e restituição de nutrientes pelos resíduos da colheita, em áreas de bananais que receberam 2 e 5 anos de aplicação do biofertilizante e área onde a cultura não recebeu aplicação desse produto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A banana é uma planta pertencente à família *Musacea*, do gênero *Musa* spp. Caracteriza-se por um caule subterrâneo, o rizoma, onde se desenvolvem numerosas gemas laterais e um pseudocaule aéreo resultantes da união das bainhas foliares. A inflorescência cresce através do centro do pseudocaule, onde nascem as flores que dão origem aos frutos.

2.1 Aspectos gerais da cultura da banana

Em virtude da grande dispersão de plantas no continente asiático, admite-se ser esse o centro de origem da banana, embora apresente centros secundários baseado na África e ilhas do Oceano Pacífico. A bananeira é uma planta tipicamente tropical, mas é cultivada também em região subtropical (BORGES *et al.*, 2006). Ocupa grande extensão territorial, sendo a segunda fruta mais produzida no país e a terceira em área colhida, sendo apenas superada pela laranja.

Os cultivares de banana de maior aceitação comercial são a Prata, Prata-Ãna, Pacovan e Maçã do grupo genômico AAB, cuja produção é destinada ao mercado local. As cultivares Nanica, Nanicão e Grande Naine do grupo genômico AAA são utilizadas principalmente para exportação (SILVA *et al.*, 1999).

A banana é uma fruta de maior exploração comercial no mundo, tanto no que diz respeito ao volume de comercialização como a mobilização de recursos. Dentre os fatores que facilitam a comercialização destacam-se: controle da maturação, facilidade de manejo e grande aceitação no mercado interno e externo. O país detém o maior consumo per capita do mundo 29 kg / hab /ano, o que fortalece o seu mercado interno e permite que a quase totalidade da produção de banana tenha comercialização local, o que torna as exportações brasileiras diminutas (MOREIRA, 1999).

No Brasil, os principais pólos produtores estão localizados nas regiões Nordeste, Norte e Sudeste, destacando-se os estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Pará, e Ceará (IBGE, 2011). O Vale do Açu no Rio Grande do Norte tem despontado com tecnologia de produção, pós-colheita, comercialização e transporte ideal

para mercados internacionais da banana. No Ceará, a chapada do Apodi e o Baixo Acaraú se destacam como importantes centros produtores.

2.2 A importância da cultivar Pacovan para o Nordeste

Das cultivares plantada, a Pacovan é a mais importante para a região Nordeste, chegando a ocupar 75% das áreas utilizadas para a produção de banana. Essa preferência é por ser essa cultivar altamente produtiva, chegando a 35 Mg ha⁻¹ ciclo⁻¹ (MOREIRA, 1999), sendo ainda a mais indicada para as áreas irrigadas (ALVES, 1999). A Pacovan e a Prata juntas são responsáveis por 60% da área cultivada com banana no Brasil.

A Pacovan resultante da mutação da Prata, porém mais rústica, produtiva, porte alto e frutos mais ácidos com boa resistência e palatabilidade. Apresenta casca grossa, quinas salientes e frutos com média de 122 g de peso. Pode tombar em função da ação dos ventos. A cultivar é suscetível às Sigatokas amarela e negra e ao mal-do-Panamá, todavia apresenta boa tolerância à broca-do-rizoma e aos nematóides. Tem um bom perfilhamento, cacho com 16 Kg de peso, 85 frutos por cacho, 7,5 pencas por cacho, e frutos com 14 cm de comprimento (EMBRAPA, 2003). Na Chapada do Apodi, além da Pacovan são cultivadas também as bananas Prata-Anã e Prata gigante mais conhecida como Pacovan Apodi.

2.3 Exigências Edafoclimáticas

Os fatores climáticos são importantes no estabelecimento da cultura, influenciando diretamente no desenvolvimento da planta e na produção. Das regiões do País, o Nordeste brasileiro é a que apresenta melhores condições de umidade, temperatura e luminosidade.

A temperatura deve ser alta e uniforme, sendo um importante fator no cultivo da bananeira (ALVES *et al.*, 1997), influenciando diretamente nos processos respiratórios e fotossintéticos da planta. Regiões que apresentam variação de temperatura entre 18 a 35°C com média de 26°C são as que apresentam condições ótimas para o desenvolvimento das plantas. Quando a média mensal é inferior, contata-se um atraso na emissão de folhas (em

condições normais, a planta emite uma folha por semana), redução da copa e uma frutificação tardia. Mínimas inferiores a 15°C podem paralisar as atividades da planta, e máximas superiores a 35°C inibem o desenvolvimento, principalmente por provocar desidratação dos tecidos (BORGES *et al.*, 2003).

As precipitações pluviométricas devem ficar entre 1200 a 1800 mm ano⁻¹ (BORGES *et al.*, 2003) e se bem distribuídas, evitam-se períodos de déficit hídrico, principalmente quando na inflorescência e início da formação dos frutos. Essa exigência em água decorre do fato da emissão semanal de folha promover a formação de uma grande quantidade de tecidos, levando conseqüentemente a uma intensa transpiração.

A bananeira requer luminosidade entre 1000 a 2000 horas de luz ano⁻¹, condição essa atendida com facilidade pela região Nordeste (2300 a 2800 horas de luz ano⁻¹). Essa intensidade acelera o desenvolvimento e reduz o ciclo da bananeira (ALVES *et al.*, 1997).

O vento é um dos maiores fatores de risco da cultura, podendo causar sérios prejuízos ao bananal. Pode ocorrer o fendilhamento das folhas, rompimento do sistema radicular, alongamento do ciclo e tombamento das plantas (MOREIRA, 1999; BORGES *et al.*, 2000). Quando inferiores a 30 km h⁻¹ não provocam problemas, mas, superiores a 55 km h⁻¹, os ventos causam sérios danos à cultura. Para minimizar seus efeitos torna-se importante a instalação de quebra-ventos no bananal.

A umidade relativa superior a 80% é a ideal para a bananeira que é uma planta das regiões tropicais úmidas. Nessa condição, a emissão das folhas é acelerada, ocorre o prolongamento da longevidade da planta, e a uniformização da coloração dos frutos (ALVES, 1997). Entretanto, quanto mais elevada à umidade, maior a probabilidade de infestação do mal de Sigatoka.

A altitude influencia a temperatura, chuva, umidade relativa, e luminosidade, fatores esses ligados ao crescimento e a produção da bananeira (BORGES *et al.*, 2003). Até 1000 m de altitude a banana é cultivada. Variações na altitude induzem alterações no ciclo da cultura.

A bananeira tem preferência por solos permeáveis (em virtude do bom arejamento e drenagem satisfatória), com boa capacidade de retenção de umidade e que permita o desenvolvimento de raízes profundas (BORGES *et al.*, 2000). Os mais indicados são os solos de textura argilosa. Os arenosos em virtude da baixa retenção de umidade, não são indicados principalmente em regiões que apresentam problemas de precipitação. Esses solos também oferecem baixa fertilidade e ainda favorecem a disseminação de nematóides.

2.4 Nutrição da bananeira

Aumentar a vida útil da bananeira com viabilidade econômica é o maior desafio dos bananicultores. A cultura é bastante exigente em água, produz grande quantidade de massa vegetativa 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 bananeiral está ligada a diversos fatores, mas, pela sensibilidade da banana ao desequilíbrio nutricional a fertilidade do solo é uma condição básica para que a atividade seja economicamente viável; o seu desconhecimento conduz a não manutenção dos níveis adequados de nutrientes, principalmente K e N que são os mais exportados. Esses fatores somados à utilização errada do sistema de irrigação são determinantes para os baixos rendimentos (MOREIRA, 1999). A água e os fertilizantes quando mal manejados, estão associados a baixas produtividades.

O K é considerado elemento-chave na nutrição da banana, sendo o nutriente mais extraído pela planta. Neves *et al.* (1991), trabalhando com a cultivar Pacovan, obtiveram resultados de extração de 1260 kg ha⁻¹ de K, quatro vezes mais do que o N. O K tem participação importante nas reações metabólicas de diversos processos fisiológicos, tais como: crescimento meristemático, regime hídrico da planta, fotossíntese, transporte de carboidratos e ativador enzimático. Uma planta bem suprida de K tem maior capacidade de absorver e reter água, fato esse de extrema importância para a banana uma vez que a morfologia e hidratação dos seus tecidos são determinantes para um contínuo consumo de água pela cultura.

O N tem papel fundamental no crescimento e desenvolvimento da planta, sendo responsável pelo aumento do número de pencas, emissão e crescimento dos rebentos e da quantidade total da matéria seca (BORGES *et al.* 2000). Nas regiões tropicais, a planta responde intensamente à adubação nitrogenada, porque nestes solos observa-se elevada deficiência de matéria orgânica. Parte do N pode ser suprida por fontes orgânicas.

