

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
CURSO DE DOUTORADO**

**FREQUÊNCIA E DOSES DE BIOFERTILIZANTE VIA  
FERTIRRIGAÇÃO NO CULTIVO DA BANANEIRA E SUA  
RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS DO SOLO**

**Monikuelly Mourato Pereira**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2019**

**FREQUÊNCIA E DOSES DE BIOFERTILIZANTE VIA  
FERTIRRIGAÇÃO NO CULTIVO DA BANANEIRA E SUA  
RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS DO SOLO**

**Monikuely Mourato Pereira**

Tecnóloga em Irrigação e Drenagem

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, 2010

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor (a) em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos.

**Orientador:** Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

P436f

Pereira, Monikuelly Mourato.

Frequência e doses de biofertilizante via fertirrigação no cultivo da bananeira e sua relação com os atributos do solo / Monikuelly Mourato Pereira.\_ Cruz das Almas, BA, 2019. 96f.; il.

Orientador: Eugênio Ferreira Coelho.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas.

1.Banana – Cultivo. 2.Banana – Adubos e fertilizantes orgânicos – Uso. 3.Fertirrigação – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 634.772

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas – UFRB.  
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).  
Os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
CURSO DE DOUTORADO**

**FREQUÊNCIA E DOSES DE BIOFERTILIZANTE VIA  
FERTIRRIGAÇÃO NO CULTIVO DA BANANEIRA E SUA  
RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS DO SOLO**

Comissão Examinadora da Defesa de Tese  
Monikuelly Mourato Pereira

Aprovada em: 28 de Fevereiro de 2019

---

Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
(Orientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Albanise Barbosa Marinho  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira/UNILAB  
(Examinador Externo)

---

Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano/IFBaiano  
(Examinador Interno)

---

Pesq. Dra. Ana Lúcia Borges  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
(Examinador Externo)

---

Prof. Dr. Julio Cesar Neves dos Santos  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro/IFTM  
(Examinador Externo)

*A meu Momô, agradeço a Deus pela dádiva de nosso sentimento ter surgido justo nas nossas vidas. Eu sempre tive certeza que você era o amor da minha vida, eu reconheci um amor de outras vidas no primeiro momento que o vi, tenho certeza que nunca houve dois ♡ mais abertos, nem gostos mais semelhantes, ou sentimentos mais em sintonia, e assim como prometido, o amarei sempre e para sempre. Além da carreira, dinheiro, grandes amigos e muita diversão, eu preciso mesmo é do seu amor, foi esse sentimento que você ofereceu a mim que me faz querer lembrar as pessoas que fundamental mesmo é o 'Amor'. Fomos colegas na pós-graduação e realizamos diversas pesquisas, mas o resultado com maior significância ( $p < 0,01$ ) obtido foi transformar o amor, algo abstrato, em algo concreto que vivemos diariamente, convertendo respiro em suspiro.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, porque ele amou o mundo de tal maneira que deu o seu filho unigênito para que todo aquele que nele crê, não pereça, mas tenha a vida eterna.

Ao Professor Dr. Eugênio Ferreira Coelho, por seus ensinamentos, pela atenção, paciência e pelo exemplo de postura profissional e pessoal.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, em especial aos que constroem o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, que com competência e profissionalismo me oportunizaram esse feito.

Aos mestrandos, doutorandos e egressos do NEAS/UFRB, em especial ao grupo 'Maçãs Podres' pela amizade, convivência e auxílio.

Aos colaboradores da Embrapa Mandioca e Fruticultura pelo suporte na condução dessa pesquisa, em especial a George, Nafez, Francisco Roque, Paulo e Camila, pela amizade e apoio na condução de análises.

Aos Doutores Ana Lúcia Borges e Francisco Alisson Xavier, pelas revisões e sugestões para o aperfeiçoamento dessa pesquisa.

Ao Professor de Ensino Médio e padrinho de formatura Eduardo Landim, pelo incentivo, apoio e por ser o profissional que almejo.

Ao Professor Dr. Julio Cesar Neves dos Santos, outrora companheiro do ensino médio ao mestrado e hoje membro da minha banca examinadora, por acreditar no meu potencial e pelo exemplo de humildade.

À professora Dra. Albanise Barbosa Marinho (Orientadora no mestrado) pela sua competência, ensinamentos e acima de tudo, incentivo e amizade.

Aos meus familiares que tanto contribuíram nesta caminhada e que dividem comigo esta alegria. Em especial ao tio João Neto (*in memoriam*).

Aos meus queridos e amados pais, Cicero Carlos e Aldeide Mourato, por nunca terem medido esforços nessa trajetória, em especial a (Mainha) por me carregar 32 km diários de bicicleta até a escola no ensino médio debaixo do 'Sol do Ceará' e por guiar meus passos ao longo desses anos intensos de estudo. Com certeza sem o incentivo deles não teria sido possível alcançar essa realização que é chegar ao grau de Doutora.

À minha amada irmã Moni Keilli Mourato que esteve presente em todos os momentos difíceis da minha vida, obrigada pela força, apoio e companheirismo.

Deixo os agradecimentos a todas as pessoas que sempre me incentivaram nessa jornada.

## RESUMO

O uso de biofertilizante tem se tornado uma prática crescente em todo o Brasil, principalmente devido à busca por insumos que possibilitem um aumento no crescimento e produtividade na agricultura com uma redução no impacto ambiental e no custo para o produtor. Dois experimentos foram realizados com as variedades de banana 'Grande Naine' (AAA) e 'BRS Platina' (AAAB), nas condições climáticas do município de Cruz das Almas-BA. O experimento I teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de frequências e doses de biofertilizante via fertirrigação por gotejamento, nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, produtividade e qualidade de frutos da bananeira 'Grande Naine'. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5. Os tratamentos consistiram em três frequências de aplicação (F1=15, F2=30 e F3=45 dias) e cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>), totalizando 15 tratamentos com três repetições, com seis plantas úteis por tratamento. O experimento II teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de doses do biofertilizante via microaspersão nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, produtividade e qualidade de frutos da bananeira 'BRS Platina'. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados. Os tratamentos consistiram em cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>), com dez plantas úteis por tratamento. Nos dois experimentos os atributos avaliados foram físicos: estabilidade de agregados, densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade e condutividade hidráulica saturada; Químicos: potencial hidrogeniônico em água, fósforo (Mehlich-1), potássio, cálcio, magnésio, sódio, acidez potencial, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e matéria orgânica do solo; Biológicos: carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente metabólico. As variáveis de qualidade do fruto foram: massa da penca; número de frutos, massa de fruto, comprimento de fruto, diâmetro do fruto, índice de alongamento, massa da polpa, relação polpa/casca, rendimento da polpa, diâmetro da polpa, espessura da casca, acidez titulável, sólidos solúveis totais, potencial hidrogeniônico e umidade. As variáveis de produção foram: massa do cacho, massa da penca, número de frutos, número de pencas, comprimento médio do fruto, diâmetro médio do fruto, número de folhas, produtividade da penca e produtividade do cacho. A dose de 375 mL planta<sup>-1</sup> na frequência de 15 dias proporcionou menor valor de densidade de solo no cultivo da bananeira 'Grande Naine' fertirrigado via gotejamento. Os atributos físicos não foram influenciados pelas doses de biofertilizante no cultivo da 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão. A dose de 166 mL planta<sup>-1</sup> maximizou o carbono da biomassa microbiana do solo cultivado com a cv. BRS Platina. Os atributos químicos do solo não foram influenciados pelas doses de biofertilizante no cultivo da 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão. As combinações das frequências de aplicação e doses do biofertilizante 'Vairo' por fertirrigação via gotejamento não mostraram efeito sobre os atributos de qualidade dos frutos para o 1º ciclo de cultivo da bananeira 'Grande Naine'. A produção não foi afetada pelas frequências de aplicação e doses de biofertilizante no cultivo de 'Grande Naine' fertirrigada via gotejamento.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., atributos físicos, químicos e biológicos do solo, qualidade de fruto.

## ABSTRACT

The use of biofertilizer has become a growing practice throughout Brazil, mainly behind the search for inputs that allow an increase in growth and agricultural production with reduced impact and at no cost to the producer. Two experiments were carried out with the 'Grand Naine' (AAA) and 'BRS Platina' (AAAB) banana varieties, in the climatic regions of the municipality of Cruz das Almas-BA. The experiment had as objective to evaluate the applications and doses of biofertilizer via drip fertirrigation, in the physical, chemical and biological attributes of the soil, and quality and fruit quality of the 'Grand Naine' banana tree. The treatments consisted of three application frequencies (F1 = 15, F2 = 30 and F3 = 45 days) and five doses of biofertilizer 'Vairo' (0, 100, 180, 280 and 375 mL plant<sup>-1</sup>), totaling 15 plants with three replicates, with six plants per treatment. The experiment II had the objective of using biofertilizer doses via microaspersão in the physical, chemical and biological attributes of the soil, as well as the quality and quality of the fruits of the 'BRS Platina' banana tree. The experimental design was a randomized block design. The treatments consisted of five doses of biofertilizer 'Vairo' (0, 100, 180, 280 and 375 mL plant<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>), with ten useful plants per treatment. In the two experiments the attributes evaluated were: aggregate stability, soil density, total porosity, macro and microporosity and saturated hydraulic conductivity; Chemicals: hydrogenation potential in water, phosphorus (Mehlich-1), potassium, calcium, magnesium, sodium, acidity potential, base sum, cation exchange capacity, base saturation and soil organic matter; Biological: microbial biomass carbon, soil basal respiration and metabolic quotient. The quality memories were: mass of the penca; Number of fruits, fruit mass, fruit length, fruit diameter, elongation index, pulp mass, pulp / bark ratio, pulp yield, pulp diameter, titratable acidity, total soluble solids, hydrogenation potential and humidity. As the production variables were: mass of the bunch, mass of the bunch, number of fruits, number of bunch, average fruit size, average number of leaves, fruit productivity and bunch productivity. The dose of 375 mL plant<sup>-1</sup> at the 15 day frequency gave a lower value of soil density in the cultivation of the 'Grande Naine' banana fertirrigado via drip irrigation. The physical attributes were not influenced by the doses of biofertilizer in the cultivation of 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão. The dose of 166 mL plant<sup>-1</sup> maximized the carbon of the microbial biomass of the soil cultivated with cv. BRS Platina. The chemical attributes of the soil were not influenced by the doses of biofertilizer in the cultivation of 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão.

**Keywords:** *Musa* spp., physical, chemical and biological soil attributes, fruit quality



# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>26</b>
INFLUÊNCIA DA FREQUÊNCIA E DOSES DE BIOFERTILIZANTE NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO NO CULTIVO DA BANANEIRA	
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>51</b>
INFLUÊNCIA DA FREQUÊNCIA E DOSES DE BIOFERTILIZANTE NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO NO CULTIVO DA BANANEIRA	
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>75</b>
INFLUÊNCIA DA FREQUÊNCIA E DOSES DE BIOFERTILIZANTE NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO FRUTO DA BANANEIRA	

## INTRODUÇÃO

O cultivo da bananeira é um dos mais importantes nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (HEMA et al., 2016), sendo cultivada em mais de 130 países em uma área de 6 milhões de hectares com uma produção de 114 milhões de toneladas.

A planta requer grandes quantidades de fertilizantes, especialmente, potássio e nitrogênio (BORGES et al., 2016). Entretanto, o uso indiscriminado sem critério de fertilizantes químicos tem causado danos à saúde humana e ao meio ambiente, além do que, o alto custo desses representa um fator limitante para os produtores de banana. Pesquisadores e produtores da cultura têm direcionado sua atenção para utilização de fertilizantes orgânicos e biofertilizantes, pois estes são seguros para a saúde humana, para os animais e para o meio ambiente (ITELIMA et al., 2018).

Biofertilizantes são inoculantes microbianos que contém microrganismos vivos que quando aplicados a sementes, plantas ou solo podem ajudar no crescimento, aumentando a oferta de nutrientes para a planta proporcionando maiores produtividades (MAHANTY et al., 2016).

Os biofertilizantes podem manter o ambiente do solo rico em macro e micronutrientes, via fixação de nitrogênio, solubilização ou mineralização de fosfato e potássio, liberação de substâncias reguladoras do crescimento das plantas, além disso, possibilita a diminuição dos custos de produção, podendo, facilmente, serem produzidos na propriedade rural com insumos internos e de baixo custo (ITELIMA et al., 2018).

No Brasil, o biofertilizante tem sido utilizado há muito tempo. No entanto, o conhecimento acerca do potencial da fertilização líquida ainda é incipiente, o que evidencia a necessidade de novos estudos que abordem as melhores estratégias de manejo, como quantidade e intervalo de aplicações associadas à produção satisfatória (RODRIGUES, 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação do biofertilizante ‘Vairo’ em diferentes doses e frequências via fertirrigação por gotejamento e microaspersão, nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, bem como na produtividade e qualidade de frutos de bananeira ‘Grande Naine’ e ‘BRS Platina’.

## **HIPÓTESE**

Existe uma dose do biofertilizante “Vairo” que aplicada numa certa frequência via fertirrigação, melhora os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, bem como otimiza a produtividade da bananeira.

## **OBJETIVO GERAL**

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da aplicação do biofertilizante “Vairo” em diferentes doses e frequências via fertirrigação por gotejamento e microaspersão nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, bem como na produtividade e qualidade de frutos da bananeira.

### **Objetivos específicos**

- ✓ Avaliar as variáveis de produtividade e a qualidade dos frutos da bananeira em função das diferentes doses e frequências de biofertilizante;
- ✓ Avaliar a influência do biofertilizante aplicado via gotejamento nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo;
- ✓ Avaliar a influência do biofertilizante aplicado via microaspersão nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

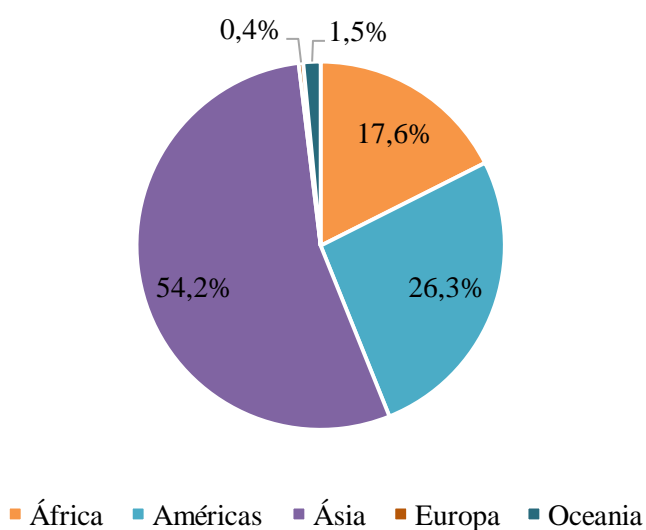
## REVISÃO DE LITERATURA

### A cultura da bananeira e sua importância agroeconômica

A bananeira é uma planta bem difundida no mundo devido à sua grande importância na alimentação humana. É classificada botanicamente como pertencente à família Musaceae e ao gênero *Musa* spp. (DANTAS et al., 2016).

Na fruticultura, os dados da FAO mostram que a banana é o principal produto comercial do mundo. Atualmente a bananeira é produzida em 130 países com área plantada próxima de 6 milhões de hectares e uma produção total de aproximadamente 114 milhões de toneladas. Os principais continentes produtores são a Ásia com 54,2 %, as Américas com 26,3 e a África que é responsável por 17,6% da produção de banana no mundo (Figura 1) (FAO, 2017).

Figura 1- Participação por continentes na produção mundial de banana



Fonte: FAO (2017).

O mercado internacional da banana é crescente em função da globalização das economias, do aumento da renda dos países emergentes e também da população que mudam seus hábitos alimentares passando a consumir mais frutas (DOSSA, FUCHS, 2017). Entre os países, a Índia é o principal produtor mundial de banana respondendo por 27% do total, seguida pela China, que produz aproximadamente 10% da banana do mundo. Completam a lista a Indonésia, com 6,3%, o Brasil com 5,9% e o Equador com cerca de 5,5% da banana produzida no planeta (Tabela 1).

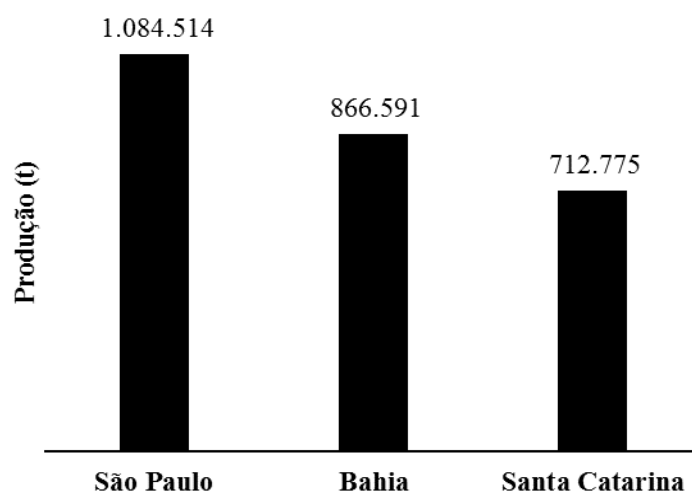
Tabela 1- Países produtores de banana no mundo

Posição	País	Produção (t)	%Total	Área (ha) %Total
1º	Índia	30.477.000	26,8	860.000
2º	China	11.170.000	9,8	366.166
3º	Indonésia	7.162.685	6,3	119.000
4º	Brasil	6.675.100	5,9	465.434
5º	Equador	6.282.105	5,5	158.057
Outros		52.151.873	45,8	3.668.851
	Mundo	113.918.763	100	5.637.508

Fonte: FAO (2017).

No Brasil, entre os estados produtores, destacam-se o estado de São Paulo, que em 2017 produziu 1,084 milhão de toneladas, respondendo por 16,25% da produção total no país. Em seguida aparece o estado da Bahia com uma produção de aproximadamente 867 mil toneladas no mesmo ano, sendo responsável por 12,98% do total nacional. Em terceiro lugar está o estado de Santa Catarina com produção de cerca de 713 mil toneladas em 2017, o equivalente a 10,68% do total brasileiro (Figura 2) (IBGE, 2017).

Figura 2 - Maiores estados produtores de banana do Brasil em 2017



Fonte: IBGE (2017).

A fruta é composta principalmente por água e carboidratos e fornece energia de 104 kcal por 100g. Além de ser uma rica fonte de carboidratos, fibras comestíveis, vitaminas, potássio, fósforo, cálcio e com o mínimo de gordura, as bananas são as frutas mais fáceis e baratas que garantem segurança nutricional para pessoas de todas as faixas

etárias e classes sociais e são consumidas in natura ou processadas em pequena escala industrial, como frutas secas, *smoothie*, sorvete, pão, farinha, vinho e ingredientes para produtos funcionais (VU et al., 2018).

Segundo a descrição de Soto Ballester (1992) e Donato et al. (2016) a bananeira é uma planta tipicamente tropical que tem desenvolvimento ótimo nas condições climáticas localizadas entre 15° de latitude ao Sul e ao Norte do Equador.

A bananeira se desenvolve bem em vários tipos de solos, inclusive em Latossolos que, de acordo com Souza et al., (2016), são solos de baixa fertilidade natural, com muitas vezes, acidez elevada, baixa capacidade de troca catiônica, baixos teores de nutrientes, adensamento e baixa capacidade de armazenamento de água.

O crescimento da cultura da bananeira é dependente tanto dos atributos físicos como químicos do solo. Relacionados à física do solo destacam-se: aeração, disponibilidade de água, temperatura do solo e resistência mecânica ao crescimento das raízes. Em relação à química do solo o crescimento pode ser limitado pela falta e/ou indisponibilidade de nutrientes, principalmente, aqueles demandados em maiores quantidades, que apresentados de forma decrescente seguem a ordem:  $K > N > Ca > Mg > S > P$  (BORGES et al., 2016).

### **Legislação e produção de biofertilizantes**

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através do decreto 4954 de 14 de dezembro de 2004, concede as atribuições do uso de biofertilizante na agricultura. Em seu Art. 2º, o biofertilizante foi definido como um produto que contém princípio ativo ou agente orgânico isento de substâncias agrotóxicas, sem considerar o seu valor hormonal ou estimulante que pode elevar a produtividade. O Art. 3º define as garantias e especificações do biofertilizante quanto à sua natureza física, podendo ele ser fluido ou sólido. Os produtos sólidos constituem-se de partículas ou frações sólidas que podem estar na forma de granulado, pó, farelado ou farelado grosso (BRASIL, 2004).

Existem diversas fontes de elementos orgânicos e minerais que podem ser utilizados na produção de biofertilizantes, basicamente são utilizados três grupos de ingredientes para o preparo: o componente orgânico (esterco fresco, frutas e/ou plantas), o componente mineral para enriquecimento do composto (água não clorada, farinhas de rocha, cinzas, calcário, fosfato natural e/ou sais solúveis) e o inoculante (melaço, leite, açúcar) (PINHEIRO; BARRETO, 1996; MEDEIROS et al., 2003).

A produção de biofertilizantes é decorrente do processo de fermentação, ou seja, da atividade dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes, o que pode ser obtido com a simples mistura de água e esterco fresco (SANTOS, 1992; TIMM et al., 2004). A fermentação pode ser realizada de maneira aeróbia e anaeróbia, ou seja, sem a presença de oxigênio e o resultado desse processo é um sistema de duas fases, uma sólida e outra líquida utilizadas como adubo organomineral como adubo foliar, respectivamente (TRATCH, 1996).