O P favorece o desenvolvimento vegetativo e o sistema radicular, sendo o macronutriente menos absorvido pela bananeira (BORGES, *et al.* 2000). Os níveis de exportação de P são elevados podendo chegar a 50%.

Em ordem decrescente, a bananeira absorve os macronutrientes K>N>Ca>Mg>S>P e os micronutrientes Cl>Mn>Fe>Zn>B>Cu (BORGES e OLIVEIRA 2000), sendo importante o conhecimento dessa sequência, para o estabelecimento dos programas de adubação.

Os nutrientes exportados em elevada quantidade são K e N, e a não reposição em níveis adequados desses elementos pode afetar a produção. As sucessivas exportações causam o empobrecimento do solo, tendo em vista que em média um bananal exporta pelos cachos na colheita 47 Kg de N; 4,6 Kg de P; 126 kg de K; 4,0 Kg de Ca, 6,0 Kg de Mg, 5 kg de S, 87 g de B, 38 g de Cu e 99 g de Zn (FARIA, 1997). Existem outras formas de perdas de nutrientes do sistema solo-planta como a erosão e a volatilização. A lixiviação é uma das mais importantes pelo elevado percentual de perdas, chegando a 80% do fertilizante aplicado (BORGES *et al.*, 2002).

Uma das estratégias de manejo é manter os resíduos na superfície. Qualquer prática que ajude na manutenção da matéria orgânica no solo é positiva, devido à importância que assume na ciclagem de nutrientes, eficiência dos fertilizantes minerais e melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Os teores de potássio e cálcio são aumentados com essa prática. Cerca de 2/3 da parte vegetativa da bananeira retornam ao solo, e isso permite que partes dos nutrientes exportados sejam restituídas. A matéria seca total produzida pode alcançar 10 a 15 Mg ha⁻¹ano⁻¹ (BORGES *et al.*, 2006).

A identificação dos nutrientes mais limitantes à cultura da banana comumente é feita pela análise do solo, que recebe suporte adicional da análise de tecido vegetal. Essa vem se mostrando bastante útil na avaliação do estado nutricional das culturas e nas recomendações de adubação, pois o teor de nutrientes da planta é resultante das ações e interações dos fatores que afetam a sua disponibilidade no solo (MOREIRA, 1987).

2.5 O Biofertilizante

O Biofertilizante se destaca por ser de alta atividade microbiana e atua nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes. Contém na sua composição além de N, P e K, também micronutrientes. No solo, segundo Oliveira *et al.* (1986), promove a melhoria das propriedades físicas tornando-os mais soltos, com menor densidade aparente e estimula as atividades biológicas.

Os produtos EM (microorganismos eficientes) contém microorganismos aeróbicos e anaeróbicos e outras dezenas de microorganismos de diferentes atuações principalmente bactérias, leveduras, fungos e actinomicetos, constituindo uma cultura de microorganismos benéficos (HOMMA, 2005). Os EM são do tipo variado. O EM-2 está associado a

microorganismos produtores de antibióticos. O EM-3 é formado por bactérias fotossintetizantes. O EM-4 que é o principal inóculo do biofertilizante utilizado no experimento é constituído notadamente por bactérias produtoras de ácido láctico que atuam na decomposição da matéria orgânica do solo.

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 produção e produtividade do maracujazeiro (SANTOS, 1991), aumento do vigor vegetativo em citros (PRATES e CASTRO, 1989) e aumento satisfatório na produção do milho grão (KOZEM e ALVARENGA, 2005).

Os biofertilizantes também têm sido relacionados ao controle de pragas e doenças, por ajudar a manter o balanceamento nutricional das plantas, deixando-as mais resistentes. No solo, promove o aumento da quantidade de microorganismos benéficos.

A melhoria das condições do solo promovido pela matéria orgânica é insubstituível. O biofertilizante atua eficientemente na conversão e potencialização de diversos nutrientes e substâncias ativas, incrementando e acelerando os processos biogeoquímicos no solo e de suas interações bioquímicas com a planta.

Para aplicação dos biofertilizantes, deve-se dar preferência pelos dias de chuva ou irrigação e os horários vespertinos ou noturnos, evitando-se períodos secos e horas mais quentes do dia. Altas concentrações do produto podem provocar na planta demanda de água muito maior para o seu equilíbrio.

2.6 Sistemas de irrigação

A irrigação da banana é por gotejamento e microaspersão, sendo o primeiro um sistema que permite elevada frequência de água (diária), e o seu fornecimento apenas na área potencial do sistema radicular.

A irrigação localizada ou microirrigação consiste na aplicação de água, molhando apenas parte da área ocupada pelo sistema radicular das plantas, ou seja, parte do solo. Na irrigação por gotejamento a proporção da área molhada varia de 20 a 80% da área total e o teor de umidade do solo pode ser mantido elevado, através de irrigações freqüentes e em

pequenas quantidades. No sistema de microaspersão a água é distribuída em forma de círculo ou semicírculo.

A irrigação localizada pode ser um melhor método nas condições de reduzida disponibilidade de água, custo de energia relativamente alto, limitações quanto ao tipo de solo para outros tipos de irrigação, limitações quanto à topografia do terreno, disponibilidade de mão-de-obra e ainda para culturas com espaçamentos maiores.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de julho/2009 a abril/2011 nas Fazendas Frutacor e Damami na Chapada do Apodí, cuja sede está a uma altitude de 128 m acima do nível do mar. A posição geográfica da área experimental corresponde à latitude 05° 04' 53,8" S e longitude 37° 51' 28,6" W.

3.1 Condições climáticas

O clima da região é BSw'h' 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 (DNOCS, 2011), registrando-se uma distribuição de chuva irregular. O relevo é predominantemente plano, mas tem partes suavemente onduladas (BRASIL, 1973). Os ventos sopram a uma velocidade média de 7,5 ms⁻¹ e a insolação é de 3.030 horas ano⁻¹.



Figura 1. Área da banana Pacovan cultivada por 13 anos, irrigada com água de poço e 5 anos de aplicação do biofertilizante + adubo mineral.

Na região, os solos predominantes são da classe dos Cambissolos, que compreendem solos minerais não hidromórficos. São solos com horizonte B incipiente, profundidade mediana e drenagem moderada. Morfológicamente apresenta sequência de horizontes A, B e C com granulometria variando de média a fina. A coloração é bruno escuro e a textura franca - argilosa. As características químicas indicam solo de alta fertilidade, por serem derivados de rochas carbonatadas.

3.2 Áreas avaliadas

Foram avaliadas três áreas da bananeira Pacovan com 13 anos de cultivo, que se diferenciaram pelo manejo da adubação e utilização de água da irrigação proveniente de canal e poço, conforme descrição a seguir:

1. Área somente com adubação mineral (AC):

Área de produção comercial com 4,0 hectares de banana. A adubação fosfatada é realizada uma vez no início de cada ciclo, e a adubação complementar ocorre durante o cultivo em fertirrigação onde a planta recebe as seguintes quantidades de adubo mineral/mês: 0,03 kg de sulfato de magnésio, 0,07 kg de cloreto de potássio, 0,08 kg uréia e 0,01 kg de ácido bórico. A água utilizada na irrigação é de boa qualidade, sendo proveniente do canal principal do distrito, que é abastecido pelo rio Jaguaribe perenizado pela barragem do castanhão. A irrigação é por microaspersão, e a produtividade de 22,5 Mg ha⁻¹ nessa área, tem-se mantida constante ao longo dos últimos anos.

2. Área com adubação mineral + 2 anos de aplicação do biofertilizante (A2):

Lote de produção comercial de 3,0 hectares. Nessa área, cada touceira recebeu 8,2 l/mês do biofertilizante diluído na água de irrigação durante 2 anos e a adubação mineral foi a mesma que AC. A irrigação é por gotejamento, com água de poço classificada como C₃S₁ [CE= 1,7 dS m⁻¹ e RAS < 10 (mmol L⁻¹)^{-0,5}]. A produtividade é da ordem de 21 Mg ha⁻¹, com seu histórico apresentado na tabela 1:

Tabela 1. Produtividade de A2 em Mg ha⁻¹

Ano	Área A2
2002	25,48
2003	12,75
2004	17,66
2005	22,6
2006	21,23
2007	20,99
2008	21,0

3. Área com adubação mineral + 5 anos de aplicação do biofertilizante (A5):

Área constituída de lote comercial de 3,0 hectares de banana, irrigada por gotejamento, e com água de poço com a mesma classificação de A2. A adubação mineral é a mesma que AC e A2, e a touceira/mês também recebeu 8,2 l do biofertilizante. Produzindo 30 Mg ha⁻¹, das áreas avaliadas foi a que apresentou maior produtividade. O histórico é apresentado na tabela 2:

Tabela 2. Produtividade de A5 em Mg ha⁻¹

Ano	Área A5
2002	26,95
2003	19,2
2004	18,8
2005	32,1
2006	34,5
2007	30,0
2008	30,0

Na avaliação das áreas, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições. A densidade populacional do bananal é de 1400 plantas ha⁻¹.