No que diz respeito à sua composição química, o biofertilizante apresenta macro e micronutrientes assimiláveis pela planta, tais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, sílicio, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês. O seu pH pode variar de 7,0 a 8,0 e poderá também ser inferior quando a fermentação for incompleta (SANTOS, 1992).

Não existe uma fórmula padrão para produção de biofertilizantes. Existe uma diversidade de receitas que vêm sendo testadas e utilizadas para diversos fins por pesquisadores. Vairo dos Santos (1992) e Magro (1994) foram os primeiros a desenvolverem biofertilizantes formulados e enriquecidos. O Supermagro desenvolvido e patenteado por Magro (1994) no Centro de Agricultura Ecológica Ipê, Rio Grande do Sul, é uma fórmula que iniciou sendo testada para a cultura da maçã, mas por seu sucesso tem sido utilizada em várias outras culturas como uva, pêssigo, tomate, batata e hortaliças em geral, há diferentes maneiras de produção, o importante mesmo é manter o princípio da fermentação.

### **Biofertilizante ‘Vairo’**

Os biofertilizantes são utilizados atualmente em quase todos os cultivos, principalmente em hortaliças e fruteiras. O ‘Vairo’ foi testado inicialmente em lavouras de café e cana de açúcar, na década de 80. O biofertilizante ‘Vairo’ é produzido a partir da fermentação de esterco bovino fresco. Esse biofertilizante é produzido de forma

anaeróbica, ou seja, na ausência de oxigênio. Para o respectivo preparo, o esterco fresco, deve ser misturado em volume igual de água não clorada, sendo a mistura colocada em um vasilhame que possua tampa que proporcione uma boa vedação. Podem ser empregadas bombonas plásticas, tomando-se o cuidado de manter o nível da mistura a um mínimo de 10 cm abaixo da tampa, onde se adapta uma mangueira plástica fina, cuja extremidade é mergulhada em recipiente com água, para permitir a saída do gás metano produzida na fermentação. O final do processo, que dura de 20 a 40 dias, coincide com a cessação do borbulhamento observado no recipiente d'água. Nessa ocasião, a solução deverá ter atingido pH próximo a 7,0. Para separação da parte ainda sólida do produto, utiliza-se uma peneira ou pano de tecido (SILVA, 2007).

### **Influência da aplicação de biofertilizante nos atributos físicos do solo**

O conhecimento da geometria e magnitude do espaço poroso do solo é essencial para entender a dinâmica da água e do soluto do solo, bem como a difusão do gás (BALL et al., 2007). O desenvolvimento das plantas é significativamente afetado pela capacidade do solo de promover uma troca gasosa adequada entre a rizosfera e a atmosfera (SILVA et al., 2009). Portanto, a quantificação e o monitoramento de propriedades relacionadas ao sistema poroso do solo são importantes para avaliar sua funcionalidade física.

A permeabilidade ao ar intrínseca do solo e os índices de continuidade e comprimento dos poros são parâmetros que influenciam os fluxos de gás e água do solo. Assim, são relevantes para a caracterização do espaço poroso do solo e a identificação de alterações na estrutura do solo, uma vez que são sensíveis aos efeitos das práticas de manejo (CAVALIERI et al., 2009).

O sistema poroso do solo pode ser significativamente alterado por diferentes fatores, e frequentemente ocorre como resultado de ações antrópicas associadas aos usos da terra (COSTA et al., 2014). As práticas de manejo do solo têm um grande impacto na aeração do solo. Práticas que promovem a perturbação do solo com o uso de arados tendem a aumentar o volume de poros, a permeabilidade do solo e o armazenamento de ar (BRAUNACK; DEXTER, 1989). Nesse cenário, a adição de material orgânico, como o biofertilizante bovino, tem sido uma alteração antrópica utilizada para melhorar o desempenho funcional no sistema agrícola (KITAMURA et al., 2008); no entanto, a



magnitude da alteração na estrutura e funcionalidade do sistema poroso do solo, causada pela adição de biofertilizante bovino, precisa ser melhor detalhada.

Os principais atributos físicos que podem ser melhorados com o uso de biofertilizante no solo são a velocidade de infiltração, aeração e armazenagem de água (MELO, 2011).

As práticas de manejo e a aplicação de biofertilizante podem alterar os atributos físicos do solo, destacando-se a densidade, o arranjo e o volume dos poros (COMIN et al., 2013). Essas alterações influenciam nos atributos físicos-hídricos, dentre elas a porosidade, a retenção de água no solo, disponibilidade de água às plantas e a resistência a penetração (BEUTLER et al., 2006).

Os efeitos dos fertilizantes orgânicos sobre os atributos físicos do solo dependem da quantidade e da qualidade dos materiais utilizados e podem variar de acordo com o tipo de solo (RAUBER et al., 2012). O principal atributo físico relacionado à dinâmica do carbono orgânico é a agregação do solo, influenciando indiretamente a densidade, porosidade, retenção de água e a capacidade de infiltração, que são todos fundamentais para capacidade produtiva do solo (SILVA et al., 2006).

A matéria orgânica reduz a densidade do solo diretamente, devido à mistura de um material de 0,2 a 0,4 g cm<sup>-3</sup> com o solo de 1,2 a 1,4 g cm<sup>-3</sup> e indiretamente pelo seu efeito na estruturação do solo, aumentando o espaço poroso e tornando-o menos denso (KIEHL, 1985).

Mellek et al. (2010) analisaram os efeitos de doses crescentes de biofertilizante bovino em um Cambissolo derivado de arenito, sendo observada melhora na estrutura do solo, por exemplo, redução da densidade e aumento de macroporosidade, estabilidade de agregados e taxa de infiltração de água. Contudo, pouco se sabe em relação ao efeito da aplicação de biofertilizante líquido sobre as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo.

### **Influência da aplicação de biofertilizantes nos atributos químicos do solo**

Nos séculos XVIII e XIX na agricultura utilizavam-se tecnologias como rotação de culturas e integração entre produção vegetal e animal e respeitavam o ambiente. A partir do século XIX, com o advento da química agrícola, passou a respeitar as leis da natureza e o ápice foi o advento da Revolução verde com aumento da produtividade visando solucionar o problema da fome mundial. Vários problemas

apareceram como concentração de riquezas, disparidades regionais. Assim, movimentos de agricultura alternativa surgiram e as pesquisas mostraram a viabilidade tecnológica e econômica de novos sistemas de produção (PENA, 2019).

Os fertilizantes químicos são manipulados industrialmente e compostos por quantidades conhecidas de nitrogênio, fósforo e potássio (BHARDWAJ et al., 2014). O aumento populacional demanda cada vez mais a produção de alimentos e o uso de fertilizantes químicos, o que tem causado a poluição do ar, da atmosfera e das águas subterrâneas, como resultado da eutrofização dos corpos d'água (YOUSSEF; EISSA, 2014) e a diminuição da qualidade e da fertilidade do solo.

Nos países que estão na faixa equatorial, a baixa fertilidade do solo é a principal limitação para a produção das culturas (MOHAMMADI; SOHRABI, 2012). A manutenção e a melhoria da qualidade do solo são os principais fatores para a obtenção de estabilidade, produtividade e sustentabilidade dos agroecossistemas. Os fertilizantes orgânicos melhoram as atributos físicos, químicos e biológicos de quase todos os tipos de solo, ajustando o pH, aumentando a solubilidade dos nutrientes e a produção das plantas (BAIEA; EL-GIOUSHY, 2015).

Os biofertilizantes são produtos contendo células vivas de diferentes organismos que têm capacidade de converter elementos nutricionalmente importantes de indisponíveis para formas disponíveis por meio de processos biológicos (ITELIMA et al., 2018). Os microrganismos que são mais usualmente encontrados nos biofertilizantes incluem fixadores de nitrogênio, solubilizadores de potássio e fósforo, rizobactérias promotoras de crescimento (PGPRs), fungos e ectomicorrízicos, cianobactérias e outros microrganismos úteis (ITELIMA et al., 2018).

A qualidade química do solo é um dos fatores mais rapidamente afetado pelos processos de degradação. O pH, a capacidade de troca catiônica, a condutividade elétrica do solo, teores de macro e micronutrientes e os estoques de matéria orgânica do solo estão entre os atributos químicos do solo que são influenciados pelo tipo de uso da terra e utilizados como indicadores de qualidade do solo (GOMES; FILIZOLA, 2006).

O conteúdo de matéria orgânica é um indicador essencial da qualidade e fertilidade do solo (HAYNES, 2005). A matéria orgânica é um dos componentes do solo mais importantes para seus atributos físico-químicos, como sua capacidade sortiva e poder tampão bem como sua biodiversidade e atividade biológica. A matéria orgânica influencia positivamente a funcionalidade do solo sendo necessário a manutenção do seu conteúdo ou adição quando necessário (LAL, 2011).

Estudos têm sido realizados para investigar os efeitos da aplicação de biofertilizante nos atributos químicos do solo. Silva et al. (2008) observaram incremento de  $\text{Ca}^{2+}$  trocável de 0,0113  $\text{cmol}_c$  após seis anos de aplicação de doses de esterco bovino (0, 30, 60 e 90  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ) em um Latossolo Bruno sob sistema de produção de plantio direto e rotação de culturas de inverno e verão (sorgo/aveia-preta/milho/azevém/milho/azevém). Em estudo conduzido por Matos et al. (2015) foi constatado que a aplicação de doses de biofertilizante bovino (2,5; 5,0; 10,0 e 15,0  $\text{t ha}^{-1}$ ) na cultura do sorgo aumentou os teores de bases no solo quando comparadas a adubação mineral. Entretanto, Bócoli et al. (2016) analisando os efeitos de seis doses de biofertilizante suíno (0; 40; 80; 120; 160; 200 e 240  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) e constaram que o uso de biofertilizantes não alterou os atributos químicos do solo.

Especificamente, para a cultura da bananeira, Souza (2016) avaliando os efeitos da cobertura morta, associada à fertirrigação, sobre os atributos químicos de um solo cultivado com a cv. BRS Princesa verificou que a associação de cobertura morta e fertirrigação melhoraram a os teores de nutrientes com aumento da SB e da CTC. Por outro lado, Melo et al. (2016) avaliaram o efeito de doses de substâncias húmicas sobre os atributos químicos de um solo cultivado também com a BRS Princesa e não observaram efeitos significativos da fertirrigação com substâncias húmicas sobre os atributos químicos do solo, crescimento e rendimento da banana.

### **Influência do biofertilizante nos atributos biológicos do solo**

O biofertilizante bovino líquido apresenta em sua composição microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica que atuam não só nas plantas como também sobre a atividade microbiana do solo (BETTIOL et al., 1998).

A aplicação de biofertilizantes pode aumentar o acúmulo de carbono orgânico total particularmente nas camadas superiores do solo (LOURENZI et al., 2011). No entanto, a velocidade deste aumento está associada principalmente com a composição, a frequência, e a quantidade do material aplicado (GUARDINI et al., 2012).

Os valores de CBM indicam o potencial de reserva de C no solo, permitindo mensurar o acúmulo ou perda de C em função do manejo. Quanto maior o valor de CBM, maior será a reserva de C no solo, o que expressa um menor potencial de decomposição da matéria orgânica (FIALHO, 2005).

Em estudo conduzido por Sousa et al. (2014) foi constatado que a aplicação de doses de dejetos suínos (0, 125, 250, 500 kg ha<sup>-1</sup>) favoreceu um incremento na biomassa microbiana. Araújo et al. (2014) avaliaram o efeito de três tipos de biofertilizantes na biomassa e atividade microbiana de um fluvisol cultivado com pimentão e constaram que a aplicação dos biofertilizantes aumentou esses atributos em comparação aos controles (fertilização convencional e não fertilização).

A respiração basal do solo reflete a produção de CO<sub>2</sub> no solo resultante da atividade respiratória de microrganismos, protozoários, nematóides, insetos, anelídeos e raízes do solo. A respiração é um indicador que revela rapidamente alterações nas condições ambientais que porventura afetem a atividade microbiana (DE-POLLI; PIMENTEL, 2005). No entanto, a interpretação dos dados de respiração basal deve ser cuidadosa, uma vez que o incremento na atividade respiratória pode ser desencadeada tanto pela alta produtividade de um determinado ecossistema quanto pelo estresse advindo de distúrbios ambientais (SILVA et al., 2007).

A análise isolada do carbono da biomassa microbiana (CBM) e da respiração basal do solo (RBS) pode limitar a análise do solo quanto à atividade microbiana; assim, o quociente metabólico, junto com essas variáveis fornecem informações mais adequadas para o entendimento da atividade microbiológica do solo (ALVES et al., 2011).

O quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) é a razão entre a respiração basal e o carbono da biomassa microbiana, por unidade de tempo (ANDERSON; DOMSCH, 1993). Ele expressa quanto de CO<sub>2</sub> é liberado pela biomassa microbiana em função do tempo, representando a taxa de respiração específica da biomassa microbiana (ALVES et al., 2011). O  $q\text{CO}_2$  indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo indicador sensível para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI, 2002).

Singh et al. (2015) avaliaram os efeitos de sete combinações de adubos orgânicos (resíduos vegetais, biofertilizante, esterco e vermicomposto) em dois sistemas de cultivo, arroz-trigo e arroz-trigo-feijão, nesse estudo os autores constataram aumento significativo do carbono da biomassa microbiana nas parcelas onde foi aplicada a combinação de esterco, resíduo vegetal e biofertilizante, aumento da respiração basal do solo com a adição das diferentes fontes de adubos orgânicos. Também observaram aumento do  $q\text{CO}_2$  em quase todas as combinações de aplicação de adubos orgânicos nos dois sistemas de cultivo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana do solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.33, p.341-347, 2011.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> ( $qCO_2$ ) as a specific activity parameter to assess the effect of environmental condition, such as pH on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.23, p.393-395, 1993.
- ARAÚJO, A. S. de.; OLIVEIRA, J. R.; ARAÚJO, R. M.; GOMES, R. L. Biofertilizers on soil microbial biomass and activity. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, p.234-245, 2014.
- BAIEA, M. H. M.; EL-GIOUSHY, S. F. Effect of some different sources of organic fertilizers in presence of Bio-fertilizer on growth and yield of banana cv. Grande Naine plants. **Middle East Journal of Agriculture Research**, v.4, p.745-753, 2015.
- BALL, B. C.; WATSON, C. A.; BADDELEY, J. A. Soil physical fertility, soil structure and rooting conditions after ploughing organically managed grass/clover swards. **Soil use and management**, v.23, p.20-27, 2007.
- BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA - CNPMA, 1998. 22p. (Circular técnico, 02).
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. D. C.; SILVA, A. P. D. Efeito da compactação na produtividade de cultivares de soja em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.787-794, 2006.
- BHARDWAJ, D.; ANSARI, M. W.; SAHOO, R. K.; TUTEJA, N. Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. **Microbial cell factories**, v.13, p.1-10, 2014.
- BÓCOLI, M. E.; MANTOVANI, J. R.; MIRANDA, J. M.; MARQUES, D. J.; SILVA, A. B. D. Soil chemical properties and maize yield under application of pig slurry biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, p.42-48, 2016.
- BORGES, A. L.; da SILVA, J. T. A.; OLIVEIRA, A. M. G.; D'OLIVEIRA, P. S. Nutrição e adubação. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. **O agronegócio da banana** - Brasília, DF. Embrapa, 832p.; 2016, Cap.11, p.331-398.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Decreto nº 4.954, 2004.
- BRAUNACK, M. V.; DEXTER, A. R. Soil aggregation in the seedbed: a review II.

Effect of aggregate sizes on plant growth. **Soil and Tillage Research**, v.14, p.281-298, 1989.

CAVALIERI, K. M. V.; da SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; LEÃO, T. P.; DEXTER, A. R.; HÅKANSSON, I. Long-term effects of no-tillage on dynamic soil physical properties in a Rhodic Ferrasol in Paraná, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.103, p.158-164, 2009.

COSTA, P. A.; MOTA, J. C. A.; ROMERO, R. E.; FREIRE, A. G.; FERREIRA, T. O. Changes in soil pore network in response to twenty-three years of irrigation in a tropical semiarid pasture from northeast Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.137, p.23-32, 2014.

DANTAS, J. L. L.; e SILVA, S. de O.; SOARES FILHO, W. dos S.; CARVALHO, P. L de. Filogenia, história, evolução, destruição geográfica e habitat. In: FERREIRA, C. F.; SILVA; S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. **O agronegócio da banana** - Brasília, DF. Embrapa, 832p.; 2016, Cap.1, p.17-28.

DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; MARQUES, P. R. R.; ARANTES, A. de M. Considerações ecológicas, fisiológicas e de manejo. In: FERREIRA, C. F.; SILVA; S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. **O agronegócio da banana** - Brasília, DF. Embrapa, 832p.; 2016, Cap.3, p.47-110.

DOSSA, D.; FUCHS, F. **Banana: Produção, mercado e preços na CEASA-PR**. Boletim Técnico 06. BANANA: Outubro de 2017.

DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (eds.) **Processos biológicos no sistema solo-planta**: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília-DF: Embrapa, 2005. p.17-28.

FAO 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 20 dez. 2018.

FIALHO, J. S.; GOMES, V. F. F.; OLIVEIRA, T. S. de; SILVA JÚNIOR, J. M. T. da. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi - CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v.37, p.250-257, 2006.

GANESHAMURTHY, A. N.; SATISHA, G. C.; PATIL, P. Potassium nutrition on yield and quality of fruit crops with special emphasis on banana and grapes. **Karnataka Journal of Horticulture**. v.24, p.29-38, 2011.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, 2006, 8p.

GUARDINI, R.; COMIN, J. J.; SCHMITT, D. E.; TIECHER, T.; BENDER, M. A.; DOS SANTOS, D. R.; BRUNETTO, G. Accumulation of phosphorus fractions in typical Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep pig litter in a no-tillage system. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.93, p.215-225, 2012.

HAYNES, R. J. Labile Organic Matter Fractions as Central Components of the Quality of Agricultural Soils: An Overview. **Advances In Agronomy**, v.85, p.221-268, 2005.

HEMA, R.; BHANGAVAN, B. V. K.; SUDHAVANI, V.; UMAKRISHNA, K. Effect of Organic Manures and Bio-fertilizers on Yield and Fruit Quality of Banana cv. Grand Naine (AAA). **International Journal of Bio-Resource & Stress Management**, v.7, p.832-836, 2016.

IBGE 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>. Acesso em: 20 set. 2018.

ITELIMA, J. U.; BANG, W. J.; SILA, M. D.; ONYIMBA, I. A.; EGBERE, O. J. A review: Biofertilizer - A key player in enhancing soil fertility and crop productivity. **Microbiol Biotechnol Rep**, v.2, p.22-28, 2018.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KITAMURA, A. E.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; PAZ GONZALEZ, A. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.405-416, 2008.

LAL, R. Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems. **Food Policy**, v.36, p.533-539, 2011.

LOURENZI, C. R.; CERETTA, C. A.; SILVA, L. S. D.; TRENTIN, G.; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G. Soil chemical properties related to acidity under successive pig slurry application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1827-1836, 2011.

MAGRO, D. Supermagro: a receita completa. **Boletim da Associação de Agricultura Orgânica**, n. 16, p.3-4. 1994.

MAHANTY, T.; BHATTACHARJEE, S.; GOSWAMI, M.; BHATTACHARYYA, P.; DAS, B.; GHOSH, A.; TRIBEDI, P. Biofertilizers: A potential approach for sustainable agriculture development. **Environmental science and pollution research**, v.24, p.3315-3335, 2016.

MATOS, F. C.; PINHEIRO, M. F. E.; PAES, L. J.; LIMA, E.; MARQUES, S. A.; CAMPOS, B. V. D. Efeito da aplicação de biofertilizante de dejetos de bovino no solo e cultura do sorgo. In: 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural, 2015, São Paulo. **Anais (...)** AGRENER, 2015.

MEDEIROS, M. B. de; WANDERLEY, P. A.; ARAÚJO WANDERLEY, M. J.; Biofertilizantes Líquidos: Processo trofobiótico para proteção de plantas em cultivos orgânicos. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. v.31, p.38-44 2003.

MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L. da.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M.; de SOUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. **Soil Tillage Research**, v.110, p.69-76, 2010.

MELO, W. B. **Produção do consórcio milho (*Zea mays* L.) X feijão (*Vigna unguilata*. L.) em função do uso de biofertilizante**. 51p. Monografia (Curso de graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

MELO, D. M. D.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L.; PEREIRA, B. L. D. S.; CAMPOS, M. S. Agronomic performance and soil chemical attributes in a banana tree orchard fertigated with humic substances<sup>1</sup>. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, p.421-428, 2016.

MOHAMMADI, K.; SOHRABI, Y. Bacterial bio-fertilizers for sustainable crop production: A review. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v.7, p.237-308, 2012.

PENA, R. F. A.; "Evolução da agricultura e suas técnicas"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/evolucao-agricultura-suas-tecnicas.htm>>. Acesso em 06 de abril de 2019.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **MB-4 Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes**. Blumenau. Cooperativa Ecológica Colmeia, 1996.

RAUBER, L. P.; PICCOLLA, C. D.; ANDRADE, A. P.; FRIEDERICHS, A.; MAFRA, Á. L.; CORRÊA, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A. Physical properties and organic carbon content of a Rhodic Kandiodoxfertilized with pig slurry and poultry litter, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1323-1332, 2012.

RODRIGUES, J. S. **Frequência e doses de biofertilizante na fertirrigação da cultura do milho (*Zea mays* L.) no Vale do São Francisco**. 72 p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2014.