3.3 Biofertilizante utilizado

O biofertilizante é produzido na própria fazenda, em tanque de compostagem de 10 m³ de volume, em ambiente aberto, sendo submetido à fermentação do tipo aeróbica. Antes da sua injeção no sistema de irrigação, o biofertilizante apresentou as seguintes características químicas: pH=7,6 ; CE=3,0 dSm⁻¹ ; P=7,4 mg l⁻¹ e K=421,6 mg l⁻¹. No seu preparo, utiliza-se: 2,4 m³ de esterco bovino, 120 kg de farinha de osso, 12 kg de FTE Br 12, 12 Kg de açúcar ou melão e 1 L de EM-4, seguindo os procedimentos:

- 1- Todos os produtos sólidos (esterco, farinha de osso e o FTE) são espalhados no comprimento do tanque;
- 2- Em um balde é colocado açúcar ou melão acrescentando um pouco de água, para em seguida adicionar o EM-4, espalhando essa mistura em todo o comprimento do tanque;
- 3- Após a adição de todos esses materiais, o volume do tanque é completado com água;
- 4- Duas vezes ao dia, é feito o revolvimento manual com uma enxada ao longo de todo o tanque, para homogeneização do produto;
- 5- A mistura deverá ficar sob processo de decomposição durante 8 dias;
- 6- Após esse período, 70% do sobrenadante do tanque são ofertados em fertiirrigação. Aos resíduos são acrescentados água, açúcar ou melão e o EM-4 por mais duas vezes, onde serão utilizados em recargas.

3.4 Parâmetros avaliados

No solo foram retiradas amostras nas profundidades de 0-5 cm, 5-20 cm e 20-40 cm, para análise dos atributos químicos. Para comparar as áreas objeto do estudo, em cada uma delas foram selecionadas três touceiras representativas para a determinação das medidas biométricas das plantas mãe, filha e neta, a produção da biomassa fresca e seca, e os teores de nutrientes. Também foram coletadas amostras de resíduos vegetais entre as ruas do plantio, onde foi analisado o conteúdo de nutrientes.

3.4.1 Análises químicas do solo

Em cada área, próximo das touceiras selecionadas, foram coletadas no mês de outubro de 2009 amostras de solo nas profundidades de 0-5 cm, 5-20 cm e 20-40 cm com 3 repetições. As amostras foram submetidas às análises químicas, para determinação dos atributos pH, CE, Carbono Orgânico Total, P extraível e cátions trocáveis K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ .

3.4.1.1 pH, condutividade e complexo sortivo

Os atributos químicos foram determinados, seguindo a metodologia descrita pela Embrapa (1997):

a) Reação do solo (pH): foi medido em água e $CaCl_2$ 0,01M, na relação solo-água 1:2,5 em volume.

b) Condutividade elétrica (CE): obtida em extrato solo / água 1:1 utilizando condutivímetro de bancada.

c) Determinação dos cátions trocáveis potássio (K) e sódio (Na) por fotometria de chama e Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) por titulação. O Fósforo (P) extraível foi determinado por fotolorimetria.

d) Determinação de nutrientes disponíveis: em todas as amostras foram usados o extrator de Mehlich-1 (LANTMANN e MEURER, 1982). Nos extratos, P e K foram determinados seguindo-se a mesma metodologia indicada no item interior.

3.4.1.2 Nitrogênio total

O nitrogênio total foi determinado por titulação com ácido sulfúrico após destilação micro Kjeldahl do extrato de digestão sulfúrica.

3.4.1.3 Carbono orgânico total

O carbono orgânico total foi determinado por oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio em meio sulfúrico.

3.4.2 Medidas biométricas da planta

Para realizar as medidas biométricas as plantas das touceiras foram cortadas rente ao chão, onde em seguida foram efetuadas as medições da altura do pseudocaule, comprimento e largura das folhas e a contagem do número de folhas.

3.4.3 Biomassas fresca e seca

As plantas amostradas foram separadas em suas diversas partes: rizoma, pseudocaule, pecíolo, limbo, frutos e ráquis, e pesadas para determinação da biomassa fresca total. Para definição da matéria seca foram retiradas amostras desses diversos órgãos, sendo os pseudocaules cortados transversalmente em 3 fatias de 5 cm de largura (Figura 2), sendo uma do meio, e duas das extremidades desse órgão.



Figura 2. Retirada da amostra do pseudocaule da cv. Pacovan (fatia de 5 cm de largura).

Do centro do rizoma foi retirado uma amostra triangular (Figura 3). O pecíolo foi dividido em 3 secções de 5 cm cada uma, sendo uma no meio e duas nas extremidades desse órgão. Da parte central do limbo, no sentido transversal e das extremidades, foram coletadas 3 amostras de aproximadamente 7 cm cada. Amostraram-se 3 frutos da penca central do cacho. Das extremidades do ráquis foram retiradas duas fatias de 5 cm de largura. Essas amostras foram pesadas, colocadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório de química do solo do Departamento de Ciência do solo da Universidade Federal do Ceará, onde foram transferidas para sacos de papel e levadas à estufa a 65° C, onde permaneceram até atingir peso constante, determinando-se o peso seco e a umidade. A massa seca de cada órgão da planta foi estimada, descontando do peso fresco o percentual de umidade obtido nas amostras.



Figura 3. Amostra triangular do rizoma da cv. Pacovan

3.4.4 Teor de nutrientes dos órgãos da planta

Para a determinação do N, P e K, a matéria seca das amostras foi triturada em moinho tipo Wiley e acondicionada em sacos de papel. Em seguida as amostras foram digeridas por via úmida, utilizando-se o ácido nitroperclórico. No extrato, assim preparado, foi dosado o fósforo (P) por fotolorimetria, e o potássio (K) por fotometria de chama. O

nitrogênio amoniacal foi obtido por titulação após digestão sulfúrica e destilação em micro Kjeldahl (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

3.4.5 Extração dos macronutrientes N, P e K

O conteúdo de nutrientes em cada parte da planta foi determinado pela seguinte expressão:

$$\text{CNT} = \frac{\text{MS} \times \text{C}}{100}$$

Onde: CNT=conteúdo de nutrientes da parte desejada da planta

MS=matéria seca da parte desejada da planta

C=concentração ou teor de nutrientes na matéria seca em %

Os conteúdos de nutrientes da touceira (QT), foram estimados pela soma do seu conteúdo em cada parte da planta mãe (QPm), filha (QPf) e neta (QPn) de acordo com a expressão:

$$\text{QT} = \text{QPm} + \text{QPf} + \text{QPn}$$

Por sua vez, os nutrientes das plantas mãe, filha e neta, serão assim calculadas:

$$\text{QPm} = \text{CNTrizoma} + \text{CNTpseudocaule} + \text{CNTfrutos} + \text{CNTlimbo} + \text{CNTpecíolo} +$$

CNTráquis

$$\text{QPf} = \text{CNTrizoma} + \text{CNTpseudocaule} + \text{CNTlimbo} + \text{CNTpecíolo}$$

$$\text{QPn} = \text{CNTrizoma} + \text{CNTpseudocaule} + \text{CNTlimbo} + \text{CNTpecíolo}$$

3.4.6 Aporte e exportação de N, P e K por ciclo da cultura

O aporte de nutrientes ao solo foi considerado apenas da planta mãe, e o N, P e K exportados o que sai pelo cacho na colheita. Na estimativa do aporte, com ajuda de um gabarito plástico de 1m² foram retiradas três amostras de cada área, separando-se o material não decomposto (material grosseiro com mais de 4 cm), material intermediário (material médio entre 1 a 4 cm) e material em avançada decomposição (material mais fino com menos

de 1 cm) (Figura 4). Em seguida as amostras foram pesadas, colocadas em sacos plásticos e transportadas ao laboratório para determinação da umidade e do peso seco. Da amostra seca obtida a partir do gabarito de 1 m², foi estimado a matéria seca em kg ha⁻¹ 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.



Figura 4. Separação dos resíduos pelo grau de decomposição (material grosseiro, médio e fino) , com a utilização do gabarito de 1 m².