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

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALDI, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: a laboratory study. **Biology and Fertility of Soils**, v.35, p.96-101, 2002.

SILVA, Á. P. D.; LEÃO, T. P.; TORMENA, C. A.; GONÇALVES, A. C. A. Determinação da permeabilidade ao ar em amostras indeformadas de solo pelo método da pressão decrescente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1535-1545, 2009.

SILVA, F. A.; PINTO, M. J.; FRANÇA, R. C.; FERNANDES, C. S.; GOMES, A. D. T.; da SILVA, L. S. M.; MATOS, B. N. A. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. **Embrapa Semiárido. Comunicado técnico**, 2007.

SILVA, J. C. P. M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, C. M.; SILVA, L. F. C. Esterco líquido de bovinos leiteiros combinado com adubação mineral sobre atributos químicos de um Latossolo Bruno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.2563-



2572, 2008.

SILVA, M. A. S. D.; MAFRA, Á. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; DALLA ROSA, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um argissolo vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.329-337, 2006.

SILVA, E. E. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo ( $qCO_2$ ). Seropédica-RJ: Comunicado Técnico Embrapa, 2007.

SOTO-BALLESTERO, M. S.; SOTO, E.; SOLÍS, P.; LÓPEZ, A. Siembra y operaciones decultivo. In: SOTO BALLESTERO, M. S. **Bananos: cultivo y comercialización**. San José: Litografía e Imprenta Lil, 1992. p.211-265.

SOUSA, F. A.; de BARROS SILVA, E.; CAMPOS, A. T.; GANDINI, A. M. M.; CORREA, J. M.; GRAZZIOTTI, P. H. Atividade microbiana e produção da lavoura cafeeira após adubação com dejetos líquidos de suínos. **Bioscience Journal**, v.30, p.1041-1049, 2014.

SOUZA, E. L. **Atributos do solo, crescimento e produção da bananeira sob fertirrigação com e sem cobertura morta**. 99p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016.

SOUZA, L.; da S.; BORGES, A. L.; SILVA, J. T. da. Manejo e conservação In: FERREIRA, C. F.; SILVA; S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. **O agronegócio da banana** - Brasília, DF. Embrapa, 832p.; 2016, Cap.10, p.279-330.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Revista Ciência & Ambiente**, v.29, p.123-129, 2004.

TRATCH, R. **Efeito de Biofertilizantes sobre fungos fitopatogênicos**. Dissertação de Mestrado. 60p. Área de Concentração: Proteção de Plantas, Faculdade de Ciências Agrônomicas "Campus" Botucatu (UNESP), São Paulo, 1996.

VU, H. T.; SCARLETT, C. J.; VUONG, Q. V. Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: a review. **Journal of Functional Foods**, v.40, p.238-248, 2018.

YOUSSEF, M. M. A.; EISSA, M. F. M. Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes: A review. **Biotechnology Pharmaceutical Resources**, v.1, p1-6, 2014.

## CAPÍTULO I

---

PEREIRA, Monikuelly Mourato, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. **Influência da frequência e doses de biofertilizante nos atributos físicos e biológicos do solo no cultivo da bananeira.** Orientador: Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho.

---

### RESUMO

Os microrganismos desempenham papel chave em vários processos importantes, como decomposição da matéria orgânica. Estudos têm relacionado à aplicação de biofertilizante com a melhoria dos atributos físicos do solo. A quantificação da atividade microbiana vem sendo utilizada como indicador de alterações e qualidade do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações físicas e microbiológicas em um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, submetido a diferentes doses e frequências de aplicação do biofertilizante tipo 'Vairo'. Dois experimentos foram realizados com as variedades de banana 'Grande Naine' (AAA) e 'BRS Platina' (AAAB), nas condições climáticas do município de Cruz das Almas-BA. O delineamento experimental utilizado no experimento I foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5. Os tratamentos consistiram em três frequências de aplicação (F1=15, F2=30 e F3=45 dias) e cinco doses do biofertilizante tipo 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>), totalizando 15 tratamentos com três repetições, com seis plantas úteis por tratamento. O delineamento experimental utilizado no segundo experimento foi o de blocos casualizados. Os tratamentos consistiram em cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>), com dez plantas úteis por tratamento. As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física do Solo e as microbiológicas no Laboratório de Microbiologia, ambos pertencentes à Embrapa. Em ambos os experimentos foram avaliados os atributos físicos: estabilidade de agregados, densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade e condutividade hidráulica saturada; Biológicos: carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente metabólico. A dose de 375 mL planta<sup>-1</sup> na frequência de 15 dias proporcionou menor valor de densidade de solo no cultivo da bananeira 'Grande Naine' fertirrigado via gotejamento. A biofertilização via gotejamento promoveu efeitos positivos à microbiota do solo, os menores valores do quociente metabólico ocorreram na dose de 280 mL planta<sup>-1</sup> na frequência de 15 dias. Os atributos físicos não foram influenciados pelas doses de biofertilizante no cultivo da 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão. A dose de 166 mL planta<sup>-1</sup> maximizou o carbono da biomassa microbiana do solo cultivado com a cv 'BRS Platina'. Os atributos físicos não foram influenciados pelas doses de biofertilizante no cultivo da 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão.

**Palavras-chave:** física do solo, biologia do solo, qualidade do solo.

## CHAPTER I

---

PEREIRA, Monikuelly Mourato, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. **Influence of the frequency and doses of biofertilizer on physical and attributes of the soil in banana growth.** Supervisor: Dr. Eugênio Ferreira Coelho.

---

### ABSTRACT

Microorganisms play a key role in several important processes, such as the decomposition of organic matter. Studies have as reference the application of biofertilizer with the improvement of soil physical attributes. The quantification of microbial activity has been used as indicator of changes and soil quality. Bear of feedback was a physical and microbiological measure in Typical Yellow Distrocoses Latosol, submitted to several doses and frequencies of application of the 'Vairo' biofertilizer. Two experiments were carried out with the 'Grande Naine' (AAA) and 'BRS Platina' (AAAB) banana varieties, in the climatic regions of the municipality of Cruz das Almas-BA. The treatments consisted of three application frequencies (F1 = 15, F2 = 30 and F3 = 45 days) and five doses of the biofertilizer type 'Vairo' (0, 100, 180, 280 and 375 mL plant<sup>-1</sup>), totaling 15 consecutive days, with six useful plants per treatment. The experimental design was used in the second experiment with the use of randomized blocks. The treatments consisted of five doses of biofertilizer 'Vairo' (0, 100, 180, 280 and 375 mL plant<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>), with ten useful plants per treatment. The microbiology in the microbiology in the Laboratory of Microbiology, both belonging to Embrapa. In both experiments the physical physicists were: aggregate stability, soil density, total porosity, macro and microporosity and saturated hydraulic conductivity; Biological: microbial biomass carbon, soil basal respiration and metabolic quotient. The dose of 375 mL plant<sup>-1</sup> at the 15 day frequency gave a lower value of soil density in the cultivation of the 'Grande Naine' banana fertirrigado via drip irrigation. Drip biofertilization promoted positive effects to the soil microbiota, the lowest values of the metabolic quotient occurred at the dose of 280 mL plant<sup>-1</sup> at the frequency of 15 days. Physical attributes were not influenced by the doses of biofertilizer in the cultivation of 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão. The dose of 166 mL plant<sup>-1</sup> maximized the carbon of the microbial biomass of the soil cultivated with cv 'BRS Platina'. The physical attributes were not influenced by the doses of biofertilizer in the cultivation of 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão.

**Keywords:** porosity, soil biology, soil quality.

## INTRODUÇÃO

Os microrganismos estão presentes no meio ambiente e exercem uma variedade de funções essenciais. A biomassa microbiana é tanto o agente de alterações bioquímicas no solo quanto um repositório de nutrientes vegetais que são mais lábeis do que a maior parte da matéria orgânica do solo (DWIVEDI; SONI, 2011).

Em estudos sobre a atividade microbiana em solos com diferentes tipos de manejo, Hungria et al. (2009) observaram que o aumento da atividade microbiana esteve intimamente ligado à deposição de material orgânico. A aplicação de fertilizante orgânico pode aumentar o acúmulo de carbono orgânico total principalmente nas camadas superiores do solo (LOURENZI et al., 2011). A quantidade desse aumento está associada principalmente com a composição, a frequência de aplicação, e a quantidade do fertilizante orgânico (GUARDINI et al., 2012).

Um dos indicadores utilizados para avaliar a atividade da microbiota do solo é a respiração basal, que representa o  $\text{CO}_2$  produzido pela biomassa microbiana durante os processos de decomposição e mineralização da matéria orgânica adicionada ao solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Respiração basal é um parâmetro utilizado para quantificar a atividade microbiana e, indiretamente, a qualidade do solo (SILVA et al., 2014). A avaliação combinada de biomassa microbiana e respiração do solo fornece a quantidade de dióxido de carbono desenvolvido por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) (BOECHAT et al., 2012), e são fundamentais para entender melhor o solo submetido à adição de biofertilizantes orgânicos.

Em razão da importância dos atributos biológicos para os processos que ocorrem no solo, verifica-se que estudos a respeito da quantidade e atividade da biomassa microbiana podem fornecer subsídios para o melhor uso do solo (D'ANDRÉA et al., 2002). Por serem sensíveis às mudanças que ocorrem no solo, os microrganismos são importantes indicadores na avaliação das alterações resultantes de diferentes práticas agrícolas (HUNGRIA et al., 2009). Assim, a avaliação da biomassa e respiração microbiana apresenta-se como um importante subsídio para melhor entender a dinâmica dos processos de transformação dos resíduos orgânicos no solo (SEGATTO et al., 2012).

Do ponto de vista da produtividade do solo, a biomassa microbiana do solo controla os principais processos envolvidos na transformação de nutrientes e ciclagem da manutenção da matéria orgânica do solo e macroagregação para características

favoráveis de água e aeração. Os principais atributos físicos que podem ser melhorados com o uso de biofertilizante no solo são a velocidade de infiltração, aeração e armazenagem de água (MELO, 2011). Os efeitos dos biofertilizantes sobre os atributos físicos do solo dependem da quantidade e da qualidade dos materiais utilizados e podem variar de acordo com o tipo de solo (RAUBER et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações físicas e microbiológicas em um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, submetido a diferentes doses e frequências de aplicação do biofertilizante tipo ‘Vairo’, em duas cultivares de bananeira ‘Grande Naine’ e ‘BRS Platina’.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização e descrição da área de estudo**

O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, com coordenadas geográficas 12°40’19”S; 39°06’22”W; 225 m, no período de julho de 2015 a julho de 2018. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, (EMBRAPA, 1993, atualizado por Santos et al., 2018). O clima é classificado como tropical úmido (Af) segundo a classificação de Köppen, com ocorrência de precipitação em quase todos os meses do ano (ALVARES et al., 2014).

### **Delineamento experimental**

Foram realizados dois experimentos em blocos casualizados, no experimento I o delineamento adotado foi em blocos casualizados seguindo esquema fatorial 3 x 5. Os tratamentos consistiram em três frequências de aplicação (15; 30 e 45 dias), e cinco doses do biofertilizante ‘Vairo’ (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>), totalizando 15 tratamentos com três repetições, cada tratamento foi constituído de seis plantas úteis, da variedade ‘Grande Naine’. No experimento II os tratamentos consistiram em cinco doses do biofertilizante ‘Vairo’ (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) com cinco repetições, cada tratamento foi constituído de dez plantas úteis, da variedade ‘BRS Platina’.

## Caracterização do solo experimental

Os procedimentos de campo se iniciaram com coletas de amostras de solo deformadas e indeformadas nas duas áreas experimentais, nas camadas de 0-0,20 m, em 5 repetições, que foram devidamente identificadas, acondicionadas e encaminhadas ao Laboratório de Física do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura, para caracterização inicial dos atributos físico-hídricos (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 - Atributos físicos do solo da área experimental antes da diferenciação dos tratamentos na profundidade de 0-0,20. Cruz das Almas, BA, 2015/2016

Experimento I (2015)									
Prof. (m)	Porosidade (%)			EA (%)	Ds (g cm <sup>-3</sup> )	Granulometria (g kg <sup>-1</sup> )			Classificação textural
	Total	Macro	Micro			Areia total	Silte	Argila	
0-0,20	33,6	16,36	17,24	66	1,56	753	68	179	Franco arenosa
Experimento II (2016)									
Prof. (m)	Porosidade (%)			EA (%)	Ds (g cm <sup>-3</sup> )	Granulometria (g kg <sup>-1</sup> )			Classificação textural
	Total	Macro	Micro			Areia total	Silte	Argila	
0-0,20	30,32	8,7	23,3	45	1,62	730	89	181	Franco arenosa

Prof. = Profundidade; EA = Estabilidade de agregado; Ds = Densidade do solo.

Tabela 2 - Atributos físico-hídricos do solo da área experimental antes da diferenciação dos tratamentos na profundidade de 0-0,20. Cruz das Almas, BA, 2015/2016

Experimento I (2015)					
Prof.	Retenção de água Ug (%) por Tensão (kPa)			AD (%)	Ko (cm h <sup>-1</sup> )
	-10	-33	-1500		
0-0,2	8,64	8,21	6,83	1,81	23,27
Experimento II (2016)					
Prof.	Retenção de água Ug (%) por Tensão (kPa)			AD (%)	Ko (cm h <sup>-1</sup> )
	-10	-33	-1500		
0-0,2	10,21	9,80	7,23	2,98	37,7

Prof. = Profundidade; AD = Água disponível; Ko = Condutividade hidráulica saturada.

## EXPERIMENTOS

### Material vegetal e tratamentos culturais

No experimento I a variedade de banana utilizada foi a ‘Grande Naine’ (*Musa acuminata* - AAA) e no experimento II variedade de banana utilizada foi a ‘BRS Platina’ (híbrido tetraploide AAAB), cujas mudas micropropagadas foram plantadas no espaçamento de 2,5 x 2,5 m, com uma densidade de 1.600 plantas ha<sup>-1</sup>. O plantio foi realizado em 20 de julho de 2015 e 07 de julho de 2016, respectivamente, em covas de 0,4 x 0,4 x 0,4 m. O controle de plantas invasoras foi realizado por meio de capinas manual e o desbaste e desfolha conforme as recomendações de Alves et al. (2004).

## **Adubação**

Nos dois experimentos a adubação de plantio foi efetuada de forma manual, com 90 g da mistura de micronutrientes sob a forma de oxi-silicatos (FTE BR 12) e 120 g de superfosfato simples por cova. A adubação de cobertura foi realizada utilizando-se fertilizantes convencionais: doses de nitrogênio e de potássio na forma de ureia e de cloreto de potássio (KCl) recomendadas a partir da análise química do solo e das necessidades da cultura, conforme Borges e Souza (2009).

O biofertilizante foi à única fonte de matéria orgânica utilizada nas adubações de cobertura durante os experimentos. No experimento I foram aplicadas cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>) em três frequências de aplicação (15; 30 e 45 dias) e no experimento II foram aplicadas cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) na frequência de 30 dias, ambos via fertirrigação com o auxílio de uma bomba injetora de acionamento hidráulico com uso de pistão. As fertirrigações foram iniciadas após o pegamento das mudas.

## **Manejo de Irrigação e fertirrigação**

### **Método de irrigação**

No experimento I o método de irrigação localizada, do tipo gotejamento foi utilizado sendo arrançados com uma linha lateral de gotejamento por fileira de plantas, com três emissores autocompensantes de 4 L h<sup>-1</sup> por planta, com um emissor junto à planta e outros dois espaçados de 0,5 m do primeiro e no experimento II o método de irrigação localizada, do tipo microaspersão, foi utilizado um microaspersor para quatro plantas. Os emissores utilizados foram autocompensantes de vazão de 54 L h<sup>-1</sup>, com raio de ação de cerca de 2,5 metros.

### **Caracterização da água**

A água utilizada no estudo foi recalcada de um reservatório de terra instalada nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura, por meio de um conjunto de motobombas. A análise físico-química da água foi realizada no Laboratório de Controle

de Águas e Alimentos pertencente à Universidade Estadual do Sul da Bahia (LCQ-UESB) (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultado da análise físico-química e classificação da água do reservatório. Cruz das Almas, BA, 2015

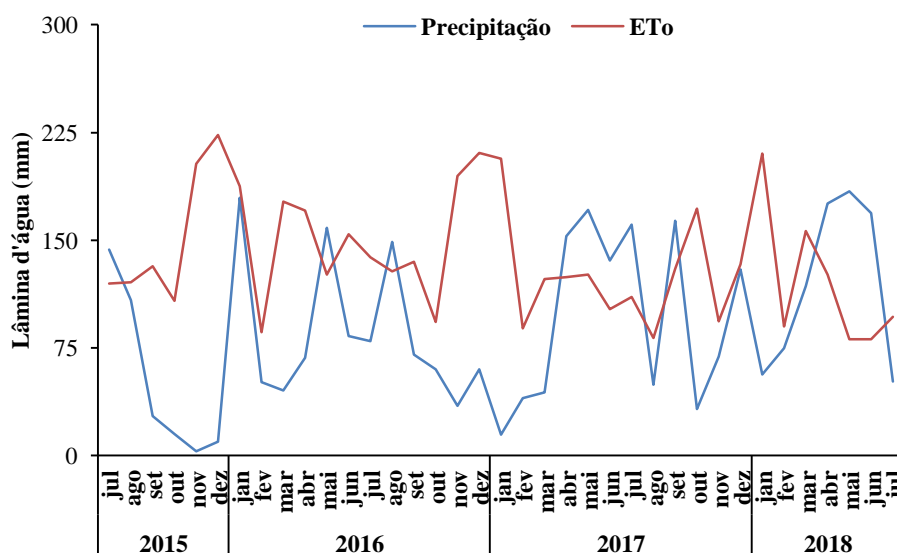
pH	CE	K	Ca	Mg	Na	RAS	CaCO <sub>3</sub>	USSL
7,60	0,65	0,80	28,00	17,00	100,00	3,60	140,00	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

pH = Potencial hidrogeniônico (em água); CE = Condutividade elétrica (dS m<sup>-1</sup>); K = Potássio (mg L<sup>-1</sup>); Ca = Cálcio (mg L<sup>-1</sup>); Mg = Magnésio (mg L<sup>-1</sup>); Na = Sódio (mg L<sup>-1</sup>); RAS = Razão de Adsorção de Sódio; CaCO<sub>3</sub> = Dureza total; USSL = Classificação da Água para Irrigação.

### Características meteorológicas

Foram monitorados os dados climáticos na Estação Meteorológica automática pertencente ao INMET, localizada na Embrapa Mandioca e Fruticultura, desde o período em que foi realizado o plantio das mudas até o terceiro ciclo de cultivo (julho/2015 a julho/2018). Na Figura 1, são verificadas as precipitações mensais e as estimativas da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>).

Figura 1 - Comportamento das médias mensais de precipitação e evapotranspiração de referência durante a condução do experimento. Cruz das Almas, BA, jul/2015 a jul/2018



### Lâmina aplicada

A determinação da lâmina foi realizada com base nos dados agrometeorológicos coletados em uma estação automática pertencente ao Instituto

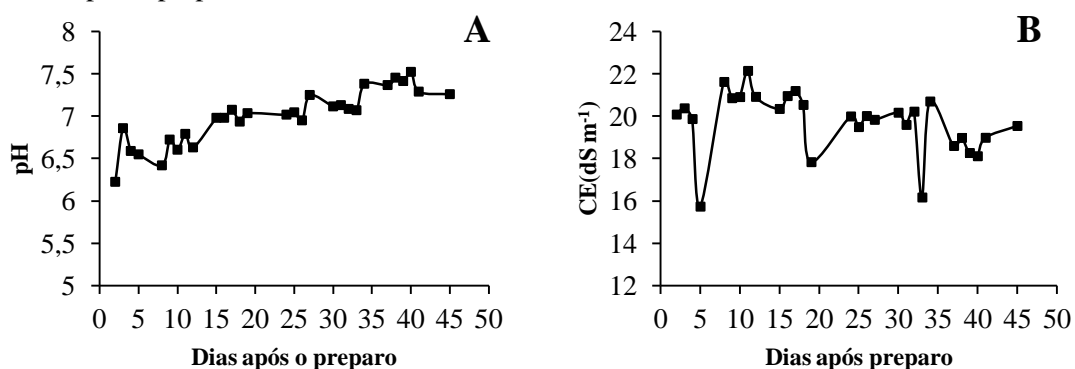


Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na Embrapa Mandioca e Fruticultura. A evapotranspiração potencial de referência foi determinada usando o modelo de Penman-Monteith padronizado por Allen et al. (1998). Para determinação da evapotranspiração da cultura (ETc), foi utilizado o produto da evapotranspiração potencial de referência (ETo) e do coeficiente de cultura (Kc), conforme Coelho et al. (2006), para os diferentes estádios de desenvolvimento da bananeira.

### Preparo e caracterização do biofertilizante ‘Vairo’

O biofertilizante utilizado foi o do tipo ‘Vairo’, preparado em bombonas plásticas com capacidade para 200 L, na proporção de 1:1. Para o respectivo preparo, foram utilizados os seguintes ingredientes: 80 L de esterco bovino e 80 L de água. As bombonas foram hermeticamente fechadas, ficando espaço para o gás resultante da fermentação, onde foi acoplada uma mangueira de 16 mm, cuja extremidade foi mergulhada em um recipiente com água, para permitir a saída do gás metano produzido na fermentação, assim mantendo a condição de anaerobiose. A fermentação completa ocorreu aos 25 dias, quando a solução atingiu pH próximo a 7,0 e condutividade elétrica (CE) de 20 dS m<sup>-1</sup>(Figura 2A e 2B).

Figura 2 - pH (A) e condutividade elétrica (CE) (dS m<sup>-1</sup>) (B), do biofertilizante em função do tempo de preparo. Cruz das Almas, BA, 2015



Os valores das doses de biofertilizante foram definidos a partir de resultados de trabalhos executados em bananeira (ALVES et al., 2016). Os tratamentos consistiram em cinco doses de biofertilizante (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>).

A aplicação foi realizada via fertirrigação por gotejamento e microaspersão nos experimentos I e II, respectivamente.

A aplicação de biofertilizante no experimento I foi de dezembro de 2015 a julho de 2018, totalizando 32 meses, 3 ciclos da cultura, 103 aplicações (64, 32 e 7) nas frequências de (15, 30 e 45 dias), respectivamente, e um total de 5.200 L da solução aplicados ao solo. No experimento II, o período de aplicação foi outubro de 2016 a julho de 2018, 2 ciclos da cultura, 22 aplicações na frequência de 30 dias, e um total de 1.122 L da solução aplicados ao solo. No geral foram preparadas aproximadamente 40 bombonas de 160 litros de biofertilizante.

A Tabela 4 apresenta a composição geral do biofertilizante utilizado durante o experimento, cujas análises foram realizadas no Laboratório de Química do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Tabela 4 - Atributos físico-químicos do biofertilizante tipo 'Vairo', utilizado na aplicação dos tratamentos. Cruz das Almas, BA. 2015

pH	CE	N	K	Ca	Mg	Na	SSU
7,3	20,62	3,84	7,09	0,20	0,27	0,28	14,8

pH = Potencial hidrogeniônico (em água); CE = Condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ); N = Nitrogênio ( $\text{g L}^{-1}$ ); K = Potássio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); Ca = Cálcio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); Mg = Magnésio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); Na = Sódio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); SSU = Sólidos Suspensos ( $\text{mg L}^{-1}$ ).

### **Atributos analisados**

#### **Coleta e preparo de amostras de solo para análises físicas**

As coletas das amostras de solo foram realizadas ao final dos três ciclos consecutivos de cultivo, em cada parcela. Amostras de solo deformadas e indeformadas foram coletadas a 0,30 m de distância da planta na profundidade de 0,20 m com auxílio de um trado tipo Uhland e encaminhadas ao Laboratório de Física do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura para análises pertinentes.

#### **Análise granulométrica**

Para a realização da análise granulométrica as amostras de solo foram secas e passadas em peneira, obtendo assim 20g de terra fina seca ao ar (TFSA) para cada amostra. Posteriormente, as amostras foram imersas em solução de NaOH ( $1 \text{ mol L}^{-1}$ ) e água destilada. As frações de areia, silte e argila foram determinadas pelo método da pipeta. A dispersão química foi realizada durante 10 minutos. As areias foram separadas

em peneira de malha 0,053 mm de diâmetro e o silte e a argila por sedimentação, conforme a Lei de Stokes (TEIXEIRA et al., 2017).

### **Densidade do solo (Ds)**

Amostras de estrutura indeformada foram coletadas com amostrador tipo Uhland, com cilindro interno de 50 cm<sup>3</sup>, em seguida foram secas em estufa até peso constante calculado conforme Teixeira et al. (2017).

### **Porosidade total ( $\alpha$ ), macroporosidade e microporosidade**

A porosidade total (PTotal) (%) foi calculada a partir da relação entre a densidade do solo (Ds) e a densidade de partículas (Dp). A microporosidade (PMicro) (%) foi determinada pelo método da mesa de tensão, pela aplicação de tensão correspondente a 6 kPa sobre as amostras até a obtenção de equilíbrio indicado pelo fim da drenagem. A macroporosidade (PMacro) (%) foi calculada por diferença entre a porosidade total e a microporosidade (TEIXEIRA et al., 2017).

### **Estabilidade de agregados (EA)**

A estabilidade dos agregados foi obtida por via úmida, sendo as amostras coletadas com auxílio de enxadão. Na separação dos agregados por via úmida, foi adotado o procedimento descrito por Teixeira et al. (2017), estabelecendo-se quatro classes de tamanho de agregados estáveis (2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e <0,25 mm) de malha. Assim, 100 g dos agregados foram pré-umedecidos por capilaridade, transferidos para dois conjuntos com as cinco peneiras supracitadas e submetidos à agitação vertical (42 ciclos por min) durante 15 min, imersos em recipiente com água. O solo retido em cada peneira foi seco em estufa a 105 °C, durante 24 h. Em seguida, foi pesada e calculada a massa e a porcentagem de agregados estáveis em cada uma das classes de diâmetro de agregados.

### **Condutividade hidráulica saturada (Ko)**

A condutividade hidráulica foi determinada saturando-se as amostras por 24

horas, em seguida foram colocadas em permeâmetro de carga constante de acordo com Teixeira (2017).

### **Coleta e preparo de amostras de solo para análises biológicas**

A amostragem do solo foi realizada ao final do primeiro ciclo de cultivo. Em cada parcela seis subamostras deformadas formaram três amostras compostas, que foram consideradas como repetição do tratamento. As amostras foram coletadas a 0,30 m de distância da planta e 0,20 m de profundidade com auxílio de um trado tipo holandês. As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas, posteriormente foram peneiradas (2 mm) e mantidas em câmara fria a 5 °C até a realização das análises.

### **Carbono da biomassa microbiana (CBM)**

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi extraído pelo método adaptado da fumigação-extração (FE) segundo Vance et al. (1987). Para a etapa de fumigação, uma amostra de 20 g de solo, com umidade previamente ajustada para 50% da capacidade de campo, e 1 mL de clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ) isento de etanol foram transferidos para um recipiente de polietileno de 80 mL e mantidos em incubadora com temperatura controlada de 25 °C durante 24 horas. Posteriormente, o frasco foi aberto e mantido em condição ambiente para aspiração do clorofórmio. Após a fumigação, acrescentou-se 50 mL de sulfato de potássio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) ( $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ ) com o pH ajustado na faixa de 6,5 a 6,8 e a mistura foi mantida em agitação a 150 rpm por 1 hora utilizando-se agitador com movimento circular horizontal. Após agitação a amostra permaneceu 30 minutos em repouso para decantação e procedeu-se a filtração utilizando filtro de papel de filtragem lenta. Uma alíquota de 2 mL do filtrado foi transferida para tubo tipo Falcon, em seguida, foram adicionados 3 mL de água destilada, 2,5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  e 2,5 mL de solução sulfopermangânica ( $\text{KMnO}_4 / \text{H}_2\text{SO}_4$ ). A mistura foi mantida por 16 horas em temperatura ambiente e após o tempo de reação, foi efetuada a leitura da absorbância a 495 nm em espectrofotômetro, conforme método descrito por Brookes (1984). O mesmo procedimento foi realizado em amostras que não sofreram fumigação. As análises foram feitas em triplicatas. O fator de conversão (Kc) usado para converter o fluxo de C para C da biomassa microbiana foi de 0,33

(SPARLING; WEST, 1988). Os teores de CBM foram expressos com base na massa de solo seco em estufa a 105 °C, por 24 h.

Para cálculo do teor de CBM utilizou-se a equação:

$$CBM = \frac{C_F - C_{NF}}{Kc} \quad \text{Eq. (1)}$$

em que,

CBM = carbono da biomassa microbiana ( $\text{mg kg}^{-1}$ );

$C_F$  = teor de C recuperado nas amostras fumigadas ( $\text{mg kg}^{-1}$ );

$C_{NF}$  = teor de C recuperado nas amostras não fumigadas ( $\text{mg kg}^{-1}$ );

$Kc$  = fator de conversão usado para converter o fluxo de C para C da biomassa microbiana (0,33).

### **Respiração basal (RB)**

A quantidade de C-CO<sub>2</sub> liberada pela biomassa microbiana por unidade de tempo foi considerada como sendo a respiração basal (RB) do solo, que foi medida segundo metodologia adaptada de Anderson (1982). Para isso, uma amostra de 100 g de solo, com umidade previamente ajustada para 50% da capacidade de campo, foi transferida para um frasco de vidro de 500 mL tipo Schott. O frasco hermeticamente fechado foi mantido em incubadora a 25 °C por três dias. Após esse período o frasco foi mantido aberto em temperatura ambiente desde o início da manhã até o final do dia, visando reestabelecer o equilíbrio da atividade microbiana. Em seguida, o frasco foi mantido fechado por um período de 18 horas. A quantificação do C-CO<sub>2</sub> liberado foi determinada utilizando um analisador de gás infravermelho (IRGA) modelo LI-8100 (LI-COR<sup>®</sup>, EUA). A pressão na câmara de fluxo no momento da leitura foi 98,6 kPa e a temperatura de 28 °C. Com esses dados foi calculado o fluxo de C-CO<sub>2</sub> do solo e o resultado foi expresso em  $\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$ .

### **Quociente metabólico ( $qCO_2$ )**

O quociente metabólico ( $qCO_2$ ) foi obtido pela razão entre a quantidade de  $C-CO_2$  liberada em determinado tempo por unidade de carbono da biomassa microbiana (ANDERSON; DOMSCH, 1990).

### **Análises estatísticas**

Os dados para cada variável foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando significativos pelo teste F, os dados referentes às frequências de aplicação foram comparados mediante teste de médias (Tukey  $p < 0,05$ ), já as doses de biofertilizante foram submetidas à análise de regressão polinomial, selecionando-se os modelos com base na significância de seus termos e no valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Quando houve efeito significativo na interação entre tratamentos, procedeu-se o desdobramento da interação. A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Experimento I**

#### **Atributos físicos do solo**

A análise de variância para os atributos físicos do Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico cultivado com bananeira ‘Grande Naine’ sob frequências de aplicação e doses do biofertilizante ‘Vairo’ não mostrou efeito dos tratamentos nesses atributos no primeiro e segundo ciclo de cultivo. Indica que o biofertilizante se comportou de maneira semelhante dentro das doses e frequências de aplicação. No entanto, no terceiro ciclo de cultivo apresentou resposta significativa para a variável densidade do solo (Ds). Para esta variável, constatou-se efeito significativo das doses de biofertilizante ( $p < 0,01$ ) e da interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ), frequência de aplicação x doses de biofertilizante (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para atributos físicos do solo, no 1º, 2º e 3º ciclo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2016/2018

FV	GL	Quadrado médio					
		PTotal	PMacro	PMicro	Ds	Ko	EA
1º ciclo (2016)							
Bloco	2	0,31 <sup>ns</sup>	6,43 <sup>ns</sup>	8,82 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	45626,08 <sup>ns</sup>	16,99 <sup>ns</sup>
Frequência (F)	2	29,22 <sup>ns</sup>	5,94 <sup>ns</sup>	9,34 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	1943,89 <sup>ns</sup>	4,83 <sup>ns</sup>
Erro 1	4	26,34	4,68	15,90	0,005	13665,65	42,88
Dose (D)	4	21,11 <sup>ns</sup>	10,01 <sup>ns</sup>	24,08 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	3378,00 <sup>ns</sup>	33,51 <sup>ns</sup>
Interação (FxD)	8	21,54 <sup>ns</sup>	6,22 <sup>ns</sup>	15,83 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	21860,52 <sup>ns</sup>	76,12 <sup>ns</sup>
Erro 2	24	25,61	7,69	22,50	0,006	19491,69	40,08
Total corrigido	44						
CV 1 (%)		17,14	18,34	21,97	3,95	92,63	10,43
CV 2 (%)		16,90	23,51	26,14	4,65	110,63	10,09
2º ciclo (2017)							
Bloco	2	7,569 <sup>ns</sup>	37,35 <sup>ns</sup>	11,87 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	7872,08 <sup>ns</sup>	65,09 <sup>ns</sup>
Frequência (F)	2	24,86 <sup>ns</sup>	29,29 <sup>ns</sup>	0,186 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	41691,80 <sup>ns</sup>	23,77 <sup>ns</sup>
Erro 1	4	0,868	3,417	1,681	0,02	27777,87	40,97
Dose (D)	4	2,473 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	2,913 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	71107,15 <sup>ns</sup>	17,65 <sup>ns</sup>
Interação (FxD)	8	3,497 <sup>ns</sup>	2,316 <sup>ns</sup>	2,872 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	27053,61 <sup>ns</sup>	102,84 <sup>ns</sup>
Erro 2	24	5,585	4,6	2,792	0,01	61784,83	56,15
Total corrigido	44						
CV 1 (%)		3,13	17,43	6,77	8,07	61,36	10,14
CV 2 (%)		7,94	20,22	8,72	6,26	91,51	11,88
3º ciclo (2018)							
Bloco	2	18,4 <sup>ns</sup>	9,76 <sup>ns</sup>	2,18 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	63878,82 <sup>ns</sup>	72,26 <sup>ns</sup>
Frequência (F)	2	0,29 <sup>ns</sup>	4,59 <sup>ns</sup>	4,98 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	24533,05 <sup>ns</sup>	30,99 <sup>ns</sup>
Erro 1	4	7,11	11,13	4,16	0,011	40370,84	53,31
Dose (D)	4	5,19 <sup>ns</sup>	7,75 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	<b>0,012</b> <sup>**</sup>	55436,77 <sup>ns</sup>	25,19 <sup>ns</sup>
Interação (FxD)	8	7,15 <sup>ns</sup>	8,67 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	<b>0,005</b> <sup>**</sup>	25127,94 <sup>ns</sup>	87,47 <sup>ns</sup>
Erro 2	24	3,77	5,57	3,17	0,002	19992,91	56,49
Total corrigido	44						
CV 1 (%)		8,73	29,8	10,55	6,05	132,63	11,48
CV 2 (%)		6,36	21,09	9,20	2,26	93,34	11,82

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; \* = Significância  $p < 0,05$ ; \*\* = Significância  $p < 0,01$ ; <sup>ns</sup> = Não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; F = Frequência de aplicação do biofertilizante; D = Dose do biofertilizante; PTotal = Porosidade total (%); PMacro = Macroporosidade (%); PMicro = Microporosidade (%); Ds = Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ); Ko = Condutividade hidráulica saturada ( $\text{cm h}^{-1}$ ); EA = Estabilidade de agregado (%).

Conforme observado, não houve influência significativa da frequência de aplicação e doses de biofertilizante sobre a PTotal, PMacro e PMicro (%), Ko ( $\text{cm h}^{-1}$ ) e EA (%). Porém, a aplicação de biofertilizante possibilitou uma tendência de diminuição nos valores médios da PTotal, PMacro e um aumento da PMicro quando comparados com o solo antes e após aplicação dos tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios dos atributos físicos do solo, antes da aplicação dos tratamentos e após os três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	Porosidade (%)		
	PTotal	Pmacro	Pmicro
Antes dos tratamentos	33,60	16,36	17,24
1º	29,94	11,80	18,15
2º	29,77	10,60	19,16
3º	30,54	11,19	19,34

PTotal = Porosidade total; PMacro = Macroporosidade; PMicro = Microporosidade.

De acordo com Kiehl (1979), o solo ideal é aquele com valores entre 10 a 16% para macroporosidade e de até 33% para microporosidade e acima de 50% para porosidade total do solo. Desse modo, o solo estudado encontra-se próximo da faixa ideal com exceção da PTotal que se encontra abaixo de 50% (Tabela 6).

Analisando-se os valores médios de Ds e Ko para as doses de aplicação nos três ciclos de cultivo, foi possível correlacioná-las entre si e com as doses de biofertilizante. Nota-se que a doses correlacionaram-se de maneira negativa com a Ds e de maneira positiva com a Ko o que, obviamente, resultou na correlação negativa entre Ds e a Ko. Houve uma tendência da Ko aumentar de acordo com a diminuição da Ds, e de forma oposta, houve uma tendência de aumento da Ko conforme ocorreu aumento da macroporosidade (Tabela 7). Mesquita e Moraes (2004) relatam que é possível relacionar a condutividade hidráulica e a macroporosidade. Stone et al. (2002) observaram maiores valores de condutividade hidráulica no solo quando se tem um solo com menor densidade, corroborando com os resultados obtidos nesse experimento indicando que houve um possível melhoramento das condições físicas do solo após três anos de aplicação de biofertilizante.

Tabela 7 - Correlação entre doses de biofertilizante e densidade do solo (Ds) ( $\text{g cm}^{-3}$ ) e condutividade hidráulica saturada (Ko) ( $\text{cm h}^{-1}$ ), densidade do solo (Ds) ( $\text{g cm}^{-3}$ ) e condutividade hidráulica (Ko) e macroporosidade (%) e Ko ( $\text{cm h}^{-1}$ ). Cruz das Almas, BA, 2018

	Dose	Ds	Ko	Pmacro
Dose	1			
Ds	-0,68*	1		
Ko	0,97**	-0,78**	1	
MA	0,77**	-0,60	0,84**	1

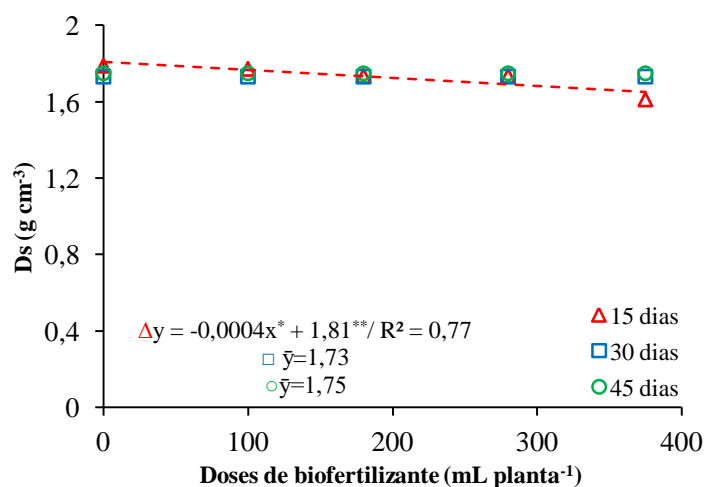
\* = Significância ( $p < 0,05$ ); \*\* = Significância ( $p < 0,01$ ); Ds = Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ); Ko = Condutividade hidráulica saturada ( $\text{cm h}^{-1}$ ); PMacro = Macroporosidade (%).

O desdobramento da frequência de aplicação x doses de biofertilizante para Ds no terceiro ciclo de cultivo mostra ajuste de equação apenas para a frequência de 15 dias (Figura 3). Nesta frequência de aplicação, observa-se que a Ds comportou-se de forma



linear decrescente com decréscimo de  $0,02 \text{ Ds g cm}^{-3}$  por aumento unitário na dose de biofertilizante. Os tratamentos que receberam incorporação de biofertilizante no solo apresentaram Ds sempre com valores médios menores que os das testemunhas, tendo a dose  $375 \text{ mL planta}^{-1}$  os menores valores.

Figura 3 - Densidade do solo (Ds) ( $\text{g cm}^{-3}$ ) em função do desdobramento das doses de biofertilizante dentro da frequência de aplicação de 15 dias para o terceiro ciclo de cultivo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2018



O desdobramento das frequências de aplicação dentro das doses é apresentado na Tabela 8. Nota-se que apenas na maior dose de biofertilizante ( $375 \text{ mL planta}^{-1}$ ) houve diferença significativa entre as frequências de aplicação. Neste tratamento as frequências de 30 e 45 dias apresentaram valor médio de Ds significativamente superior ( $p < 0,01$ ) em comparação à frequência de 15 dias, possivelmente em função do aporte de matéria orgânica dessa frequência, uma vez que àquela reduz diretamente a densidade do solo devido à densidade da matéria orgânica ser menor que a do solo (mineral) (KIEHL, 1985). Resultado semelhante a essa pesquisa foi encontrado por Sharpley e Moyer (2000) que realizaram estudo com o objetivo de detectar as mudanças nos atributos físicos do solo afetadas pelo uso de biofertilizantes provenientes de vários tipos de animais (bovino, suíno, ovino), observaram que, na medida em que se aumentaram as doses de biofertilizante, houve diminuição da densidade do solo.

Tabela 8 - Desdobramento da frequência de aplicação dentro das doses de biofertilizante para densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ) no terceiro ciclo de cultivo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2018

Doses ( $\text{mL planta}^{-1}$ )	Frequências (dias)		
	15	30	45
	Ds ( $\text{g cm}^{-3}$ )		
0	1,79 a	1,75 a	1,76 a
100	1,77 a	1,73 a	1,74 a
180	1,74 a	1,78 a	1,80 a
280	1,74 a	1,67 a	1,72 a
375	1,61 b	1,73 a	1,73 a

Ds = Densidade do solo; Letras iguais para mesma dose de biofertilizante não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### Atributos biológicos do solo

Foi detectado efeito significativo da interação dos fatores frequência x doses no primeiro ciclo da cultura ( $p < 0,05$ ) para o atributo CBM. Para o quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ), observou-se efeito simples ( $p < 0,05$ ) significativo apenas para o fator dose de biofertilizante (Tabela 9), ajustando-se ao modelo polinomial quadrático (Figura 6).