3.5 Análise estatística

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%. Foi utilizado o software ASSISTAT para executar as análises estatísticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atributos químicos do solo

Os atributos químicos pH, CE, Carbono Orgânico Total, P extraível e cátions trocáveis K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ das três áreas avaliadas são apresentados na tabela 3:

Tabela 3. Atributos químicos nas profundidades 0-5 cm, 5-20 cm e 20-40 cm do Cambissolo eutrófico da área experimental, sob diferentes manejos de adubação

Atributos	AC			A2			A5		
	Profundidade (cm)								
	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40
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 ($dS\ m^{-1}$)	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 ($g\ kg^{-1}$)	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 Ba
P ext. ($mg\ kg^{-1}$)	61,3 Ab	16,7 Bab	5,7 Bab	52,9 Ab	8,0 Bb	2,2 Bb	137 Aa	23,4 Ba	6,3 Ba
Cátions trocáveis:									
Ca ($cmol_c$)	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 Ba
Mg ($cmol_c$)	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 ($cmol_c$)	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 ($cmol_c$)	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

AC – Área irrigada com água do canal do distrito e sem aplicação do biofertilizante; A2 – Área irrigada com água de poço e com dois anos de aplicação do biofertilizante e A5 – Área irrigada com água de poço e cinco anos de aplicação. 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 significativamente pelo teste de Tukey a 5%

4.1.1 pH

Na camada de 0-5 cm nos diferentes manejos de adubação, não foram verificadas variações significativas no pH, embora tenha sido ligeiramente superior nas áreas onde foi aplicado o biofertilizante e irrigadas com água de poço (A2 e A5). 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) (Tabela 3). Esse aumento do pH no solo pode estar relacionado a utilização de águas calcárias de poço, utilizada na irrigação. Aumento do pH do

solo em bananais irrigados com águas calcárias também são reportadas por Fernandes *et al.* (2007), atribuindo a elevação do pH a altos teores de carbonatos e bicarbonatos dessas águas.

Por outro lado, o biofertilizante utilizado também 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 o processo de mineralização do material vegetal, pode haver a formação de complexos orgânicos solúveis que serão transportados pela água para camadas mais profundas e também a liberação de CO₂ que pode participar na formação de carbonatos e bicarbonatos. O aumento do pH no solo pelo uso do esterco líquido também foi verificado por Silva *et al.* (2008).

4.1.2 Condutividade elétrica

Nos primeiros 5 cm do solo, as áreas que receberam aplicação do biofertilizante (A2 e A5) apresentaram maior valor da CE (1,0 dS m⁻¹), diferindo estatisticamente da área AC (0,6 dS m⁻¹) (Tabela 3). Na camada abaixo de 5 cm, a CE também aumentou principalmente na área com mais tempo de aplicação do biofertilizante; entretanto, esses aumentos não foram significativos. Os produtos orgânicos também podem elevar o valor da CE. Romeiro (2007), trabalhando com lodo de esgoto em bananais irrigados, observou aumento acentuado da CE nos primeiros 20 cm de solo. Alta dose de fertilizante via água da irrigação, e o uso intensivo de adubação, também podem aumentar os teores de sais na solução do solo (DUARTE *et al.*, 2007).

A elevada condutividade do biofertilizante (3,0 dS m⁻¹) e da água de irrigação utilizada (1,7 dS m⁻¹), certamente contribuíram para o aumento da CE no solo. Os valores da CE encontrados nas áreas A2 e A5 (0,5 a 1,0 dS m⁻¹), ainda estão dentro da faixa de salinidade adequada (de 0,3 a 1,0 dSm⁻¹) para a cultura da banana (SILVA *et al.* 2007). Entretanto, esses resultados sugerem a necessidade de monitoramento do solo para se evitar problemas futuros, já que a produtividade da banana pode ser limitada por problemas de salinidade (GOMES, 2000).

4.1.3 Matéria orgânica

Em todas as áreas avaliadas, os teores de matéria orgânica são maiores na camada superficial do solo (Tabela 3). A área A5 com $80,2 \text{ g kg}^{-1}$ apresentou superioridade estatística em relação às outras áreas, o que permite estabelecer uma correlação entre a aplicação dos compostos orgânicos e o aumento nos níveis de matéria orgânica no solo em bananais com vários ciclos de cultivo. Steiner *et al.* (2006) observaram que a adubação orgânica e organomineral com dejetos de suíno promoveram aumento nos teores de matéria orgânica. O aumento expressivo da matéria orgânica em A5 pode ser atribuído a um maior aporte de material orgânico nessa área.

Foi observado aumento significativo da matéria orgânica também na profundidade de 5-20 cm, onde os teores em A5 34 g kg^{-1} e A2 19 g kg^{-1} diferiram de AC $16,1 \text{ g kg}^{-1}$. O mesmo efeito foi verificado na camada de 20-40 cm, onde A5 ($19,6 \text{ g kg}^{-1}$) foi superior estatisticamente a AC ($10,4 \text{ g kg}^{-1}$). Resultado semelhante foi obtido por Steiner *et al.* (2006) de $18,9 \text{ g kg}^{-1}$ na camada de 20-40 cm, com dejetos de suíno. Os resultados permitem concluir que o biofertilizante influenciou nos níveis de matéria orgânica em todas as camadas estudadas.

Nas três áreas, as perdas no estoque de matéria orgânica, desde a camada superficial até a profundidade de 40 cm, são acentuadas, alcançando uma média de 73,6%. As maiores e menores perdas foram registradas respectivamente em AC 76,1%, e A2 69,3%.

4.1.4 Fósforo

Os valores de P extraível são apresentados na Tabela 3. Foram observadas significativas variações do P em função da aplicação do biofertilizante e da profundidade.

Os teores de P na camada de 0-5 cm apresentaram aumento significativo na área A5, onde a concentração de 137 mg kg^{-1} foi maior 44,7% quando comparado a AC que não recebeu aplicação do biofertilizante (Tabela 3). Esse nível elevado de P pode estar associado ao solo da área da banana que recebeu um grande aporte de material orgânico, a aplicação de adubos fosfatados que ocorre anualmente e ao aumento da mineralização na área. Mendonça *et al.* (2000) relataram que a matéria orgânica sendo mineralizada aumenta a disponibilidade de nutrientes no solo.

Nas profundidades de 5-20 cm e 20-40 cm, os níveis de P não mostraram resposta significativa, sugerindo que o biofertilizante influencia apenas na disponibilidade e não na mobilidade do P no solo.

É importante observar que as concentrações do P a partir da superfície são declinantes, podendo alcançar patamares elevados de perdas que chegam a mais de 90%. A manutenção do P no solo torna-se importante, porque a sua deficiência pode afetar o crescimento vegetativo e o desenvolvimento das raízes.

4.1.5 Cátions trocáveis

4.1.5.1 Potássio

O K mostrou resposta significativa na camada de 0-5 cm, alcançando maiores teores nas áreas A5 e A2 ($1,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) que receberam a aplicação do biofertilizante (Tabela 3). A concentração de K nessas áreas é considerada alta e dispensa a adubação potássica, porque nessas condições a planta demora a responder a adubação aplicada. Silva *et al.* (2003) só encontraram resposta no 4º ciclo de produção, trabalhando com a cv. Prata-Anã. Entretanto, a aplicação da adubação deverá ser feita com cautela, porque mesmo solos mais férteis devem receber fertilização adicional, para evitar seu esgotamento (ROBINSON, 1996).

Os teores de K na camada de 5-20 cm foram maiores significativamente nas áreas A5 e A2. Na camada de 20-40 cm, o K mostrou diferença estatística na concentração de $0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ em A5, demonstrando que os níveis de K se mantêm elevados mesmo em camadas mais profundas. O elevado nível de K em todas as camadas pode ser explicado pela alta solubilidade de seus compostos, decomposição de resíduos da colheita ricos nesse nutriente, além da adubação potássica aplicada em fertirrigação.

4.1.5.2 Sódio

Os teores de Na nas camadas de 0-5 cm e 5-20 cm apresentaram diferenças significativas 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 3).

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. Duenhas (2004) verificou o aumento nos teores de Na no solo com aplicação de esterco e biofertilizante no cultivo do melão. 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).

4.1.5.3 Cálcio

Os teores de Ca, apresentados na Tabela 3, mostraram resposta à aplicação do biofertilizante na camada de 0-5 cm, onde a sua concentração em A5 ($27,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de Ca) foi significativamente superior às demais áreas. Os níveis de cálcio nessa área estão 7 vezes acima do valor considerado alto, e pode ser explicado pela irrigação com águas calcárias originadas dos poços tubulares, ao próprio biofertilizante e por ser o calcário o material de origem dos solos estudados. Silva e Carvalho (2005) identificaram também o excesso de Ca em áreas cultivadas com banana, onde havia a utilização de água calcária na irrigação. Nas camadas de 5-20 cm e 20-40 cm, a aplicação do biofertilizante influenciou significativamente nos teores de Ca, nas áreas A5 e A2.

As elevadas concentrações de Ca no solo, poderia sugerir uma forte competição com o Mg e K por sítios de absorção da raiz; entretanto, quando o valor do Ca é analisado dentro da relação $\text{Ca}/(\text{K}+\text{Ca}+\text{Mg})$ 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).

4.1.5.4 Magnésio

Os teores de Mg no solo, não foram influenciados pela aplicação do biofertilizante nas camadas de 0-5 cm e 20- 40 cm (Tabela 3). Entretanto, na camada intermediária de 5-20 cm as áreas diferiram entre si significativamente, demonstrando que nessa faixa de solo, o biofertilizante é capaz de influenciar nos níveis de Mg. Queiroz *et al.* (2004) trabalhando com esterco líquido em pastagem natural, verificaram aumento nos níveis de magnésio no solo.

4.2 Análises da planta

4.2.1 Medidas biométricas

Foi verificada maior altura da planta mãe nas áreas A5 (7,2 m) e A2 (6,3 m) comparativamente a AC (5,3 m), refletindo em um maior crescimento da planta (Tabela 4). Diferença significativa também foi observada na altura da planta filha nas áreas A5 (6,4 m) e A2 (5,5 m), embora se deva salientar que nesse caso essa altura em parte pode ser influenciada no processo de seleção através do desbaste, quando nem sempre se escolhe plantas iguais.

O maior crescimento das plantas nas áreas A5 e A2 podem ser explicados pelo fato do biofertilizante conter microorganismos vivos, que quando aplicado ao solo coloniza a rizosfera ou o interior da planta, aumentando a oferta ou disponibilidade de nutrientes primários importantes para o crescimento vegetal (VESSEY, 2003). A matéria orgânica pode também influenciar no crescimento das plantas por promover a melhoria global das condições físico-química e biológica do solo. A altura da planta assume uma conotação importante por poder influenciar no manejo, podendo ser referenciada pelo crescimento do pseudocaule, já que juntamente com o limbo e pecíolo representam mais de 2/3 do total da planta (FLORI *et al.*, 2007).

Tabela 4. Medidas biométricas (altura do pseudocaule e folha, largura e nº de folhas) das plantas mãe, filha e neta da cv. Pacovan.

Órgãos	Planta Mãe			Planta filha			Planta Neta		
	AC	A2	A5	AC	A2	A5	AC	A2	A5
Pseudocaule (m)	5,3 C	6,3 B	7,2 A	4,0 C	5,5 B	6,4 A	2,0 A	2,1 A	2,9 A
Comprimento da folha (m)	2,4 A	2,4 A	2,4 A	2,7 A	2,7 A	2,7 A	0,8 A	0,8 A	0,8 A
Largura da folha (m)	0,7 A	0,7 A	0,7 A	0,7 A	0,7 A	0,7 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A
Nº de folhas	9,0 B	12,0 A	11 AB	13,0 A	12,0 A	13,0 A	11,0 A	9,0 A	11,0 A

AC- área controle sem aplicação de biofertilizante; A2- área com 2 anos de aplicação e A5- área com 5 anos de aplicação. Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Nos parâmetros comprimento (2,4 m) e largura (0,7 m) da folha da planta mãe, não foram observadas diferenças significativas entre as áreas estudadas, o mesmo ocorrendo com as plantas filhas e netas. As medições encontradas na planta mãe coincidem com as obtidas por Robinson (1996) de 1,5 a 2,8 m no comprimento, e 0,7 a 1,0 m na largura da folha da cultivar Cavendish.

O número de folhas vivas foi maior nas áreas A2 e A5 (12 e 11 folhas vivas 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 elevação da produção. Santos (1992), também observou aumento da área foliar de diversas culturas a partir da aplicação de biofertilizante.

4.2.2 Fitomassas fresca e seca

Na produção da fitomassa fresca, o peso médio das plantas mãe, filha e neta foram superiores na área A5, respectivamente 190,9 kg, 154,8 kg e 25,3 kg o que sugere que pelo menos em parte o uso do biofertilizante promoveu um aumento da biomassa vegetal.

A adubação biofertilizante + adubo mineral exerceu efeito significativo sobre a massa do pseudocaule da planta mãe na área A5 (Tabela 5). Para os demais órgãos não houve

diferença estatística quando as áreas foram comparadas entre si, apesar de apresentarem maior peso na área A5.

Tabela 5. Peso médio fresco e seco dos diversos órgãos das plantas da bananeira cv. Pacovan, sob diferentes manejos de adubação.

Órgãos	MÃE			FILHA			NETA		
	AC	A2	A5	AC	A2	A5	AC	A2	A5
.....Kg.....									
Peso fresco									
pseudocaule	99,1 B	81,1 C	112 A	80,2 A	87,6 A	97,8 A	10,7 A	11,4 A	14,6 A
Rizoma	38,1 A	40,1 A	42,3 A	37,2 A	30,9 A	39,9 A	7,5 A	6,7 A	8,5 A
Pecíolo	7,4 A	8,3 A	7,9 A	8,0 A	10,3 A	8,4 A	0,3 A	1,0 A	1,2 A
Limbo	3,6 A	4,3 A	4,8 A	5,6 A	6,5 A	8,7 A	0,3 A	0,8 A	1,0 A
Frutos	16,1 A	15,0 A	21,5	-	-	-	-	-	-
Ráquis	2,0 A	1,7 A	2,4	-	-	-	-	-	-
Total	166,3	150,5	190,9	131	135,3	154,8	18,8	19,9	25,3
Peso seco									
pseudocaule	5,5 B	4,5 B	7,5 A	4,6 A	4,9 A	5,2 A	0,4 A	0,3 A	0,7 A
Rizoma	4,2 A	4,3 A	4,7 A	2,5 A	1,9 A	2,9 A	0,5 A	0,4 A	0,7 A
Pecíolo	1,2 A	1,5 A	1,3 A	1,0 A	1,6 A	1,2 A	0,1 A	0,2 A	0,3 A
Limbo	1,1 A	1,4 A	1,5 A	1,3 A	1,7 A	1,9 A	0,04 A	0,07 A	0,1 A
Frutos	3,2 A	3,0 A	3,8 A	-	-	-	-	-	-
Ráquis	0,15 A	0,11 A	0,17 A						
Total	15,3	14,8	18,9	9,4	10,1	11,2	1,0	0,97	1,8

AC- área controle sem aplicação de biofertilizante; A2- área com 2 anos de aplicação e A5- área com 5 anos de aplicação. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na matéria fresca, o pseudocaule apresentou a maior proporção na planta (59%), resultado que se assemelha aos 60% obtido por Moreira *et al.* (2009). Em seguida vem o rizoma que participa com 22%, o fruto 10,5%, a folha 7% e o ráquis 1,5%. Quando as áreas são comparadas entre si, verifica-se que ocorreu pouca variação nessas proporções. Na matéria seca, a proporção desses órgãos na planta difere em relação à matéria fresca. O

pseudocaule e o ráquis reduzem a sua participação para 35,9% e 1% respectivamente, e cresce a proporção do rizoma (27,4%), do fruto (20,7%) e da folha (15%). Similar à matéria fresca, na matéria seca o pseudocaule foi o órgão de maior peso.

A produção e o acúmulo de matéria seca na planta mãe obedeceram à ordem pseudo>rizoma>fruto>folha >ráquis (Tabela 5), sendo essa sequência a mesma em todas as áreas estudadas. Pseudocaule (Figura 5) e rizoma representaram 63% da matéria total produzida (36% e 27% respectivamente). 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 (ALVES, 1999).



Figura 5- Pseudocaule da cv. Pacovan da área experimental com 5 anos de aplicação do biofertilizante+adubação mineral.

Comparando as áreas avaliadas, a produção de matéria seca do pseudocaule (10500 kg ha^{-1}) e rizoma (6580 kg ha^{-1}) em A5, diferiu significativamente em relação às áreas A2 e AC com produção de 6300 kg ha^{-1} e 7700 kg ha^{-1} para o pseudocaule e 6020 kg ha^{-1} e 5880 kg ha^{-1} para o rizoma respectivamente (Tabela 6). A proporção de matéria seca do rizoma na planta mãe (27%), se assemelha aos 30% indicado por Twyford e Walmsley (1973).