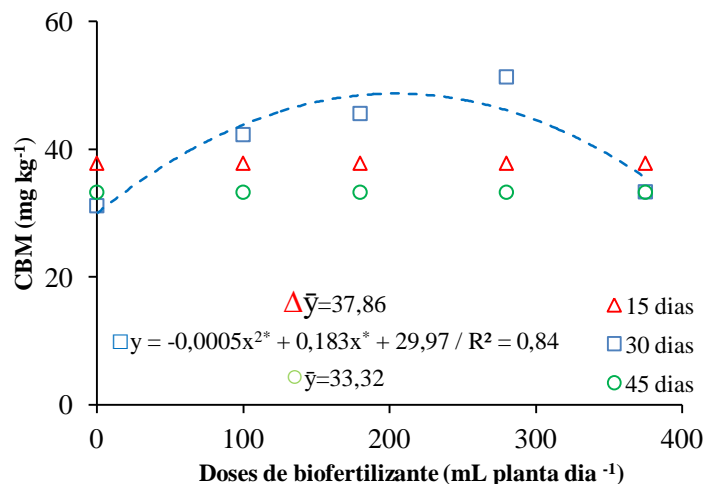
Tabela 9 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para atributos biológicos do solo na profundidade de 0-0,20 m, no 1º ciclo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2016

FV	GL	Quadrado médio		
		CBM	RB	$q\text{CO}_2$
Bloco	2	13,23 <sup>ns</sup>	40,71 <sup>ns</sup>	0,00008 <sup>ns</sup>
Frequência (F)	2	144,40 <sup>ns</sup>	143,31 <sup>ns</sup>	0,06651 <sup>ns</sup>
Erro 1	4	95,11	29,75	0,12969
Dose (D)	4	<b>157,37*</b>	3,30 <sup>ns</sup>	<b>0,16035*</b>
Interação (FxD)	8	<b>127,63*</b>	1,63 <sup>ns</sup>	0,00903 <sup>ns</sup>
Erro 2	24	46,30	6,64	0,04665
Resíduo	44			
CV 1 (%)		26,46	16,3	37,36
CV 2 (%)		18,46	7,7	22,4

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; \* = Significância ( $p < 0,05$ ); \*\* = Significância ( $p < 0,01$ ); <sup>ns</sup> = não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; F = Frequência de aplicação do biofertilizante; D = Dose do biofertilizante; CBM = Carbono da biomassa microbiana ( $\text{mg kg}^{-1}$ ); RB = Respiração basal ( $\text{C-CO}_2 \text{ kg solo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ );  $q\text{CO}_2$  = Quociente metabólico ( $\text{mg CO}_2 \text{ mg}^{-1} \text{ CBM dia}^{-1}$ ).

A Figura 4 mostra a análise das doses de biofertilizante dentro das frequências de aplicação para o atributo CBM. Observou-se ajuste dos dados ao modelo polinomial quadrático somente para frequência de 30 dias. O valor máximo de CBM de 46,70  $\text{mg kg}^{-1}$  correspondeu à dose de 183,7  $\text{mL planta}^{-1}$ .

Figura 4 - Carbono da biomassa microbiana (CMB) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em função do desdobramento das doses de biofertilizante dentro da frequência de aplicação de 30 dias para o primeiro ciclo de cultivo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2016



A atividade microbiana, quantificada através do CBM, resultou em valores médios que variaram entre 33,14 a 44,97  $\text{mg kg}^{-1}$  (15 dias), de 31,20 a 51,38  $\text{mg kg}^{-1}$  (30 dias) e de 22,80 a 38,43  $\text{mg kg}^{-1}$  (45 dias), sendo que o desdobramento da interação dos tratamentos estudados revelou que a frequência de aplicação de 30 dias apresentou valor médio de CBM significativamente maior ( $p < 0,05$ ) em comparação as demais frequências para a dose de 280  $\text{mL planta}^{-1}$  (Tabela 10). Para as demais doses de biofertilizante não foram constatadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as frequências de aplicação.

Tabela 10 - Desdobramento da frequência de aplicação dentro das doses de biofertilizante para carbono da biomassa microbiana ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) no primeiro ciclo de cultivo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2016

Doses ( $\text{mL planta}^{-1}$ )	Frequências (dias)		
	15	30	45
CBM ( $\text{mg kg}^{-1}$ )			
0	35,64 a	33,97 a	38,43 a
100	36,14 a	31,20 a	22,80 a
180	40,73 a	45,65 a	34,96 a
280	33,14 b	51,38 a	34,97 b
375	44,97 a	33,39 a	35,43 a

CBM = Carbono da biomassa microbiana; Letras iguais para mesma dose de biofertilizante não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A taxa de aumento do CBM com as doses de biofertilizante foi positiva até a dose de 183,7  $\text{mL planta}^{-1}$ , entretanto a RB com médias não diferentes entre si (Tabela

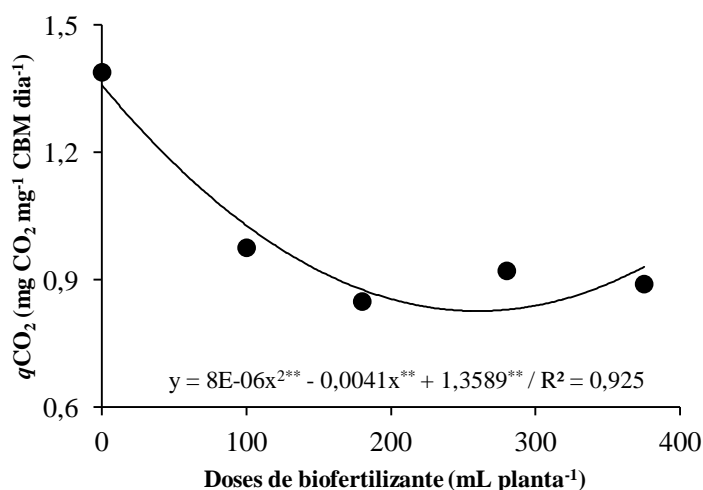
11) induziu o comportamento de  $q\text{CO}_2$ , que foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) na dose em que não houve a aplicação de biofertilizante diminuindo até a dose de 256,25 mL planta<sup>-1</sup> (Figura 5).

Tabela 11 - Valores médios da respiração basal (RB) ( $\text{C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) para o primeiro ciclo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2016

Doses (ml planta <sup>-1</sup> )	RB ( $\text{C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )
0	1,41
100	1,37
180	1,39
280	1,43
375	1,38

RB = Respiração basal

Figura 5 - Quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) ( $\text{mg CO}_2 \text{ mg}^{-1} \text{ CBM dia}^{-1}$ ) em função de doses de biofertilizante. Cruz das Almas, BA, 2016



Esse baixo  $q\text{CO}_2$  indica economia na utilização de energia, e supostamente, reflete que a biofertilização proporcionou um ambiente mais estável ou mais próximo do seu estado de equilíbrio, corroborando com Fialho et al. (2006) que ao estudar indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras verificou que os ( $<q\text{CO}_2$ ) apresentados pela área cultivada revelaram melhores condições de equilíbrio. De acordo com Tótola e Chaer (2002), maiores valores de  $q\text{CO}_2$  indicam elevado consumo de carbono prontamente mineralizável, elevando-se as perdas de  $\text{CO}_2$ , o que não é desejado.

## Experimento II

### Atributos físicos do solo

Na Tabela 12 encontra-se o resultado da análise de variância para os atributos físicos de um solo cultivado com bananeira cv. BRS Platina (primeiro ciclo) sob doses de biofertilizantes na frequência mensal. Os tratamentos não influenciaram significativamente os atributos físicos do solo, com exceção da macroporosidade. Para este atributo, observou-se que o efeito simples das doses de biofertilizante foi significativo ( $p < 0,05$ ), porém não se ajustou a regressão.

Tabela 12 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para atributos físicos do solo, no 1º ciclo da bananeira, cv. BRS Platina, fertirrigada com biofertilizante via microaspersão. Cruz das Almas, BA, 2017

FV	GL	Quadrado médio					
		PTotal	PMacro	PMicro	Ds	Ko	EA
Bloco	4	4,52 <sup>ns</sup>	32,65 <sup>ns</sup>	19,84 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	17019,26 <sup>ns</sup>	15,80 <sup>ns</sup>
Dose (D)	4	13,00 <sup>ns</sup>	<b>14,91*</b>	5,31 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	58093,10 <sup>ns</sup>	42,36 <sup>ns</sup>
Erro	16	4,47	3,93	6,79	0,004	32969,51	40,04
Total	24						
CV(%)		6,84	23,12	11,7	3,9	120,7	10,23

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; \* = Significância ( $p < 0,05$ ); \*\* = Significância ( $p < 0,01$ ); <sup>ns</sup> = Não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; D = Dose do biofertilizante; PTotal = Porosidade total (%); Macro = Macroporosidade (%); Micro = Microporosidade (%); Ds = Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ); Ko = Condutividade hidráulica saturada ( $\text{cm h}^{-1}$ ); EA = Estabilidade de agregado (%).

Conforme observado na Figura 13, não houve influência significativa das doses do biofertilizante sobre nenhum atributo avaliado. Foi possível ainda inferir que a aplicação de biofertilizante possibilitou valores médios fora da faixa ideal de acordo com Kiehl (1979).

Tabela 13 - Valores médios da porosidade total (PTotal) macro e microporosidade (PMacro e PMicro), densidade do solo (Ds) e condutividade hidráulica saturada (Ko) em cada dose de aplicação de biofertilizante para o 1º ciclo da bananeira, cv. BRS Platina fertirrigada com biofertilizante via microaspersão. Cruz das Almas, BA, 2017

Doses ( $\text{mL planta}^{-1}$ )	PTotal (%)	PMacro (%)	PMicro (%)	Ds ( $\text{g cm}^{-3}$ )	Ko ( $\text{cm h}^{-1}$ )
0	30,74	7,94	22,80	1,70	14,498
100	30,66	8,24	22,42	1,70	15,580
180	30,71	8,50	22,20	1,70	15,329
280	30,83	8,80	22,03	1,69	16,554
375	30,97	8,95	21,97	1,69	16,981

PTotal = Porosidade total; PMacro = Macroporosidade; PMicro = Microporosidade.

### Atributos biológicos do solo

Todos os atributos biológicos avaliados foram afetados significativamente pelas doses de biofertilizante (Tabela 14). A CBM foi influenciada ao nível de ( $p < 0,01$ ) de significância, enquanto a RB e o  $qCO_2$  foram à ( $p < 0,05$ ).

Tabela 14 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para atributos biológicos do solo na profundidade de 0-0,20 m, no 1º ciclo da bananeira, cv. BRS Platina, fertirrigada com biofertilizante via microaspersão. Cruz das Almas, BA, 2017

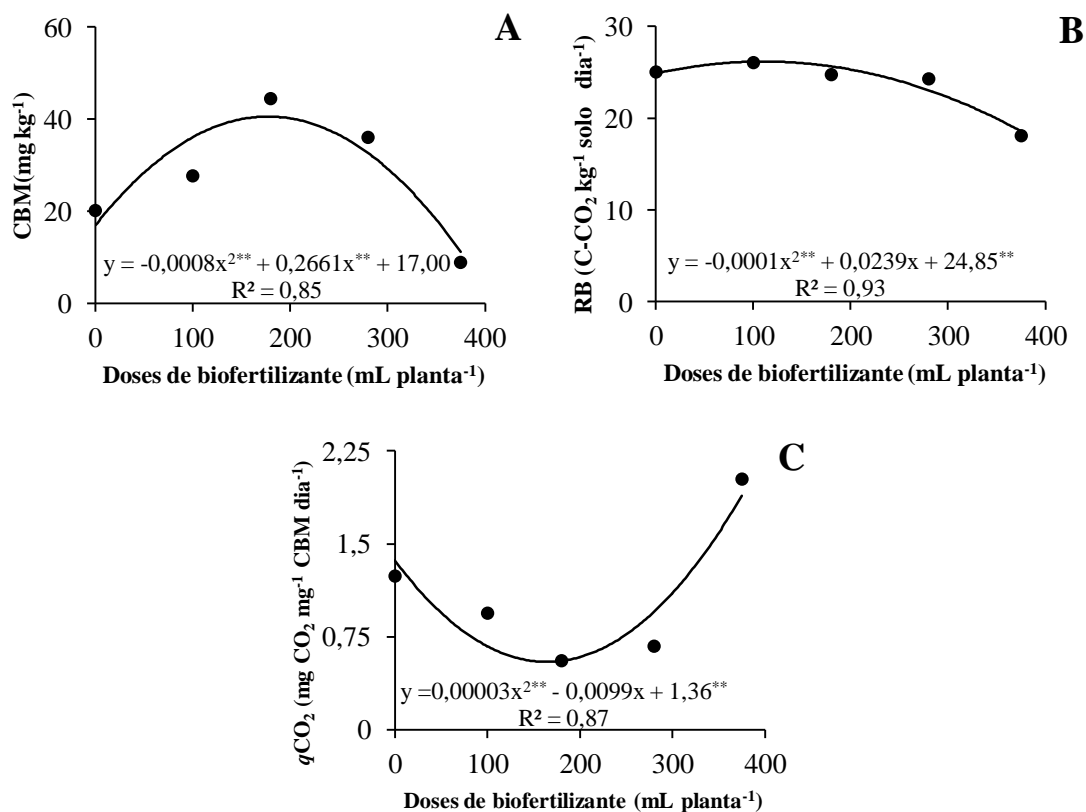
FV	GL	Quadrado médio		
		CBM	RB	$qCO_2$
Bloco	4	17,11	36,03	0,53
Dose	4	<b>950,24**</b>	<b>50,34*</b>	<b>1,67*</b>
Erro	16	49,47	19,90	0,30
Total	24			
CV(%)		25,57	18,85	47,99

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; \* = Significância ( $p < 0,05$ ) \*\* = Significância ( $p < 0,01$ ); <sup>ns</sup> = Não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; F = Frequência de aplicação do biofertilizante; D = Dose do biofertilizante; CBM = Carbono da biomassa microbiana ( $mg\ kg^{-1}$ ); RB = Respiração basal ( $C-CO_2\ kg\ solo^{-1}\ dia^{-1}$ );  $qCO_2$  = Quociente metabólico ( $mg\ CO_2\ mg^{-1}\ CBM\ dia^{-1}$ ).

O CBM e a RB apresentaram valores máximos de  $39,13\ mg\ kg^{-1}$  e  $27,59\ C-CO_2\ kg^{-1}\ solo\ dia^{-1}$  para as doses estimadas de 166 e 120 mL planta<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 6A e 6B). No entanto, o  $qCO_2$  diminuiu até a dose de 157 mL planta<sup>-1</sup> (Figura 6C). A partir desse ponto, houve decréscimo dos atributos, porém com diminuição mais acentuada para o CBM com consequente aumento do  $qCO_2$  indicando uma alta atividade metabólica dos microrganismos, ou que estavam sob estresse ambiental (FIGUEIREDO; RAMOS, 2009).

No que diz respeito à evolução da respiração basal com o incremento das doses verificamos em Fialho et al. (2006) que a respiração basal do solo cultivado com a bananeira se ajustou ao modelo linear, sendo essa tendência justificada pela utilização da porção lábil do carbono presente no solo, pelos microrganismos. O resultado da presente pesquisa discorda dos encontrados pelos autores, pois houve um decréscimo na RB a partir da dose 120 mL planta<sup>-1</sup>, podendo indicar a ocorrência do esgotamento das fontes de C mais prontamente mineralizáveis (C lábil).

Figura 6 - Carbono da biomassa microbiana (CBM) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ); Respiração Basal (RB) ( $\text{C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$ ) e quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) ( $\text{mg CO}_2 \text{ mg}^{-1} \text{ CBM dia}^{-1}$ ) Cruz das Almas, BA, 2017



## CONCLUSÕES

- ✓ A dose de  $375 \text{ mL planta}^{-1}$  na frequência de 15 dias proporcionou menor valor de densidade de solo no cultivo da bananeira ‘Grande Naine’ fertirrigado via gotejamento.
- ✓ Os atributos físicos não foram influenciados pelas doses de biofertilizante no cultivo da ‘BRS Platina’ fertirrigada via microaspersão.
- ✓ As doses do biofertilizante ‘Vairo’ provocaram alterações nos atributos microbiológicos do solo cultivado com a bananeira ‘Grande Naine’.
- ✓ A biofertilização via gotejamento promoveu efeitos positivos à microbiota do solo, os menores valores do quociente metabólico ocorreram na dose de  $280 \text{ mL planta}^{-1}$  na frequência de 15 dias.
- ✓ A dose de  $166 \text{ mL planta}^{-1}$  maximizou o carbono da biomassa microbiana do solo cultivado com a cv. BRS Platina.

✓ O aumento do  $q\text{CO}_2$  com o incremento das doses do biofertilizante 'Vairo' via microaspersão, sugere a ocorrência de condições estressantes para microbiota e sucessão de população de microrganismos.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO - Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2014.

ALVES, E. J.; LIMA, B. M.; CARVALHO, J. E. B. de.; BORGES, A. L. Tratos culturais e colheita. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da. **S. O cultivo da banana**. Brasília-DF-Embrapa, 279p.; 2004, Cap.VII, p.107-131.

ALVES, M. D. S.; COELHO, E. F.; FERREIRA NETO, A.; de JESUS, G. P. Doses de biofertilizante a base de esterco de gado via fertirrigação no crescimento e na produtividade da Bananeira Princesa irrigada no semiárido. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 24., 2016, São Luis. Fruteiras nativas e sustentabilidade: Anais... São Luis: SBF, 2016, 2016.

ANDERSON, J. P. E. Soil respiration. In: PAGE, A. L (Ed.). *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological methods*. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 837-871.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for  $\text{CO}_2$  ( $q\text{CO}_2$ ) as a specific activity parameter to assess the effect of environmental condition, such as pH on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.23, p.393-395, 1990.

BOECHAT, C. L.; SANTOS, J. A. G.; ACCIOLY, A. M. D. A.; BOMFIM, M. R.; SANTOS, A. C. D. Industrial and urban organic wastes increase soil microbial activity and biomass. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1629-1636, 2012.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Nutrição e adubação na cultura da banana na região Nordeste do Brasil. **Tópicos sobre nutrição e adubação da cultura da banana. Registro: UNESP**, p.1-31, 2009.

BROOKES, P. C.; POWLSON, D. S.; JENKINSON, D. S. Phosphorus in the soil microbial biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.16, p.169-175, 1984.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da.; LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, L. S. de.



Produtividade e eficiência do uso da água das bananeiras 'Prata anã' e 'Grand nine' sob irrigação no terceiro ciclo no norte de Minas Gerais. **Irriga**, v.11, p.460-468, 2006.

D'ANDRÉA, P. et al. **Adubação biológica**: novas tecnológicas na produção agrícola intensiva. 2007. Disponível em: < <http://www.microgeo.com.br/artigos>> acesso em 15 de fevereiro de 2016.

DE PAULA SEGATTO, M.; ANDREAZZA, R.; BORTOLON, L.; SANTOS, V. P.; DWIVEDI, V.; SONI, P.; A review on the role of soil microbial biomass in eco-restoration of degraded ecosystem with special reference to mining areas. **Journal of Applied and Natural Science**, v.3, p.151-158, 2011.

DWIVEDI, V.; SONI, P.; A review on the role of soil microbial biomass in eco-restoration of degraded ecosystem with special reference to mining areas. **Journal of Applied and Natural Science**, v.3, p.151-158, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas, BA). **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: 1993. 126 p.(Embrapa-CNPMPF. Boletim de Pesquisa, 7).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FIALHO, J. S.; GOMES, V. F. F.; OLIVEIRA, T. S. de; SILVA JÚNIOR, J. M. T. da. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi - CE. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza-CE, v.37, p.250-257, 2006.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G. Biomassa microbiana do solo e produção de alface em função da dose de N e adubo orgânico. **Bioscience Journal**, v.25, 2009.

GUARDINI, R.; COMIN, J. J.; SCHMITT, D. E.; TIECHER, T.; BENDER, M. A.; DOS SANTOS, D. R.; BRUNETTO, G. Accumulation of phosphorus fractions in typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep pig litter in a no-tillage system. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.93, p.215-225, 2012.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BRANDÃO-JUNIOR, O.; KASCHUK, G.; SOUZA, R. A. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experimente with three soil-tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, v.42, p.288-296, 2009.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: Relações solo-planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

LOURENZI, C. R.; CERETTA, C. A.; SILVA, L. S. D.; TRENTIN, G.; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G. Soil chemical properties related to acidity under successive pig slurry application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1827-

1836, 2011.

MELO, W. B. **Produção do consórcio milho (*Zea mays* L.) X feijão (*Vigna unguilata*. L.) em função do uso de biofertilizante**. 51p. Monografia (Curso de graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

MESQUITA, M. G. B. F.; MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural**, v.34, p.963-969, 2004.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006, 729 p.

RAUBER, L. P.; PICCOLLA, C. D.; ANDRADE, A. P.; FRIEDERICHS, A.; MAFRA, Á. L.; CORRÊA, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A. Physical properties and organic carbon content of a Rhodic Kandiodoxfertilized with pig slurry and poultry litter, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1323-1332, 2012.

SANTOS, H. G dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C do.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R.; CUNHA, T. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 530 p.

SHARPLEY, A.N.; MOYER, B. Phosphorus forms in manure and compost and their release during simulated rainfall. **Journal of Environmental Quality**, v.29, p.1462-1469, 2000.

SILVA, I. F.; ARAUJO NETO, S. E. de; KUSDRA, J. F. Biological activity of soils under systems of organic farming, agroforestry and pasture in the Amazon. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p.427-432, 2014

SPARLING, G. P.; WEST, A. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: Calibration in situ using microbial respiration and C labeled sells. **Soil Biology and Biochemistry**, v.20, p.337-343, 1988.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.207-212, 2002.

TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo** – 3. ed. rev. e ampl.– Brasília, DF : Embrapa, 2017. 573 p. il. color. ISBN 978-85-7035-771 -7

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Tópicos em ciência do solo, v.2, 2002. p.95-276.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, p.703-707, 1987.

## CAPÍTULO II

---

PEREIRA, Monikuelly Mourato, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. **Influência da frequência e doses de biofertilizante nos atributos químicos do solo no cultivo da bananeira.** Orientador: Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho.

---

### RESUMO

Os biofertilizantes estão sendo amplamente usados por causa do crescente interesse na manutenção da capacidade produtiva do solo bem como na diminuição da poluição ambiental. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes frequências de aplicação e doses do biofertilizante 'Vairo' em um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico nos atributos químicos em duas cultivares de bananeira 'Grande Naine' e 'BRS Platina'. Dois experimentos foram realizados com as variedades de banana 'Grande Naine' (AAA) e 'BRS Platina' (AAAB), nas condições climáticas do município de Cruz das Almas-BA. O delineamento experimental utilizado no experimento I foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5. Os tratamentos consistiram em três frequências de aplicação (F1=15, F2=30 e F3=45 dias) e cinco doses do biofertilizante tipo 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>), totalizando 15 tratamentos com três repetições, com seis plantas úteis por tratamento. O delineamento experimental utilizado no segundo experimento foi em blocos casualizados. Os tratamentos consistiram em cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>), com dez plantas úteis por tratamento. Os atributos químicos do solo se apresentaram dentro dos limites considerados adequados para o cultivo da bananeira 'Grande Naine'. As doses do biofertilizante 'Vairo' provocaram alterações nos atributos químicos do solo cultivado com a bananeira 'Grande Naine'. Os atributos químicos do solo foram afetados em ambas as camadas estudadas com a aplicação de biofertilizante, principalmente, na frequência de 30 dias, a mesma proporcionou melhoria na maioria das variáveis em todos os ciclos de produção da bananeira 'Grande Naine' fertirrigada via gotejamento pelo 'Vairo'. Os atributos químicos do solo não foram influenciados pelas doses de biofertilizante no cultivo da 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., disponibilidade de nutriente, complexo sortivo.

## CHAPTER II

---

PEREIRA, Monikuelly Mourato, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. **Influence of the frequency and doses of biofertilizer on chemicals attributes of the soil in banana growth.** Supervisor: Dr. Eugênio Ferreira Coelho.

---

### ABSTRACT

Biofertilizers are being widely used because of growing interest in maintaining soil productive capacity as well as reducing environmental pollution. The objective of this work was to evaluate the influence of different application frequencies and doses of the 'Vairo' biofertilizer on a Typical Yellow Distrocoesis Latosol on the chemical attributes of two 'Grande Naine' and 'BRS Platina' banana cultivars. Two experiments were carried out with the 'Grande Naine' (AAA) and 'BRS Platina' (AAAB) banana varieties, under the climatic conditions of the municipality of Cruz das Almas-BA. The treatments consisted of three application frequencies (F1 = 15, F2 = 30 and F3 = 45 days) and five doses of the biofertilizer 'Vairo' (0, 100, 180, 280 and 375 mL plant<sup>-1</sup>), totaling 15 treatments with three replicates, with six plants per treatment. The experimental design used in the second experiment was in randomized blocks. The treatments consisted of five doses of the biofertilizer 'Vairo' (0, 100, 180, 280 and 375 mL plant<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>), with ten useful plants per treatment. Chemical attributes of the soil were within the limits considered adequate for the cultivation of the 'Grande Naine' banana tree. The doses of the biofertilizer 'Vairo' caused changes in the chemical attributes of the soil cultivated with the 'Grande Naine' banana. The chemical attributes of the soil were affected in both layers studied with the application of biofertilizer, mainly in the frequency of 30 days, it provided improvement in most of the variables in all production cycles of the 'Grande Naine' banana fertirrigada via drip by 'Vairo'. Chemical attributes of the soil were not influenced by the doses of biofertilizer in the cultivation of 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão.

**Keywords:** *Musa* spp., nutrient availability, sortive complex.

## INTRODUÇÃO

O crescimento adequado das plantas depende da quantidade e disponibilidade adequada dos nutrientes no solo. Naturalmente, os solos contêm reservas naturais de elementos essenciais para o desenvolvimento dos vegetais, entretanto, grande parte desses elementos pode encontrar-se na forma indisponível para as plantas sendo liberada apenas uma pequena porção por meio da atividade biológica ou de processos químicos. Esta liberação é muito lenta para compensar a remoção dos nutrientes pela produção agrícola e atender a demanda nutricional das culturas. Diante desse balanço negativo, faz-se necessário à aplicação de fertilizantes para assegurar a nutrição adequada às plantas (CHEN et al., 2006).

O aumento da população mundial representa uma ameaça à segurança alimentar, pois, as terras agricultáveis são limitadas e estão até mesmo sendo reduzidas. Dessa forma, é essencial que a produtividade agrícola seja aumentada nas próximas décadas para atender à grande demanda por alimentos pela população emergente (MAHANTY et al., 2016). A agricultura convencional desempenha um papel importante no atendimento das demandas alimentares da população humana crescente, o que também tem ocasionado uma maior dependência de fertilizantes químicos e agrotóxicos (BHARDWAJ et al., 2014) e faz os agricultores negligenciarem a manutenção da matéria orgânica do solo com consequente diminuição da sua fertilidade.

Uma das alternativas para aumentar a matéria orgânica do solo é o uso de biofertilizantes. A inclusão de biofertilizante nos programas de fertilização das culturas melhora a disponibilidade a ciclagem dos nutrientes, a decomposição dos resíduos das culturas, a diversidade da população microbiana, melhorando a qualidade química do solo e a produção das culturas. Além disso, ajuda a reduzir a demanda por fertilizantes químicos (SINGH et al., 2016). Diversos estudos apontam o efeito benéfico da aplicação de biofertilizante nos atributos químicos do solo. No entanto, ainda são poucas informações sobre a influência das doses associadas com a frequência de aplicação de biofertilizante.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes frequências de aplicação e doses do biofertilizante ‘Vairo’ em um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico nos atributos químicos em duas cultivares de bananeira ‘Grande Naine’ e ‘BRS Platina’.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização e descrição da área de estudo**

O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, com coordenadas geográficas 12°40'19"S; 39°06'22"W; 225 m, no período de julho de 2015 a julho de 2018. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, (EMBRAPA, 1993, atualizado por Santos et al., 2018). O clima é classificado como tropical úmido (Af) segundo a classificação de Köppen, com ocorrência de precipitação em quase todos os meses do ano (ALVARES et al., 2014).

### **Delineamento experimental**

Foram realizados dois experimentos em blocos casualizados, no experimento I o delineamento adotado foi em blocos casualizados seguindo esquema fatorial 3 x 5. Os tratamentos consistiram em três frequências de aplicação (15; 30 e 45 dias), e cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>), totalizando 15 tratamentos com três repetições, cada tratamento foi constituído de seis plantas úteis, da variedade 'Grande Naine'. No experimento II os tratamentos consistiram em cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) com cinco repetições, cada tratamento foi constituído de dez plantas úteis, da variedade 'BRS Platina'.

### **Caracterização do solo experimental**

Os procedimentos de campo se iniciaram com coletas de amostras de solo deformadas e indeformadas nos dois experimentos nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, coletadas com cinco repetições, que foram devidamente identificadas, acondicionadas e encaminhadas ao Laboratório de Química do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura, para caracterização inicial dos atributos químicos do solo (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental antes da implantação dos experimentos nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m. Cruz das Almas, BA, 2015 e 2016

‘Grande Naine’ (2015)											
Prof. (m)	pH	P	K	Ca	Mg	Na	H+Al	SB	CTC	V	MOS
0-0,20	6,4	14,9	0,45	3,57	2,05	0,43	1,03	6,51	7,54	86	21,33
0,20-0,40	6,0	9,3	0,48	4,34	1,79	0,51	1,32	7,12	8,44	83	17,33
‘BRS Platina’ (2016)											
Prof. (m)	pH	P	K	Ca	Mg	Na	H+Al	SB	CTC	V	MOS
0-0,20	6,1	14,1	0,38	3,06	2,06	0,40	1,11	5,90	7,01	84	16,11
0,20-0,40	5,9	7,5	0,41	4,27	1,69	0,48	0,88	6,85	7,73	89	13,34

Prof. = Profundidade (m); pH = Potencial hidrogeniônico (em água); P = Fósforo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ); K = Potássio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); Ca = Cálcio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); Mg = Magnésio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); Na = Sódio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); SB = Soma de bases ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); CTC = Capacidade de troca de cátions ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); V = Saturação por bases (%); MOS = Matéria orgânica do solo ( $\text{g kg}^{-1}$ ).

## EXPERIMENTOS

### Material vegetal e tratos culturais

No experimento I a variedade de banana utilizada foi a ‘Grande Naine’ (*Musa acuminata* - AAA) e no experimento II variedade de banana utilizada foi a ‘BRS Platina’ (híbrido tetraploide AAAB), cujas mudas micropropagadas foram plantadas no espaçamento de 2,5 x 2,5 m, com uma densidade de 1.600 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . O plantio foi realizado em 20 de julho de 2015 e 07 de julho de 2016, respectivamente, em covas de 0,4 x 0,4 x 0,4 m. O controle de plantas invasoras foi realizado por meio de capinas manual e o desbaste e desfolha conforme as recomendações de Alves et al. (2004).

### Adubação

Nos dois experimentos a adubação de plantio foi efetuada de forma manual, com 90 g da mistura de micronutrientes sob a forma de oxi-silicatos (FTE BR 12) e 120 g de superfosfato simples por cova. A adubação de cobertura foi realizada utilizando-se: fertilizantes convencionais: doses de nitrogênio e de potássio na forma de ureia e de cloreto de potássio (KCl) recomendadas a partir da análise química do solo e das necessidades da cultura, conforme Borges e Souza (2009).

O biofertilizante foi à única fonte de matéria orgânica utilizada nas adubações de cobertura durante os experimentos. No experimento I foram aplicadas cinco doses do biofertilizante ‘Vairo’ (0; 100; 180; 280 e 375 mL  $\text{planta}^{-1}$ ) em três frequências de

aplicação (15; 30 e 45 dias) e no experimento II foram aplicadas cinco doses do biofertilizante ‘Vairo’ (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) na frequência de 30 dias, ambos via fertirrigação com o auxílio de uma bomba injetora de acionamento hidráulico com uso de pistão. As fertirrigações foram iniciadas após o pegamento das mudas.

## Manejo de Irrigação e fertirrigação

### Método de irrigação

No experimento I o método de irrigação localizada, do tipo gotejamento foi utilizado sendo arranjados com uma linha lateral de gotejamento por fileira de plantas, com três emissores autocompensantes de 4 L h<sup>-1</sup> por planta, com um emissor junto à planta e outros dois espaçados de 0,5 m do primeiro e no experimento II o método de irrigação localizada, do tipo microaspersão, foi utilizado um microaspersor para quatro plantas. Os emissores utilizados foram autocompensantes de vazão de 54 L h<sup>-1</sup>, com raio de ação de cerca de 2,5 metros.

### Caracterização da água

A água utilizada no estudo foi recalcada de um reservatório de terra instalada nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura, por meio de um conjunto de motobombas. A análise físico-química da água foi realizada no Laboratório de Controle de Águas e Alimentos pertencente à Universidade Estadual do Sul da Bahia (LCQ-UESB) (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultado da análise físico-química e classificação da água do reservatório. Cruz das Almas, BA, 2015

pH	CE	K	Ca	Mg	Na	RAS	CaCO <sub>3</sub>	USSL
7,60	0,65	0,80	28,00	17,00	100,00	3,60	140,00	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

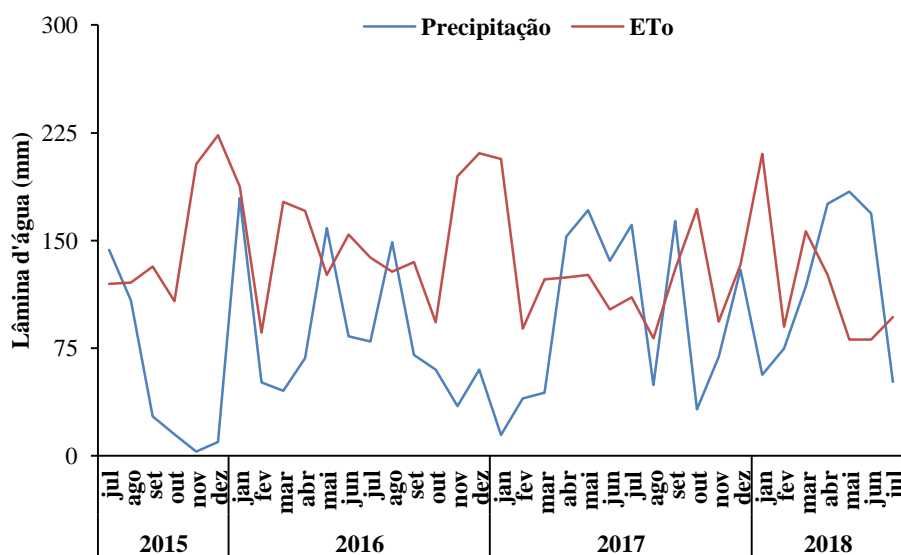
pH = Potencial hidrogeniônico (em água); CE = Condutividade elétrica (dS m<sup>-1</sup>); K = Potássio (mg L<sup>-1</sup>); Ca = Cálcio (mg L<sup>-1</sup>); Mg = Magnésio (mg L<sup>-1</sup>); Na = Sódio (mg L<sup>-1</sup>); RAS = Razão de Adsorção de Sódio; CaCO<sub>3</sub> = Dureza total; USSL = Classificação da Água para Irrigação.



## Características meteorológicas

Foram monitorados os dados climáticos na Estação Meteorológica automática pertencente ao INMET, localizada na Embrapa Mandioca e Fruticultura, desde o período em que foi realizado o plantio das mudas até o terceiro ciclo de cultivo (julho/2015 a julho/2018). Na Figura 1, são verificadas as precipitações mensais e as estimativas da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>).

Figura 1 - Comportamento das médias mensais de precipitação e evapotranspiração de referência durante a condução do experimento. Cruz das Almas, BA, jul/2015 a jul/2018



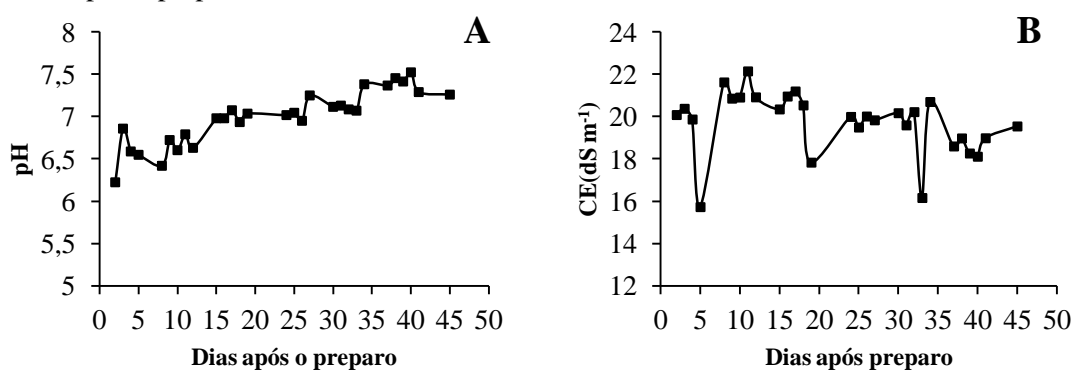
## Lâmina aplicada

A determinação da lâmina foi realizada com base nos dados agrometeorológicos coletados em uma estação automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na Embrapa Mandioca e Fruticultura. A evapotranspiração potencial de referência foi determinada usando o modelo de Penman-Monteith padronizado por Allen et al. (1998). Para determinação da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), foi utilizado o produto da evapotranspiração potencial de referência (ET<sub>o</sub>) e do coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>), conforme Coelho et al. (2006), para os diferentes estádios de desenvolvimento da bananeira.

## Preparo e caracterização do biofertilizante ‘Vairo’

O biofertilizante utilizado foi o do tipo ‘Vairo’, preparado em bombonas plásticas com capacidade para 200 L, na proporção de 1:1. Para o respectivo preparo, foram utilizados os seguintes ingredientes: 80 L de esterco bovino e 80 L de água. As bombonas foram hermeticamente fechadas, ficando espaço para o gás resultante da fermentação, onde foi acoplada uma mangueira de 16 mm, cuja extremidade foi mergulhada em um recipiente com água, para permitir a saída do gás metano produzido na fermentação, assim mantendo a condição de anaerobiose. A fermentação completa ocorreu aos 25 dias, quando a solução atingiu pH próximo a 7,0 e condutividade elétrica (CE) de 20 dS m<sup>-1</sup> (Figura 2A e 2B).

Figura 2 - pH (A) e condutividade elétrica (CE) (dS m<sup>-1</sup>) (B), do biofertilizante em função do tempo de preparo. Cruz das Almas, BA, 2015



Os valores das doses de biofertilizante foram definidos a partir de resultados de trabalhos executados em bananeira (ALVES et al., 2016). Os tratamentos consistiram em cinco doses de biofertilizante (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>).

A aplicação foi realizada via fertirrigação por gotejamento e microaspersão nos experimentos I e II, respectivamente.

A aplicação de biofertilizante no experimento I foi de dezembro de 2015 a julho de 2018, totalizando 32 meses, três ciclos da cultura, 103 aplicações (64, 32 e 7) nas frequências de (15, 30 e 45 dias), respectivamente, e um total de 5.200 L da solução aplicados ao solo. No experimento II, o período de aplicação foi outubro de 2016 a julho de 2018, dois ciclos da cultura, 22 aplicações na frequência de 30 dias, e um total de 1.122 L da solução aplicados ao solo. No geral foram preparadas aproximadamente 40 bombonas de 160 litros de biofertilizante.

A Tabela 4 apresenta a composição geral do biofertilizante utilizado durante o experimento, cujas análises foram realizadas no Laboratório de Química do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Tabela 4 - Atributos físico-químicos do biofertilizante tipo 'Vairo', utilizado na aplicação dos tratamentos. Cruz das Almas, BA. 2015

pH	CE	N	K	Ca	Mg	Na	SSU
7,3	20,62	3,84	7,09	0,20	0,27	0,28	14,8

pH = Potencial hidrogeniônico (em água); CE = Condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ); N = Nitrogênio ( $\text{g L}^{-1}$ ); K = Potássio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); Ca = Cálcio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); Mg = Magnésio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); Na = Sódio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); SSU = Sólidos Suspensos ( $\text{mg L}^{-1}$ ).

### Coleta e preparo de amostras de solo para análises químicas

As coletas das amostras de solo foram realizadas por parcela ao final de cada ciclo de produção, sendo que três subamostras deformadas formaram uma amostra composta. As amostras foram coletadas a 0,30 m de distância da planta e nas profundidades de 0,20 e 0,20-0,40 m, com auxílio de um trado tipo holandês. As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos, posteriormente foram peneiradas (2 mm) e encaminhadas ao Laboratório de Química do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura para análises químicas, segundo metodologia da Embrapa (TEIXEIRA et al., 2017). Foram realizados os cálculos de soma de bases (SB) em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Ca+Mg+K+Na); capacidade de troca catiônica (CTC) em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (SB + H+Al); saturação por bases (V) em % (SB/CTC\*100); e a saturação por sódio (Na) em % (Na/CTC\*100).

O potencial hidrogeniônico (pH) (adimensional) foi determinado em água na relação 1:2,5 com agitação por um minuto e tempo de reação de uma hora, por meio de leitura direta pHmetro digital de bancada, Hanna, modelo pH21 (TEIXEIRA et al., 2017).

Os teores de fósforo (P) ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) foram extraídos com solução de Mehlich-1 (TEIXEIRA et al., 2017).

Os cátions trocáveis foram analisados conforme Teixeira et al. (2017), sendo o Al, Ca e Mg extraídos com solução de cloreto de potássio (KCl) ( $1 \text{ mol L}^{-1}$ ).

O alumínio trocável ou acidez trocável (Al) ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) foi determinado por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) ( $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ ) na presença do indicador azul de bromotimol (0,1%). Os teores de cálcio e magnésio (Ca e Mg) ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Os teores de

potássio e sódio (K e Na) ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) foram extraídos com solução de Mehlich-1 e determinados por fotometria de emissão de chama (TEIXEIRA et al., 2017).

A acidez potencial ( $\text{H}+\text{Al}$ ) ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) foi extraída com solução tamponada de acetato de cálcio  $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ ) (pH 7,1-7,2) e determinada por titulação com solução (NaOH) ( $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ ), na presença do indicador fenolftaleína  $10 \text{ mg L}^{-1}$  (TEIXEIRA et al., 2017).

Os teores de matéria orgânica do solo (MOS) ( $\text{g kg}^{-1}$ ) foram determinados a partir da solução de dicromato e ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) com agitação de 5 minutos e tempo de reação de 16 h. A leitura foi realizada por colorimetria (TEIXEIRA et al., 2017).