Essa condição permitiu que a produção de matéria seca (26596 kg ha^{-1}) na área que recebeu mais tempo de aplicação do biofertilizante (A5) fosse 20% maior que na área que recebeu apenas a adubação mineral (AC), enquanto que A2 com apenas 2 anos de aplicação do biofertilizante, ocupou uma posição intermediária (Tabela 6). Damatto Júnior (2008) em trabalho realizado nas Ilhas Canárias com a bananeira Prata-Anã observou que houve um maior acúmulo de matéria seca e nutriente nas plantas, com aplicação do composto orgânico.

Tabela 6. Matéria seca acumulada nos diversos órgãos da planta mãe do cultivar Pacovan em kg ha⁻¹

Órgão da Planta	AC	A2	A5
<i>Matéria seca exportada</i>			
Fruto	4.480 A	4.200 A	5.358 A
Ráquis	210 A	154 B	238 A
Total	4.690	4.354	5.596
<i>Matéria seca restituída</i>			
Pseudocaule	7.700 B	6.300 B	10.500 A
Limbo	1.540 A	1.960 A	2.100 A
Pecíolo	1.680 A	2.100 A	1.820 A
Total (parte aérea)	10.920	10.360	14.420
Rizoma	5.880 B	6.020 B	6.580 A
Total Geral	21.490 B	20.734 B	26.596 A
Exportação		(%)	
	21,8	21	21

AC- área controle onde não houve aplicação do biofertilizante; A2- área com 2 anos de aplicação e A5- área com 5 anos de aplicação. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

O cacho (fruto+ráquis) foi o órgão responsável por mais de 95% do total da matéria seca exportada, que nas áreas de estudo representou 21% da matéria seca produzida pela planta mãe (Tabela 6). Quando essa relação se faz em função somente da matéria seca produzida pela parte aérea, representaram em média 29,2%. Resultado semelhante foi obtido por Neves *et al.* (1991) que obtiveram 30% de exportação trabalhando com a banana Pacovan, e Soares *et al.* (2008) que encontraram 29,8% trabalhando com a cv. Prata-Anã. Esse resultado permite deduzir que 70% da matéria seca produzida são restituídas ao solo, quando os resíduos da colheita são deixados na área. A restituição de massa seca da parte aérea que irá constituir a cobertura vegetal foi 24% maior na área com 5 anos de aplicação do biofertilizante (14420 kg ha⁻¹), quando comparado à restituição da área sem aplicação do biofertilizante (10920 kg ha⁻¹) (Tabela 6), resultando em um maior aporte de nutrientes ao solo.

4.2.3 Teores médios de N, P e K na massa seca das plantas mãe, filha e neta

Os teores de N, P e K variaram de órgão para órgão, sendo o K o elemento encontrado em maior concentração na planta, seguido do N e do P (Tabela 7). Resultado similar foi indicado por Lahav e Turner (1983).

Nas áreas A5 e A2 os teores de K variaram de 33,0 a 37,7 g kg⁻¹, sendo superior aos 27,6 g kg⁻¹ de AC, com um maior acúmulo desse nutriente no pseudocaule. 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. Moreira *et al.* (2009), também constataram um maior acúmulo de K no pseudocaule. A sequência de acumulação do K pseudo > rizoma > fruto > pecíolo > limbo > ráquis, foi a mesma nas três áreas estudadas.

Tabela 7. Teores médios de N, P e K na massa seca das plantas mãe, filha e neta de uma touceira da cultivar Pacovan

Órgãos	N			P			K		
	AC	A2	A5	AC	A2	A5	AC	A2	A5
----- g kg ⁻¹ -----									
Planta Mãe									
Pseudo	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
Pecíolo	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
Planta filha									
Pseudo	4,4	4,8	5,5	1,2	1,3	1,5	41,3	39,0	52,6
Rizoma	4,2	5,5	5,8	0,9	1,3	1,4	49,1	59,9	54,8
Limbo	7,5	8,6	9,1	1,0	1,3	2,1	18,4	19,1	19,6
Pecíolo	3,5	3,3	3,6	1,4	0,9	1,6	27,5	28,7	32,2
Planta neta									
Pseudo	2,0	3,8	4,1	0,8	1,0	1,1	23,2	29,0	31,5
Rizoma	3,0	4,5	5,1	0,7	1,1	1,2	22,1	25,0	28,2
Limbo	5,2	6,8	7,1	0,8	0,9	1,2	12,1	10,5	12,7
Pecíolo	2,0	1,8	2,1	0,3	0,5	0,4	17,0	25,0	18,0

AC- área controle sem aplicação do biofertilizante; A2- área irrigada com água de poço e 2 anos de aplicação do biofertilizante e A5- área irrigada com água de poço e 5 anos de aplicação. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Os altos teores de N observados no limbo da folha são devido às mesmas serem ricas em clorofila, e o N faz parte dessa molécula especificamente integrando os quatro anéis

pirrólicos. Nas 3 áreas estudadas, os teores de N no limbo variaram de 17,2 a 18,9 g kg⁻¹ não verificando-se diferença significativa entre si. Só houve significado estatístico no rizoma e pecíolo, onde a concentração de N nas áreas A5 e A2 foram maiores que na área AC (Tabela 7).

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.

4.2.4 Extração e exportação dos nutrientes N, P e K

Quando estimada a extração de nutrientes pela cultura da bananeira, o K foi o elemento extraído em maior quantidade, vindo em seguida o N e o P, sendo essa sequência a mesma nas plantas mãe, filha e neta (Tabela 8).

A extração de K pela touceira (constituída pelas plantas mãe filha e neta) na área que recebeu mais tempo de aplicação do biofertilizante (A5) foi de 1602,5 kg ha⁻¹, superior as extrações nas áreas A2 (1140,0 kg ha⁻¹) e AC (1104,1 kg ha⁻¹) (Tabela 8). O valor obtido em A5 é maior que o indicado por Martin-Prével (1984) para outros cultivares de 1350 kg de K, sugerindo que essa diferença possa ser creditada ao bom nível de K na área A5, resultado do aumento da mineralização.

O N foi o segundo elemento mais extraído, e o seu acúmulo total na touceira foi superior nas áreas A5 371,5 kg ha⁻¹ e A2 286,8 kg ha⁻¹ comparadas a AC 242,7 kg ha⁻¹. A quantidade de N extraída na área A5 é maior que os 302 kg ha⁻¹ indicado por Martin-Prével (1984).

Em relação ao P, as maiores extrações ocorreram nas áreas A5 (55,8 kg ha⁻¹) e A2 (40,3 kg ha⁻¹) comparativamente a AC (33,5 kg ha⁻¹) (Tabela 8). As quantidades extraídas de P são superiores ao indicado por Martin-Prével (1984) de 34 kg ha⁻¹, sugerindo que essas áreas apresentam um bom nível de P extraível no solo. De forma similar ao K, os resultados sugerem que a aplicação do biofertilizante contribuiu para o aumento da absorção de P pelas plantas.

Tabela 8. Extração de N, P, e K pela touceira de bananeira da cv. Pacovan, em três condições de manejo

Órgãos	N			P			K		
	AC	A2	A5	AC	A2	A5	AC	A2	A5
-----Kg ha ⁻¹ -----									
Planta Mãe									
Pseudo	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
Pecíolo	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									
Pseudo	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
Pecíolo	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									
Pseudo	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
Pecíolo	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
T. Geral	242,7	286,8	371,5	33,5	40,3	55,8	1104,1	1140,0	1602,5

AC- área controle onde não houve aplicação do biofertilizante; A2- área com 2 anos de aplicação e A5- área com 5 anos de aplicação. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na área que recebeu mais tempo de aplicação do biofertilizante, o fruto extraiu 72,8 kg de N, 20,4 kg de P₂O₅ e 171,4 kg de K₂O para uma produção de 30 Mg ha⁻¹ de banana. Por esse resultado, foram translocados por megagrama de fruto 2,4 kg de N, 0,68 kg de P₂O₅ e 5,7 kg de K₂O, valores próximos ao obtido por Neves *et al.* (1991) em trabalho com a cultivar Pacovan de 1,9 kg de N, 0,68 kg de P₂O₅ e 7,04 kg de K₂O. Na área A5, a planta mãe concentrou 76,9% de todo o N, 56,3% do P e 50,2% do K da touceira, valores esses superiores quando comparados aos das áreas A2 e AC e condizente com uma maior produção de matéria seca nessa área. Também as plantas filhas e netas da área A5 extraíram maiores quantidades de N, P e K, apresentaram maior crescimento vegetativo e maior acumulação de matéria seca.

Dos nutrientes extraídos pela cultura da banana, partes são exportadas através dos cachos (fruto + engaço) e outra parte restituída ao solo pela massa vegetativa da planta mãe

após a colheita. Nas áreas AC, A2 e A5 foram exportados respectivamente 29,2%, 27,7 % e 23,2% do N da planta mãe, valores próximos ao obtido por Neves *et al.* (1991) e Borges e Silva (1995) de 25% de exportação de N.

Do total de P acumulado na planta mãe da área A5 (29,6 kg) (Tabela 8) foram exportados 31,0%, resultado próximo ao obtido por Soares *et al.* (2008) de 28,3% para a cv. Prata-Anã e 36,9% na cv. Grand Naine. Quando as áreas são comparadas entre si, verifica-se que A5 exportou mais P (9 kg ha⁻¹) que as áreas A2 (8,4 kg) e AC (6,7 kg) (Tabela 8); entretanto, quando o exportado se expressa em termos percentuais ao conteúdo total de P na planta mãe, verifica-se que essa proporção é menor na área A5 (31%). Esse comportamento é explicado pelos maiores teores de P observados nos diversos órgãos da planta (Tabela 7), e pela maior produção de matéria seca dessa área. Isso também justifica um maior conteúdo de P observado nos frutos dessa área (0,30 kg Mg⁻¹ de fruto produzido).

O K foi o elemento exportado em maior quantidade pelo cacho (fruto+ráquis) por ocasião da colheita. Em valores absolutos A5 exportou mais K (147,2 kg ha⁻¹) que AC (119 kg ha⁻¹) e A2 (108,6 kg ha⁻¹) (Tabela 8); entretanto similar ao P, quando o exportado se expressa em termos percentuais ao conteúdo total de K na planta mãe, verifica-se que essa proporção é menor nas áreas A5 (17,8%) e A2 (19%) comparativamente a AC (22%). Embora esses percentuais sejam menores em relação ao todo, a maior quantidade exportada desse nutriente é explicado pelos maiores teores de K e produção de matéria seca nas plantas das áreas que receberam biofertilizante. Para cada megagrama de fruto produzido as plantas da área A5 exportaram 5,0 kg o que equivale a um total exportado de 150 kg ha⁻¹ nos 30 Mg de frutos produzidos.

4.3 Conteúdo de N, P e K nos resíduos vegetais

A quantidade total de material vegetal na superfície do solo proveniente principalmente de resíduos da colheita foi superior na área A5 (75520 kg ha⁻¹) seguido da área A2 (62347 kg ha⁻¹) e da área AC (56000 kg ha⁻¹) (Tabela 9). Todas as frações do material vegetal sobre a superfície separados por tamanho (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 13 anos de cultivo, onde por ocasião da colheita a planta mãe é cortada e deixada na superfície.

Tabela 9. Quantidade de material vegetal na superfície do solo

Áreas	Mat.grossoiro	médio	fino	Total
-----Kg ha ⁻¹ -----				
AC	24320	6080	25600	56000
A2	28402	7545	26400	62347
A5	30605	9360	35555	75520

AC- área controle onde não houve aplicação do biofertilizante; A2- área com 2 anos de aplicação e A5- área com 5 anos de aplicação. Material grosseiro (>4 cm), médio (de 1 a 4 cm) e fino (<1cm).

Nos resíduos do material vegetal na superfície do solo, o K se encontra em maior concentração (Tabela 10), de maneira similar a um maior teor desse nutriente também na planta. Em seguida vem o N e o P. Essa sequência é a mesma tanto no material grosseiro-MG (não decomposto e acima de 4 cm de tamanho), quanto no material médio-MM (em fase intermediária de decomposição, e entre 1 a 4 cm) e material fino-MF (em avançado estado de decomposição e abaixo de 1 cm).

Tabela 10. Teor de N, P e K nos resíduos do material vegetal

Áreas	Material grosseiro			Médio			Fino		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
-----g kg ⁻¹ -----									
AC	6,0	2,0	29,5	8,4	10,5	19,7	5,6	1,3	10,8
A2	7,2	2,4	21,8	14,0	7,1	31,8	5,2	1,1	13,7
A5	10,6	2,8	16,0	29,2	8,1	39,1	4,0	0,9	12,8

AC- área controle onde não houve aplicação do biofertilizante; A2- área com 5 anos de aplicação e A5-área com 2 anos de aplicação. Material grosseiro (>4 cm), médio (de 1 a 4 cm) e fino (<1cm).

Na área controle (AC) que não recebeu a aplicação do biofertilizante, e nas áreas A2 e A5 as quantidades e distribuição de N, P e K apresentaram-se diferenciadas nas diversas frações (Tabela 11).

Tabela 11. Conteúdo total de N, P e K nos resíduos do material vegetal na superfície do solo

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

AC- área controle onde não houve aplicação do biofertilizante; A2- área com 2 anos de aplicação e A5- área com 5 anos de aplicação. Material grosseiro (>4 cm), médio (de 1 a 4 cm) e fino (<1cm).

O conteúdo total estimado de N na área AC foi de 340,2 kg ha⁻¹ (Tabela 11), distribuindo-se em 42,7% no MG, 15% no MM e 42,3% no MF. Por sua vez, o conteúdo de P foi de 145 kg ha⁻¹, apresentando maior quantidade no MM 43,1%, vindo em seguida o MG com 33,4% e por último o MF com 23,5%. A acumulação de K (1113,4 kg ha⁻¹) foi aproximadamente 3 vezes mais do que o N, distribuindo-se em 64,3% no MG, 10,7% no MM e 24,9% no MF. Os nutrientes N, P e K somados, aportam ao solo em AC 1598 kg ha⁻¹. Desse total, 913,9 kg ha⁻¹ estão concentrado no material grosseiro, o que equivale a 56,8% do total, o material médio concentra 14,6% e o fino 28,6%. Por essa distribuição é possível constatar que no tratamento AC ainda existe uma grande concentração de K no material grosseiro; o P está mais concentrado no material médio e o N dividido entre os materiais grosseiro e fino (Tabela 11).

Na área A2 que recebeu menos tempo de aplicação do biofertilizante, os resíduos têm 24% mais N que os da área AC (Tabela 11). As reservas de N nesses resíduos são da ordem de 447,2 kg ha⁻¹, estando esse elemento distribuído em 45,7% no MG, 23,5% no MM e 30% no MF. A quantidade de P em A2 (150 kg ha⁻¹) é 25% superior ao da área AC, sendo a sua maior concentração no MG 45%, vindo em seguida o MM 35% e 20% no MF. Os resíduos dessa área contêm 9% mais K do que o da área AC, e a acumulação desse elemento é 3 vezes mais do que o N. A distribuição do K em A2 é de 50,6% no MG, 19,6% no MM e 29,8% no MF. As reservas totais de N, P e K em A2 aportam ao solo 1817,8 kg ha⁻¹.

Na área que recebeu mais tempo de aplicação do biofertilizante (A5), os resíduos apresentaram maior quantidade dos macronutrientes N, P e K que são restituídos ao solo (Tabela 11). Os resíduos de A5 contêm mais que o dobro de N (739,7 kg ha⁻¹) se comparado aos resíduos de AC (340,2 kg ha⁻¹), e poderia suprir duas vezes as necessidades de N mineral para a cultura da banana (100 a 400 kg ha⁻¹). O N em A5 está distribuído em 43,7% no material grosseiro, 36,7% no médio e 19,6% no material fino.

A quantidade de P na área A5 de 193 kg ha^{-1} é 25% superior ao da área AC, distribuindo-se em 43,4% no MG, 38,7% no MM e 17,9% no MF. A acumulação do K de $1310,5 \text{ kg ha}^{-1}$ nos resíduos de A5 é duas vezes mais que as necessidades de K mineral $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ para a cultura da banana (100 a 700 kg ha^{-1}). Os resíduos dessa área contêm 15% mais K do que AC, estando esse nutriente distribuído em 37,3% no MG, 27,8% no MM e 34,9% no MF. Em A5, o somatório do material grosseiro, médio e fino aporta ao solo $2243,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, P e K, superior em 29% ao aporte de AC.

Dado o seu estado de decomposição, o material fino é o que apresenta maior disponibilidade de nutrientes para as plantas. As áreas A5 ($455,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de K) e A2 ($361,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de K) registraram maiores teores de K no material fino (Tabela 11). O alto conteúdo de K nesse material, pode estar relacionado à sua adsorção de forma trocável pela matéria orgânica humificada. Por outro lado, pode também estar associado à maior decomposição dos resíduos da colheita por ação do biotilizante. Os dados sugerem que a aplicação desse produto influenciou na qualidade dos resíduos, fato esse importante pois segundo Borges (1997) os resíduos da bananeira manejados como cobertura morta promovem maiores crescimento e produção.