### **Análises estatísticas**

Os dados para cada variável foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando significativos pelo teste F, os dados referentes às frequências de aplicação foram comparados mediante teste de médias (Tukey  $p < 0,05$ ), já as doses de biofertilizante foram submetidas à análise de regressão polinomial, selecionando-se os modelos com base na significância de seus termos e no valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Quando houve efeito significativo na interação entre tratamentos, procedeu-se o desdobramento da interação. A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Experimento I**

A Tabela 4 mostra o resumo da análise de variância para os atributos químicos do solo nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m ao final de três ciclos da bananeira 'Grande Naine'. Levando-se em consideração a profundidade de 0,20 m, com exceção da saturação por bases (V), todos os atributos foram influenciados significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo fator isolado ciclo. Para todas as interações duplas, verifica-se que apenas a interação frequência x dose foi significativa, afetando apenas os atributos magnésio (Mg) e a relação Ca/Mg ( $p < 0,05$ ). Na profundidade de 0,20-0,40 m todos os atributos,

com exceção do fósforo (P) foram influenciados isoladamente por pelo menos um fator frequência, dose e ciclos, e/ou pelas interações de tais fatores. Observa-se que o cálcio (Ca), o magnésio (Mg), a relação Ca/Mg e a capacidade de troca catiônica (CTC) foram afetados significativamente ( $p < 0,01$ ) pela interação tripla ciclo x frequências x doses. Levando-se em consideração as interações duplas verifica-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação frequência x doses para o atributo saturação por base (V) e da interação ciclo x doses para o potássio (K) ( $p < 0,05$ ). A relação K/Mg e a matéria orgânica do solo (MOS) foram estatisticamente afetados pelo efeito simples do fator ciclo ( $p < 0,01$ ) e ( $p < 0,05$ ), respectivamente.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para os atributos químicos do solo nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m em três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2018

0-0,20 m										
FV	GL	P	K	Ca	Mg	K/Mg	Ca/Mg	CTC	V	MOS
Bloco	2	1254,23 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	5,42 <sup>ns</sup>	34,90 <sup>ns</sup>
Ciclo (C)	2	<b>2004,54**</b>	<b>1,17*</b>	<b>6,16**</b>	<b>0,29*</b>	<b>1,16*</b>	<b>1,24*</b>	<b>10,27*</b>	557,27 <sup>ns</sup>	<b>480,36**</b>
Erro1	1	445,76	0,55	0,58	0,1	0,56	0,59	2,63	223,56	59,94
Frequência (F)	2	609,92 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	68,16 <sup>ns</sup>	7,12 <sup>ns</sup>
Erro2	2	1278,25	0,07	0,1	0,07	0,12	0,29	1,31	170,16	67,23
Dose (D)	4	401,93 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	15,70 <sup>ns</sup>	7,64 <sup>ns</sup>
CxD	8	162,69 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	92,33 <sup>ns</sup>	5,09 <sup>ns</sup>
FxD	8	171,48 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,06*	0,02 <sup>ns</sup>	<b>0,14*</b>	0,89 <sup>ns</sup>	60,22 <sup>ns</sup>	4,20 <sup>ns</sup>
CxFxD	16	469,24 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	52,75 <sup>ns</sup>	4,95 <sup>ns</sup>
Erro3	3	28515,78	1,47	12,04	2,26	2,13	3,73	40,57	89,48	578,27
CV1 (%)		22,52	118,34	16,04	13,86	130,26	18,51	18,14	16,55	26,9
CV2 (%)		38,13	41,85	6,63	11,27	60,12	12,98	12,78	14,44	28,48
CV3 (%)		39,3	42,37	15,93	14,24	55,28	10,2	15,54	10,47	18,23
0,20-0,40 m										
FV	GL	P	K	Ca	Mg	K/Mg	Ca/Mg	CTC	V	MOS
Bloco	2	645,08 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	122,31 <sup>ns</sup>	67,72 <sup>ns</sup>
Ciclo (C)	2	425,27 <sup>ns</sup>	<b>0,70**</b>	<b>1,14*</b>	<b>0,130*</b>	<b>0,79**</b>	0,27 <sup>ns</sup>	<b>1,47*</b>	110,85 <sup>ns</sup>	116,85 <sup>ns</sup>
Erro 1	1	429,96	0,14	0,6	0,035	0,03	0,19	0,79	1219,31	57,08
Frequência (F)	2	669,75 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	<b>0,85*</b>	<b>0,058*</b>	0,01 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>	81,88 <sup>ns</sup>	3,36 <sup>ns</sup>
Erro 2	2	419,65	0,05	0,26	0,022	0,01	0,41	3,42	517,79	35,74
Dose (D)	4	200,13 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,020 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	<b>0,08*</b>	0,10 <sup>ns</sup>	121,62 <sup>ns</sup>	18,14 <sup>ns</sup>
CxD	8	462,13 <sup>ns</sup>	<b>0,03**</b>	0,05 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	69,06 <sup>ns</sup>	5,38 <sup>ns</sup>
FxD	8	319,39 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	<b>0,055**</b>	0,01 <sup>ns</sup>	<b>0,12**</b>	<b>0,72**</b>	<b>187,67*</b>	3,11 <sup>ns</sup>
CxFxD	16	518,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	<b>0,20**</b>	<b>0,027**</b>	0,02 <sup>ns</sup>	<b>0,09**</b>	<b>0,64**</b>	70,04 <sup>ns</sup>	7,65 <sup>ns</sup>
Erro 3	3	329,94	1,09	5,76	0,92	0,02	2,6	20,84	7735,45	488,33
CV1 (%)		60,13	75,59	19,66	8,62	71,33	12,04	10,68	20,85	31,85
CV2 (%)		59,41	43,07	12,83	6,89	45,79	17,46	22,18	13,59	25,21
CV3 (%)		52,68	45,83	13,27	9,71	52,91	9,62	11,95	11,46	20,33

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; \* = Significância (p<0,05); \*\* = Significância (p<0,01); <sup>ns</sup> = Não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; F = Frequência de aplicação do biofertilizante; D = Dose do biofertilizante; P = Fósforo (mg dm<sup>-3</sup>); K = Potássio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Ca = Cálcio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Mg = Magnésio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); CTC = Capacidade de troca de cátions (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); V = Saturação por bases (%); MOS = Matéria orgânica do solo (g kg<sup>-1</sup>).

## Fósforo (P)

Considerando os três ciclos consecutivos de cultivo e a camada mais superficial do solo (0-0,20 m), observou-se que o P não foi afetado no primeiro e segundo ciclo de produção, no entanto, diminuiu significativamente no terceiro ciclo de produção, apresentando teores médios de (49; 51 e 39 mg dm<sup>-3</sup>) para o primeiro, segundo e terceiro ciclo, respectivamente (Tabela 5), sendo superior ao limite adequado para a bananeira (30 mg dm<sup>-3</sup>) de acordo com Borges et al.(2016). Scherer et al. (2007), avaliaram as propriedades químicas de um Latossolo Vermelho cultivado com milho, verificaram que a aplicação de esterco de suínos em superfície (sem incorporação) teve efeito positivo apenas nos teores de P das camadas superficiais, corroborando com o presente estudo que não apresentou efeitos significativos na profundidade mais profunda (0-0,20-0,40 m).

Tabela 5 - Teores médios de P (mg dm<sup>-3</sup>) na profundidade de 0-0,20 m, em três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	P
1º	49,53 a
2º	51,82 a
3º	39,29 b
Dms	7,93

P = Fósforo (mg dm<sup>-3</sup>); Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

## Potássio (K)

O K aumentou significativamente do primeiro para o segundo ciclo de cultivo na profundidade de 0-0,20 m, diminuindo novamente no terceiro, porém não diferindo de forma significativa do segundo ciclo (Tabela 6). A relação K/Mg, importante para a bananeira, deve ser superior a 0,2 e inferior a 0,6 (Borges et al., 2016). Dessa forma, constatou-se que a relação K/Mg foi ideal, ou seja, de 0,3 e 0,2 ao final do terceiro ciclo de produção, para as profundidades 0-0,20 e 0,20-0,40 m, respectivamente.

Tabela 6 – Teores médios de potássio (K) ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) na profundidade de 0-0,20 m, em três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	K
1°	0,21 b
2°	0,50 a
3°	0,23 ab
Dms	0,28

K = Potássio ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O desdobramento dos fatores ciclo x doses para o atributo K na profundidade 0,20-0,40 m é apresentado na Tabela 7. Em todas as doses estudadas, o segundo ciclo apresentou teor médio significativamente superior aos demais. Houve influência das doses apenas no terceiro ciclo e o teor de K aumentou linearmente à taxa de 0,21% K  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  por incremento unitário da dose. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Dias (2014) ao verificar a influência de seis doses de biofertilizante líquido (0, 400, 800, 1200, 1600  $\text{mL planta}^{-1} \text{semana}^{-1}$ ) nos atributos do solo, constatou que houve aumento linear do teor de K no solo em função do aumento das doses, variando de 0,68  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  para o tratamento controle a 3,24  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  para a maior dose.

Tabela 7 - Teores de potássio (K) ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) na profundidade de 0,20-0,40 m em função de diferentes doses do biofertilizante 'Vairo' em três ciclos de cultivo da bananeira, cv. Grande Naine. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	Doses ( $\text{mL planta}^{-1}$ )					Equação	R <sup>2</sup>	Média
	0	100	180	280	375			
	K ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )							
1°	0,17 b	0,17 b	0,15 b	0,16 b	0,16 b	-	-	0,16
2°	0,49 a	0,34 a	0,4 a	0,31 a	0,43 a	-	-	0,39
3°	0,12 b	0,19 b	0,21 b	0,22 ab	0,24 b	$y=0,0003x^*+0,14^{**}$	0,86	0,19

K = Potássio ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### Cálcio (Ca)

Considerando-se a profundidade do solo estudada de 0-0,20 m e os critérios de interpretação dos atributos químicos do solo em função do cultivo da bananeira, propostos por Borges et al. (2016), o teor de Ca foi considerado dentro da faixa adequada de 2,5 a 4,8  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , verificando-se uma tendência de diminuição significativa correspondente aos valores médios de 2,80 e 2,18  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  no primeiro e



segundo ciclo, respectivamente. Todavia do segundo para o terceiro ciclo o mesmo não foi afetado significativamente (Tabela 8). O contrário ocorreu na pesquisa de Silva e Carvalho (2005) que aplicando irrigação com águas calcárias e doses de biofertilizante encontraram teores de cálcio sete vezes acima do valor considerado alto ( $27,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), atribuíram essa resposta aos tratamentos, mas sem definir qual teria sido o que proporcionou esse efeito, as águas calcárias ou o efeito do biofertilizante, podendo ainda ser a combinação de ambos.

Analisando-se ainda o teor de Ca dentro da relação  $\text{Ca}/(\text{K}+\text{Ca}+\text{Mg})$  verificou-se que esses elementos se encontram em proporções adequadas, com valores no intervalo entre 0,6 a 0,8 considerado ideal para essa relação (BORGES et al., 2016), portanto, há indícios de que não houve competição com o Mg e K por sítios de absorção da raiz.

Tabela 8 - Teores médios de cálcio (Ca) ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) na profundidade de 0-0,20 m, em três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	Ca
1º	2,80 a
2º	2,18 b
3º	2,15 b
Dms	0,29

Ca = Cálcio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A Tabela 9 mostra a interação ciclo x frequências x doses para Ca na profundidade de 0,20-0,40. No segundo ciclo a dose de  $280 \text{ mL planta}^{-1}$  registrou teor de Ca significativamente superior para a frequência de 30 dias em comparação a frequência de 45 dias ( $1,36 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). Após três ciclos de cultivo, observou-se a mesma tendência registrada no segundo ciclo havendo diferença entre as frequências de aplicação apenas na dose de  $280 \text{ mL planta}^{-1}$ . A frequência de 30 dias apresentou média significativamente superior as demais, registrando teor de Ca de  $2,93 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Da mesma forma, verificou-se comportamento linear decrescente do teor de Ca em função das doses na frequência de 45 dias com decréscimo de 0,05%  $\text{Ca cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  por aumento unitário da dose. Observando o comportamento das doses entre os ciclos de cultivo, verifica-se diferença para frequência de 30 dias para a dose de  $280 \text{ mL planta}^{-1}$ . Na dose de  $280 \text{ mL planta}^{-1}$  o primeiro ciclo registrou teor médio de Ca significativamente superior ao terceiro ciclo que por sua vez não diferiu do segundo ciclo.

Tabela 9 - Teores de cálcio (Ca) ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) em função de diferentes frequências de aplicação, doses do biofertilizante 'Vairo' em três ciclos de cultivo da bananeira, cv. Grande Naine. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

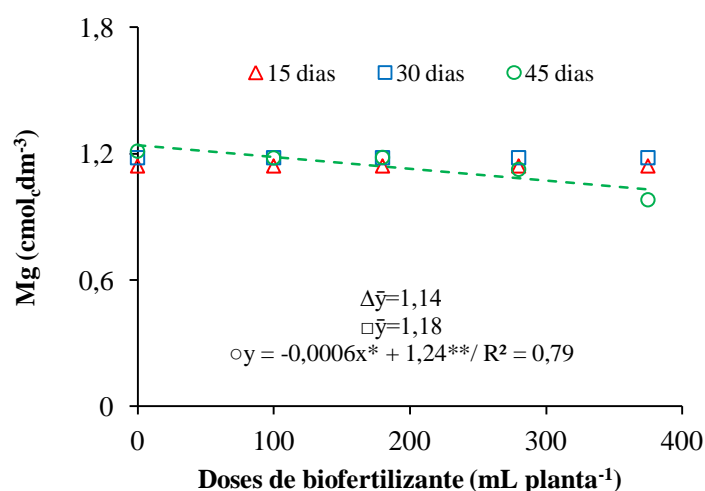
Ciclos	Frequências (dias)	Doses ( $\text{mL planta}^{-1}$ )					Equação	R <sup>2</sup>	Média
		0	100	180	280	375			
Ca ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )									
1°	15	2,09 abA	2,22 aA	2,22 aA	2,44 aA	1,87 aA	-	-	2,17
	30	2,66 aA	2,11 aA	1,98 aA	2,23 aA	2,12 aA	-	-	2,22
	45	1,94 bA	1,99 aA	2,11aA	2,11 aA	1,77 aA	-	-	2,00
2°	15	1,58 aA	1,77 aA	1,83 aA	1,79 abA	1,83 aA	-	-	1,76
	30	2,07 aA	1,76 aA	1,89 aA	2,10 aAB	1,82 aA	-	-	1,93
	45	2,01 aA	2,10 aA	1,56 aA	1,36 bA	1,6 aA	-	-	1,73
3°	15	1,71 aB	2,27 aA	2,3 aA	1,83 bA	2,21 aA	-	-	2,06
	30	2,22 aA	1,85 aA	1,83 aA	2,93 aA	1,86 aA	-	-	2,14
	45	2,10 aA	1,83 aA	1,80 aA	1,52 bB	1,55 aA	$y=-0,001x^*+2,04^{**}$	0,89	1,76
dms=0,71									

Ca = Cálcio ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas frequências, em cada ciclo, e maiúsculas entre ciclos não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### Magnésio (Mg)

Observa-se que para os teores de Mg na profundidade de 0-0,20 houve ajuste matemático dos dados apenas para a frequência de 45 dias (Figura 3). Quando o biofertilizante foi aplicado nesta frequência, o Mg diminuiu 4,8%  $\text{Mg cmol}_c \text{dm}^{-3}$  por aumento unitário na dose.

Figura 3 - Teores de magnésio (Mg) ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) em função da aplicação de doses de biofertilizante e frequências de aplicação de 15, 30 e 45 dias. Cruz das Almas, BA, 2018



O desdobramento frequência x doses na profundidade de 0,20-0,40 m é apresentado na Tabela 10. Considerando-se os teores de Mg, verifica-se que houve diferença significativa entre as frequências na dose de  $375 \text{ mL planta}^{-1}$  em que as

frequências de 15 e 30 dias apresentaram teor de Mg significativamente superior em comparação a frequência de 45 dias. Queiroz et al. (2004), trabalhando com esterco líquido de suínos em pastagem natural, verificaram aumento nos teores de Mg no solo, assim como Silva et al. (2008), ao registrarem aumentos do macronutriente no solo com o incremento das doses de biofertilizante bovino, corroborando com os resultados obtidos nesse estudo em que a maior dose estudada registrou maiores teores de Mg nas frequências de 15 e 30 dias. Conforme Borges et al. (2016), o teor de Mg foi considerado dentro da faixa adequada que é de (0,6 a 1,2  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ).

Tabela 10 - Teores médios de Magnésio (Mg) ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) em função de diferentes frequências de aplicação e doses do biofertilizante 'Vairo' na bananeira, cv. Grande Naine. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Doses ( $\text{mL planta}^{-1}$ )	Frequências (dias)		
	15	30	45
0	1,03 b	1,18 ab	1,21 a
100	1,19 a	1,20 a	1,18 a
180	1,16 a	1,12 a	1,18 a
280	1,17 a	1,16 a	1,12 a
375	1,16 a	1,23 a	0,98 b

dms=0,18

Mg = Magnésio ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O desdobramento frequência x doses x ciclo para os teores de Mg na profundidade de 0,20-0,40 m (Tabela 11), mostra que no segundo ciclo de cultivo houve diferença entre as frequências no tratamento nas doses de 280 e 375  $\text{mL planta}^{-1}$  em que a frequência de 30 dias registrou teor médio de Mg significativamente superior em comparação à frequência de 45 dias. Houve influência das doses de biofertilizante apenas na frequência quinzenal na qual o modelo quadrático se ajustou aos dados sendo observado acréscimo no teor de Mg até a dose estimada de 267  $\text{mL planta}^{-1}$  com valor estimado em 1,08  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ . No último ciclo de cultivo, observou-se diferença apenas na dose de 180  $\text{mL planta}^{-1}$ . Observou-se nesta dose o maior valor médio de Mg registrado para a frequência de 15 dias (1,17  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) sendo significativamente superior em comparação a frequência de 45 dias. Na dose de 180  $\text{mL planta}^{-1}$  foi constatada diferença significativa no teor de Mg na frequência de 45 dias em cada ciclo de cultivo. Nessa dose, o primeiro ciclo apresentou valor significativamente superior (1,20  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) em relação aos demais ciclos.

Tabela 11 - Teores de magnésio (Mg) ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) na profundidade de 0,20-0,40 m em função de diferentes frequências de aplicação, doses do biofertilizante 'Vairo' em três ciclos de cultivo da bananeira, cv. Grande Naine. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	Frequências (dias)	Doses ( $\text{mL planta}^{-1}$ )					Equação	R <sup>2</sup>	Média
		0	100	180	280	375			
		$\text{Mg (cmol}_c \text{dm}^{-3})$							
1	15	1,06 bA	1,17 aA	1,12 aA	1,18 aA	1,06 aA	-	-	1,12
	30	1,30 aA	1,21 aA	1,10 aA	1,16 aA	1,13 aA	-	-	1,18
	45	1,04 bA	1,08 aA	1,20 aA	1,16 aA	1,09 aA	-	-	1,11
2	15	0,87 bB	1,01 aA	1,07 aA	1,04 abA	1,02 abA	$y=-0,000003x^2+0,0016x+0,87^{**}$	0,96	1,00
	30	1,08 aB	1,08 aA	1,08 aA	1,13 aA	1,13 aA	-	-	1,10
	45	1,17 aA	1,10 aA	0,98 aB	0,90 bB	0,92 bA	-	-	1,01
3	15	0,76 bB	1,13 aA	1,17 aA	1,01 aA	1,10 aA	-	-	1,03
	30	1,23 aAB	1,06 aA	0,99 abB	1,16 aA	0,98 aA	-	-	1,08
	45	1,12 aA	1,18 aA	0,96 bB	1,07 aAB	0,98 aA	-	-	1,06

Mg = Magnésio ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas frequências, em cada ciclo, e maiúsculas entre ciclos não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### Capacidade de troca catiônica (CTC) e Matéria orgânica do solo (MOS)

Em relação à CTC na profundidade de 0,20-0,40 m (Tabela 12) não foram constatadas diferenças entre as frequências em cada ciclo nem diferenças entre as mesmas entre os ciclos. Houve efeito das doses apenas no terceiro ciclo e quando o biofertilizante foi aplicado a cada 45 dias. No último ciclo, a CTC decresceu linearmente à taxa de 0,05% por aumento unitário na dose. Essa tendência de diminuição da CTC (tanto em termos absolutos como relativos) com o incremento de doses de biofertilizante se deve provavelmente à intensificação da atividade microbiana. O aumento na atividade microbiana intensifica a mineralização da MOS, principalmente das formas prontamente lábeis, causando diminuição nos teores de MOS de acordo com Maia e Cantarutt (2004). O que provavelmente explica o que ocorreu na presente pesquisa, em que a MOS diminuiu significativamente quando comparado à sucessão dos ciclos (Tabela 13).