5 CONCLUSÕES

1. O sistema de manejo e adubação influenciou no desenvolvimento e produção da bananeira, contribuindo na recuperação de bananais degradados. Áreas cultivadas com 5 anos de aplicação do biofertilizante produziram plantas de maior altura e número de folhas, acumularam mais matéria seca, extraíram mais N, P e K, promoveram um maior aporte e conteúdo de N, P e K nos resíduos da superfície do solo e exportaram mais K e P através da colheita.

2. A aplicação do biofertilizante e a irrigação com água calcária influenciou nas características do solo, aumentando o pH, 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.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. J.(Org) **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais.** 2 Ed.; ver. Brasília: Embrapa SPI; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 585 p.

ALVES, E. J.; OLIVEIRA, M. DE A.; DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, S. L. **Exigências climáticas.** In; ALVES, E. J. A. **cultura da banana; aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais.** Brasília: Embrapa, 1997. p. 35-46.

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

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S.; ALVES, E. J. **Exigências edafoclimáticas.** In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana. Produção: Aspectos técnicos.** Brasília: EMBRAPA, 2000. P. 17-23.

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

BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da; SILVA, J. T. A. da. **Fertirrigação da bananeira.** Embrapa, 2006 (Circular Técnica 84).

BORGES, A. L. TRINDADE, A. V.; SOUZA, L. DA S.; SILVA, M. N. B. da. **Cultivo Orgânico de Fruteiras Tropicais- Manejo do solo e da cultura.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 12p. (Embrapa-CNPMPF. Circular Técnica, 64).

BRASIL. **Levantamento exploratório- Reconhecimentos de solos do Estado do Ceará.** Recife, Ministério da Agricultura. Volume 1 . Divisão de Pesquisa Pedológica (Boletim técnico, 28) e Divisão agrologia (série pedologia, 16). Convênios MA/DNPA-SUDENE, DRN, MA/CONAP/USAID/ETA, 1973. 30p.

DUARTE, S. N.; DIAS, N. S. da; FILHO, J. F. T. **Recuperação de um solo salinizado devido a excesso de fertilizante em ambiente protegido.** Irriga, Botucatu, v.12, n.3, p. 422-428, ago./set. 2007.

DNOCS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS- **Perímetro irrigado Jaguaribe- Apodi.** Disponível em; http://www.dnocs.gov.br/dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/jaguaribe_apodi.html> Acessado em 16/07/2011.

DAMATTO JÚNIOR, E. R. **Adubação orgânica da bananeira prata anã e experiências com outros cultivares nas Ilhas Canárias.** 2008. Tese de Doutorado.

DUENHAS, L. H. **Cultivo orgânico de melão:** aplicação de esterco e de biofertilizantes e substâncias húmicas via fertirrigação. Piracicaba, 2004. 73f. Tese (Doutorado em Engenharia agrícola – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo). 2004.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo.** 2. Ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo da banana para o Agropolo Jaguaribe–Apodi Ceará.** 2003. Disponível em <http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/fontesHTML/Banana/BananaCeará/importância.htm>. Acessado em 20/junho/2011.

FLORI, J. E.; FILHO, J. A. S.; RESENDE, G. M.; GAVA, C. A. T.; Correlações entre características morfológicas e produtivas em bananeira Prata-Anã. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v. 31, n. 1, p.35-40, jan./fev., 2007.

FAO- **Banco de dados.** Disponível em;<<http://www.fao.org>>. Acessado em: 03/junho /2011.

FERNANDES L. A.; RAMOS S. J.; VALADARES S. V.; LOPES P. S. N E FAQUIN V. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. **Pesquisa agropec br.** Brasília, v.43, n.11, p1575-1581, nov. 2007.

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

GOMES, E. W. F.; WILLADINO, L.; CAMARA, T. R.; MEUNIER, I.; ARAÚJO, B. D. S.; SILVA, S. de O. e. **Efeitos da salinidade sobre diferentes variedades de bananeira (Musa spp.) em estado inicial de desenvolvimento.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16. 2000, Fortaleza: SBF, 2000. 1 CD ROM.

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

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: **Estatística agricultura**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso: em 16 de julho. 2011.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de La tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1918. 478p.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. **Manejo e utilização de dejetos animais**: aspectos agronômicos e ambientais (Circular Técnica 63). Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas 2005.

LAHAV, E.; TURNER, D. W. **Fertilizing for high yield-banano** Berne: Internacional Potash Institute, 1983. 62 p. (Bulletin, 7).

LANTMANN, A. F; e MEURER, E. J. Estudo da eficiência de extratores para avaliação do zinco disponível do solo para o milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 6;131-135,1982.

MALAVOLTA, E; VITTI G. C.; OLIVEIRA S. A de; **Avaliação do estado nutricional da plantas; princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.

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.

MENDONÇA, E. S; OLIVEIRA, F. H. T. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo. IN: 1º SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, Campos Gerais, 200. **Anais**. Campos Gerais, Associação de Engenheiros Agrônomos dos Campos Gerais, 2000. p. 70-81.

MOREIRA, R. S., **Banana, Teoria e Prática de Cultivo**. 2ª Edição, Fundação Cargill, São Paulo, 1999. 299 p.

MOREIRA, R. S., **Banana, Teoria e Prática de Cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, São Paulo, 1987, 345 p.

MOREIRA, A. FAGERIA, N. K. Repartição, remobilização de nutrientes. **Rev. Bras. Frutic.** vol. 31, nº. 2, Jaboticabal, Junho 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. **Ciê. Agron.** 22:115-120, 1991.

OLIVEIRA, I. P.; SOARES, M.; MOREIRA, J. A. A.; ESTRELA M. F. C.; DALL'ACQUA F. M.; FILHO, O. P. & ARAÚJO, R. S. **Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão arroz e trigo.** Goiânia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- CNPAF. 1986. 24 p. (Circular Técnica 21).

PRATES, H. S.; CASTRO, P. R. C. **Efeito de biofertilizante e reguladores vegetais em plantas cítricas com declínio.** Summa Phytopathologica, Jaguariúna, v. 15, n. 1, p. 13, 1989.

QUEIRÓZ, F. M.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G. OLIVEIRA, R. A. Características químicas do solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.5, p-1487-1492, 2004.

ROMEIRO, J. C. T. **Parâmetros químicos da solução de um solo fertilizado com lodo de esgoto em bananeiras irrigadas.** 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-área de concentração em irrigação e drenagem: Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp-Câmpus de Botucatu, SP).

ROBINSON, J. C. **Bananas and plantains.** Wallingford: CAB Internacional, 1996. 238p.

SILVA, S. de O. e ; FLORES J. C.; LIMA NETO, F. P. **Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção.** **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 11, p. 1567-1574, 2002.

SILVA, J. T. A. da; BORGES, A.L; DIAS, M. S. C.; COSTA, E. L. da; PRUDÊNCIO, J. M. **Diagnóstico Nutricional da bananeira Prata-Anã para o Norte de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Epamig, 2002. 16p. (Boletim Técnico, 70).

SILVA,.; CARVALHO, J. G. Avaliação nutricional da bananeira "Prata-Anã" (AAB), sob irrigação, no semiárido no Norte de Minas Gerais, pelo método DRIS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p. 731-739, jul/ago. 2005.

SILVA, J. T. A; BORGES, A. L.; MALBURG, J. L. **Solos, adubação e nutrição da bananeira.** Infor. Agropec.,196:21-36.1999.

SILVA, J. P. C. M.; MOTTA, A. CV.; PAULETTI, V.; FAVARETTO, N.; BARCELLUS, M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, C. M.; SILVA, L. V. C. Esterco líquido de bovinos leiteiros combinado com adubação mineral, sobre os atributos químicos de um latossolo bruno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2563-2572, 2008.

SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p. 152-155, 2003.

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-SP, v. 29, n. 1, p. 102-106, abr. 2007.

SANTOS, A. C. V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, 44 p. 275-279. 1991.

SANTOS, A. C. V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: EMATER-Rio, 1992. 16 p. (Agropecuária fluminense 8).

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

STEINER, F.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G. **Atributos químicos do solo em diferentes sistemas de culturas e fontes de adubação**. *GI.Sci Techal.*, v.04, n.01, p. 16-28, 2006.

TEIXEIRA, L. A. J. T.; RAIJ, B.V.; NETO, J. E.B. Estimativa das necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo ‘Cavendish’ cultivadas no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.30, n.2, p. 540-545, jun. 2008.

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

WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. A. T.; SILVA, I. M. N. E; SOARES, I.; CRISOSTOMO, L. A. Adubação nitrogenada e potássica em bananeira ‘Pacovan’ (musa aab, subgrupo prata) na chapada do Apodi, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 28, n. 1, 154-157, abr. 2006.

VESSEY, J. K. **Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers.** *Plant soil*, v.255, p. 571-586. 2003.