Tabela 12 – Capacidade de troca catiônica (CTC) ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) na profundidade de 0,20-0,40 m em função de diferentes frequências de aplicação, doses do biofertilizante 'Vairo' em três ciclos de cultivo da bananeira, cv. Grande Naine. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	Frequências (dias)	Doses ( $\text{mL planta}^{-1}$ )					Equação	R <sup>2</sup>	Média
		0	100	180	280	375			
		$\text{CTC (cmol}_c \text{dm}^{-3})$							
1°	15	4,19 aA	4,62 aA	4,08 aA	4,86 aA	4,15 aA	-	-	4,38
	30	4,74 aA	4,45 aA	4,22 aA	4,63 aA	4,38 aA	-	-	4,48
	45	3,81 aA	4,30 aA	4,54 aA	4,34 aA	4,32 aA	-	-	4,26
2°	15	3,75 aA	3,24 aA	4,01 aA	3,93 aA	4,12 aA	-	-	3,81
	30	4,38 aA	3,77 aA	4,55 aA	4,26 aA	4,21 aA	-	-	4,23
	45	4,52 aA	4,75 aA	3,81 aA	3,21 aA	4,37 aA	-	-	4,13
3°	15	3,27 aA	4,42 aA	4,56 aA	3,83 aA	4,44 aA	-	-	4,10
	30	4,01 aA	4,19 aA	5,25 aA	4,99 aA	3,99 aA	-	-	4,49

45	4,24 aA	3,84 aA	3,36 aA	3,38 aA	3,32 aA	$y=-0,002x^*+4,08^{**}$	0,79	3,63
dms=2,12								

CTC= Capacidade de troca catiônica ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ); Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas frequências, em cada ciclo, e maiúsculas entre ciclos não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Tabela 13 - Teores médios de matéria orgânica do solo (MOS) ( $\text{g kg}^{-1}$ ) na profundidade de 0-0,20 m, em três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	MOS
1°	49,53 a
2°	51,82 a
3°	39,29 b
Dms	7,93

MOS = Matéria orgânica do solo ( $\text{g kg}^{-1}$ ); Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

### Saturação por base

O desdobramento da interação frequência x doses para o atributo V na profundidade de 0,20-0,40 m mostra que houve diferença entre as frequências apenas na dose de 180 mL planta<sup>-1</sup>. Nesse tratamento a frequência de 15 dias apresentou valor médio de V significativamente superior à frequência mensal que, por sua vez, não diferiu da frequência de 45 dias. A saturação por bases (V%) do solo no uso de biofertilizante foi superior a 70% em todas as profundidades, caracterizando-o como eutrófico (EMBRAPA, 2006). Esse elevado porcentual de bases reflete a elevada SB, em função do incremento de bases trocáveis ao longo dos três ciclos de aplicação de biofertilizante.

Tabela 14 - Saturação por bases (%) em função de diferentes frequências de aplicação e doses do biofertilizante 'Vairo' na bananeira, cv. Grande Naine. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Frequências (dias)	Doses (mL planta <sup>-1</sup> )					Equação	R <sup>2</sup>	Média
	0	100	180	280	375			
	V(%)							
15	82,06 a	89,45 a	87,74 a	84,14 a	82,96 a	-	-	85,27
30	89,89 a	81,49 a	74,82 b	86,37 a	82,91 a	-	-	83,10
45	85,94 a	83,82 a	84,19 ab	83,47 a	76,55 a	-	-	82,79

V = Saturação por base (%); Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

### Experimento II

Com base nos resultados obtidos pela análise de variância (Tabela 15), observa-se que a aplicação de doses de biofertilizante dentro dos dois ciclos avaliados não influenciou os atributos químicos do solo. Esses resultados corroboram com os obtidos por Melo et al. (2016) que avaliaram o efeito de doses de substâncias húmicas sobre os atributos químicos de um solo cultivado com a cv. BRS Princesa. Os autores não observaram efeitos significativos da fertirrigação com substâncias húmicas que pudessem justificar o uso do produto nas doses avaliadas sobre os atributos químicos do solo. Contudo, difere dos registrados por Santos et al. (2014) que verificaram aumento dos teores de K, Ca e MOS para duas profundidades avaliadas utilizando biofertilizante no cultivo de bananeira. Esse resultado pode estar relacionado à quantidade de biofertilizante aplicado por unidade de área, uma vez que a aplicação das doses foi feita via microaspersão onde verifica-se que o raio de ação dos microaspersores é maior que o dos gotejadores, e portanto, a concentração de matéria orgânica na área ou bulbo molhado dos gotejadores é maior, para mesma dose de produto injetado no sistema de irrigação.

Tabela 15 - Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para os atributos químicos do solo na profundidade de 0,20 e 0,20-0,40 m, no 1º ciclo da bananeira, cv. BRS Platina, fertirrigada com biofertilizante via irrigação por microaspersão. Cruz das Almas, BA, 2016/2018

		Quadrado médio 0-0,20 m (1º Ciclo)										
FV	GL	Ph	P	K	Ca	Mg	Na	H+Al	SB	CTC	V	MO
Bloco	4	0,06 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>
Dose (D)	4	0,06 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>
Erro	16	0,03	0,84	0,00	0,23	0,05	0,01	0,46	0,38	0,10	0,78	0,64
Total	24											
CV(%)		2,33	74,35	57,54	27,99	31,85	32,44	112,87	22,67	31,67	15,64	16,39
		Quadrado médio 0,20-0,40 m (1º Ciclo)										
FV	GL	pH	P	K	Ca	Mg	Na	H+Al	SB	CTC	V	MO
Bloco	4	0,4416 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,0320 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,6143 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>
Dose (D)	4	0,0056 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,0024 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	0,0042 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>
Erro	16	0,0056	0,71	0,0004	0,75	0,06	0,0077	0,12	0,94	0,6793	0,65	0,58
Total	24											
CV(%)		5,38	47,58	39,21	64,67	60,9	33,69	128,18	46,53	44,52	31,34	23,43

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; \* = Significância  $p < 0,05$ ; \*\* = Significância  $p < 0,01$ ; <sup>ns</sup> = Não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; D = Dose do biofertilizante; pH = Potencial hidrogeniônico (em água); P = Fósforo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ); K = Potássio ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); Ca = Cálcio ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); Mg = Magnésio ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); Na = Sódio ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); H+Al = Acidez potencial ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); SB = Soma de bases ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); CTC = Capacidade de troca de cátions ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ); V = saturação por bases (%); MOS = Matéria orgânica do solo ( $\text{g kg}^{-1}$ ).

## CONCLUSÕES

- ✓ Os atributos químicos do solo se apresentaram dentro dos limites considerados adequados para o cultivo da bananeira ‘Grande Naine’;
- ✓ As doses do biofertilizante ‘Vairo’ provocaram alterações nos atributos químicos do solo cultivado com a bananeira ‘Grande Naine’;
- ✓ Os atributos químicos do solo foram afetados em ambas as camadas estudadas com a aplicação de biofertilizante, principalmente, na frequência de 30 dias, a mesma proporcionou melhoria na maioria das variáveis em todos os ciclos de produção da bananeira ‘Grande Naine’ fertirrigada via gotejamento pelo ‘Vairo’;
- ✓ Os atributos químicos do solo não foram influenciados pelas doses de biofertilizante no cultivo da ‘BRS Platina’ fertirrigada via microaspersão.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO - Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2014.
- ALVES, E. J.; LIMA, B. M.; CARVALHO, J. E. B de.; BORGES, A. L. Tratos culturais e colheita. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L da. **S. O cultivo da banana**. Brasília-DF-Embrapa, 279p.; 2004, Cap.VII, p.107-131.
- ALVES, M. D. S.; COELHO, E. F.; FERREIRA NETO, A.; de JESUS, G. P. Doses de biofertilizante a base de esterco de gado via fertirrigação no crescimento e na produtividade da Bananeira Princesa irrigada no semiárido. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 24., 2016, São Luis. Fruteiras nativas e sustentabilidade: Anais... São Luis: SBF, 2016.
- BHARDWAJ, D.; ANSARI, M. W.; SAHOO, R. K.; TUTEJA, N. Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. **Microbial cell factories**, v.13, p.1-10, 2014.
- BORGES, A. L.; da SILVA, J. T. A.; OLIVEIRA, A. M. G.; D’OLIVEIRA, P. S. Nutrição e adubação. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. **O agronegócio da banana** - Brasília, DF. Embrapa, 832p.; 2016, Cap.11, p.331-398.



BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Nutrição e adubação na cultura da banana na região Nordeste do Brasil. **Tópicos sobre nutrição e adubação da cultura da banana**. Registro: UNESP, p.1-31, 2009.

CHEN, H. J. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. In: **International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use**. Land Development Department Bangkok, Thailand, 2006. p.20.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da.; LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, L. S. de. Produtividade e eficiência do uso da água da bananeiras 'Prata anã' e 'Grand nine' sob irrigação no terceiro ciclo no norte de Minas Gerais. **Irriga**, v.11, p.460-468, 2006.

DIAS, C. N. **Cultivo do morango sob diferentes condições de ambientes e doses de biofertilizante na região do maciço de baturité**, Ceará. 93p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Ceará, 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas, BA). **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: 1993. 126 p.(Embrapa-CNPMF. Boletim de Pesquisa, 7).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

MAHANTY, T.; BHATTACHARJEE, S.; GOSWAMI, M.; BHATTACHARYYA, P.; DAS, B.; GHOSH, A.; TRIBEDI, P. Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. **Environmental Science and Pollution Research**, v.24, p.3315-3335, 2017.

MAIA, C. E.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral e mineral e mineral contínua contínua na cultura do milho na cultura do milho1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.39-44, 2004.

MELO, D. M. D.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L.; PEREIRA, B. L. D. S.; CAMPOS, M. S. Agronomic performance and soil chemical attributes in a banana tree orchard fertigated with humic substances1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, p.421-428, 2016.

QUEIROZ, 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, p.1487-1492, 2004.

SANTOS, H. G dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C do.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R.; CUNHA, T. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 530 p.

SANTOS, J. W. G.; HERNANDEZ, F. F. F.; DE AQUINO, B. F.; DA SILVA, F. N.; DOS ANJOS, D. C.; FERREIRA, J. T. P. Respostas da bananeira (*Musa* sp.), cultivar

Pacovan em sistemas de manejo com aplicação de fertilizante mineral e biofertilizante. **Revista Caatinga**, v.27, p.142-152, 2014.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um latossolo vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v.31, p.123-131, 2007.

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. C. P. M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, C. M.; SILVA, L. F. C. Esterco líquido de bovinos leiteiros combinado com adubação mineral sobre atributos químicos de um Latossolo Bruno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.2563-2572, 2008.

SINGH, M.; DOTANIYA, M. L.; MISHRA, A.; DOTANIYA, C. K.; REGAR, K. L.; LATA, M. Role of biofertilizers in conservation agriculture. *In: Conservation Agriculture*. Springer, Singapore, 2016. p.113-134.

TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo** – 3. ed. rev. e ampl.– Brasília, DF : Embrapa, 2017. 573 p. il. color. ISBN 978-85-7035-771 -7

## CAPÍTULO III

---

PEREIRA, Monikuelly Mourato, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. **Influência da frequência e doses de biofertilizante na produtividade e qualidade do fruto da bananeira.** Orientador: Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho.

---

### RESUMO

Os biofertilizantes são amplamente utilizados para acelerar os processos microbianos que aumentam a disponibilidade de nutrientes e podem ser facilmente assimilados pelas plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de frequências e doses do biofertilizante 'Vairo' na produtividade e qualidade de frutos de duas cultivares de bananeira 'Grande Naine' e 'BRS Platina'. Dois experimentos foram realizados com as variedades de banana 'Grande Naine' (AAA) e 'BRS Platina' (AAAB), nas condições climáticas do município de Cruz das Almas-BA. O delineamento experimental utilizado no experimento I foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5. Os tratamentos consistiram em três frequências de aplicação (F1=15, F2=30 e F3=45 dias) e cinco doses do biofertilizante tipo 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>), totalizando 15 tratamentos com três repetições, com seis plantas úteis por tratamento. O delineamento experimental utilizado no segundo experimento foi em blocos casualizados. Os tratamentos consistiram em cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>), com dez plantas úteis por tratamento. As variáveis de qualidade do fruto avaliadas foram: massa do fruto e da polpa; índice de alongamento; relação polpa/casca; rendimento em polpa; diâmetro da polpa; espessura da casca; acidez titulável; sólidos solúveis totais; potencial hidrogeniônico e umidade. Foram avaliadas as seguintes variáveis de produção: massa do cacho; massa da penca; número de frutos por cacho; número de pencas por cacho; comprimento médio do fruto; diâmetro médio do fruto, número de folhas; produtividade de pencas e produtividade do cacho. A produção não foi afetada pelas frequências de aplicação e doses de biofertilizante no cultivo de 'Grande Naine' fertirrigada via gotejamento. As combinações de frequências de aplicações e doses de biofertilizante 'Vairo' por fertirrigação via gotejamento não são mais importantes sobre os atributos de qualidade dos frutos para o 1º ciclo de cultivo da bananeira 'Grande Naine'. O ratio foi influenciado pelas doses do biofertilizante 'Vairo' no ciclo de cultivo da bananeira 'Grande Naine'. Os resultados físico-químicos não foram influenciados pelas doses de biofertilizante cultivadas da fertirrigada "BRS Platina" via microaspersão.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., sustentabilidade, fertilização.

## CHAPTER III

---

PEREIRA, Monikuelly Mourato, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. **Influence of frequency and doses of biofertilizer on the productivity and quality of banana fruit.** Supervisor: Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho.

---

### ABSTRACT

Biofertilizers are widely used to accelerate microbial processes that increase nutrient availability and can be easily assimilated by plants. The objective of this work was to evaluate the applications and doses of 'Vairo' biofertilizer and fruit quality of two banana cultivars 'Grande Naine' and 'BRS Platina'. Two experiments were carried out with the 'Grande Naine' (AAA) and 'BRS Platina' (AAAB) banana varieties, in the climatic regions of the municipality of Cruz das Almas-BA. The treatments consisted of three application frequencies (F1 = 15, F2 = 30 and F3 = 45 days) and five doses of the biofertilizer type 'Vairo' (0, 100, 180, 280 and 375 mL plant<sup>-1</sup>), totaling 15 consecutive days, with six useful plants per treatment. The experimental design was used as a second experiment in randomized blocks. The treatments consisted of five doses of biofertilizer 'Vairo' (0, 100, 180, 280 and 375 mL plant<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>), with ten useful plants per treatment. The quality memories were: mass of fruit and pulp; elongation index; pulp / shell ratio; yield in pulp; pulp diameter; shell thickness; titratable acidity; total soluble solids; hydrogenation potential and moisture. The following production variables were evaluated: bunch mass; penca mass; number of fruits per cluster; number of leaves per cluster; average fruit lift; mean diameter of the fruit, number of leaves; bunch productivity and bunch productivity. The yield was not affected by application frequencies and biofertilizer rates in 'Grande Naine' fertirrigated via drip irrigation. Combinations of application frequencies and doses of 'Vairo' biofertilizer by drip fertigation are not more important on the attributes of fruit quality for the first cycle of the 'Grande Naine' banana crop. Ratio was influenced by the doses of the biofertilizer 'Vairo' in the growing cycle of the 'Grande Naine' banana tree. Physico-chemical results were not influenced by the biofertilizer doses cultivated from the "BRS Platina" fertirrigate via microsprinkling.

**Keywords:** *Musa* spp., sustainability, fertilization.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a importância econômica da bananeira vem crescendo acompanhando o aumento populacional com consequente elevação da sua demanda produtiva. A maioria dos produtores comerciais de banana utiliza fertilizantes minerais para manter altos níveis de produtividade (SOLIMAN et al., 2006). Sabe-se que a bananeira precisa de grandes quantidades de nutrientes, especialmente, potássio e nitrogênio (BORGES et al., 2016). Além disso, extrai nutrientes de uma profundidade muito limitada do solo devido ao seu sistema radicular superficial. Dessa forma, os principais problemas enfrentados pelos produtores de banana são os altos custos da elevada quantidade de fertilizantes necessária para o cultivo (SOLIMAN et al., 2006) e o impacto ambiental causado pelos fertilizantes sintéticos como poluição do ar, solo e da água (SAVCI, 2012).

Atualmente, a agricultura tem se voltado para práticas conservacionistas, adotando tecnologias agrícolas conhecidas, como a biofertilização e associando-as a princípios científicos modernos (SINGH et al., 2016). Biofertilizantes são substâncias que contêm microrganismos vivos que, quando aplicados a sementes, plantas ou solo, colonizam a rizosfera ou o interior das plantas e promovem o crescimento, aumentando o fornecimento de nutrientes à planta hospedeira (MAHANTY et al., 2016). Os benefícios do uso de biofertilizante incluem: menor custo, eficiência no fornecimento de micronutrientes e matéria orgânica e mitigação dos impactos negativos dos fertilizantes químicos (GAUR, 2010).

A bananeira responde bem a adubação orgânica (NEGREIROS, 2013). Em estudo conduzido por Carvalho-Macilio et al. (2014) foi constatado aumento do crescimento e da produção da bananeira ‘Farta velhaco’ com o aumento da percentagem de aplicação de biofertilizante agrobio. Baiea et al. (2015) estudaram o efeito da combinação da dose recomendada de fertilizante químico e tipos de adubação orgânica e verificaram melhora no crescimento e na qualidade dos frutos da bananeira ‘Grande Naine’ comparação a aplicação isolada de fertilizante químico.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de frequências e doses do biofertilizante ‘Vairo’ na produtividade e qualidade de frutos de duas cultivares de bananeira ‘Grande Naine’ e ‘BRS Platina’.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização e descrição da área de estudo**

O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, com coordenadas geográficas 12°40'19"S; 39°06'22"W; 225 m, no período de julho de 2015 a julho de 2018. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, (EMBRAPA, 1993, atualizado por Santos et al., 2018). O clima é classificado como tropical úmido (Af) segundo a classificação de Köppen, com ocorrência de precipitação em quase todos os meses do ano (ALVARES et al., 2014).

### **Delineamento experimental**

Foram realizados dois experimentos em blocos casualizados, no experimento I o delineamento adotado foi em blocos casualizados seguindo esquema fatorial 3 x 5. Os tratamentos consistiram em três frequências de aplicação (15; 30 e 45 dias), e cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>), totalizando 15 tratamentos com três repetições, cada tratamento foi constituído de seis plantas úteis, da variedade 'Grande Naine'. No experimento II os tratamentos consistiram em cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) com cinco repetições, cada tratamento foi constituído de dez plantas úteis, da variedade 'BRS Platina'.

### **Condução experimental**

A qualidade física e química dos frutos, provenientes do 1º e 3º ciclo de produção cv. Grande Naine, e 1º e 2º ciclo cv. BRS Platina foi avaliada no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Após a colheita do cacho, foram avaliados frutos da segunda penca, que foi identificada e armazenada sob temperatura ambiente (25,5±2 °C), até atingirem o estágio de maturação nível 6, conforme a escala de Von Loesecke (PBMH; PIF, 2006). Esta escala subdivide os estádios de maturação em sete níveis baseando-se na cor da casca: 1) totalmente verde; 2) verde com traços amarelos; 3) mais verde que amarelo; 4)

mais amarelo que verde; 5) amarelo com ponta verde; 6) amarelo; 7) amarelo com áreas marrons.

Para determinação das características físicas, os frutos da segunda penca foram analisados individualmente e, nas análises químicas, foram constituídas amostras compostas por três frutos.

## **EXPERIMENTOS**

### **Material vegetal e tratos culturais**

No experimento I a variedade de banana utilizada foi a ‘Grande Naine’ (*Musa acuminata* - AAA) e no experimento II variedade de banana utilizada foi a ‘BRS Platina’ (híbrido tetraploide AAAB), cujas mudas micropropagadas foram plantadas no espaçamento de 2,5 x 2,5 m, com uma densidade de 1.600 plantas ha<sup>-1</sup>. O plantio foi realizado em 20 de julho de 2015 e 07 de julho de 2016, respectivamente, em covas de 0,4 x 0,4 x 0,4 m. O controle de plantas invasoras foi realizado por meio de capinas manual e o desbaste e desfolha conforme as recomendações de Alves et al. (2004).

### **Adubação**

Nos dois experimentos a adubação de plantio foi efetuada de forma manual, com 90 g da mistura de micronutrientes sob a forma de oxi-silicatos (FTE BR 12) e 120 g de superfosfato simples por cova. A adubação de cobertura foi realizada utilizando-se: fertilizantes convencionais: doses de nitrogênio e de potássio na forma de ureia e de cloreto de potássio (KCl) recomendadas a partir da análise química do solo e das necessidades da cultura, conforme Borges e Souza (2009).

O biofertilizante foi à única fonte de matéria orgânica utilizada nas adubações de cobertura durante os experimentos. No experimento I foram aplicadas cinco doses do biofertilizante ‘Vairo’ (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>) em três frequências de aplicação (15; 30 e 45 dias) e no experimento II foram aplicadas cinco doses do biofertilizante ‘Vairo’ (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) na frequência de 30 dias, ambos via fertirrigação com o auxílio de uma bomba injetora de acionamento hidráulico com uso de pistão. As fertirrigações foram iniciadas após o pegamento das mudas.

## Manejo de Irrigação e fertirrigação

### Método de irrigação

No experimento I o método de irrigação localizada, do tipo gotejamento foi utilizado sendo arranjados com uma linha lateral de gotejamento por fileira de plantas, com três emissores autocompensantes de  $4 \text{ L h}^{-1}$  por planta, com um emissor junto à planta e outros dois espaçados de 0,5 m do primeiro e no experimento II o método de irrigação localizada, do tipo microaspersão, foi utilizado um microaspersor para quatro plantas. Os emissores utilizados foram autocompensantes de vazão de  $54 \text{ L h}^{-1}$ , com raio de ação de cerca de 2,5 metros.

### Caracterização da água

A água utilizada no estudo foi recalcada de um reservatório de terra instalada nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura, por meio de um conjunto de motobombas. A análise físico-química da água foi realizada no Laboratório de Controle de Águas e Alimentos pertencente à Universidade Estadual do Sul da Bahia (LCQ-UESB) (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultado da análise físico-química e classificação da água do reservatório. Cruz das Almas, BA, 2015

pH	CE	K	Ca	Mg	Na	RAS	CaCO <sub>3</sub>	USSL
7,60	0,65	0,80	28,00	17,00	100,00	3,60	140,00	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

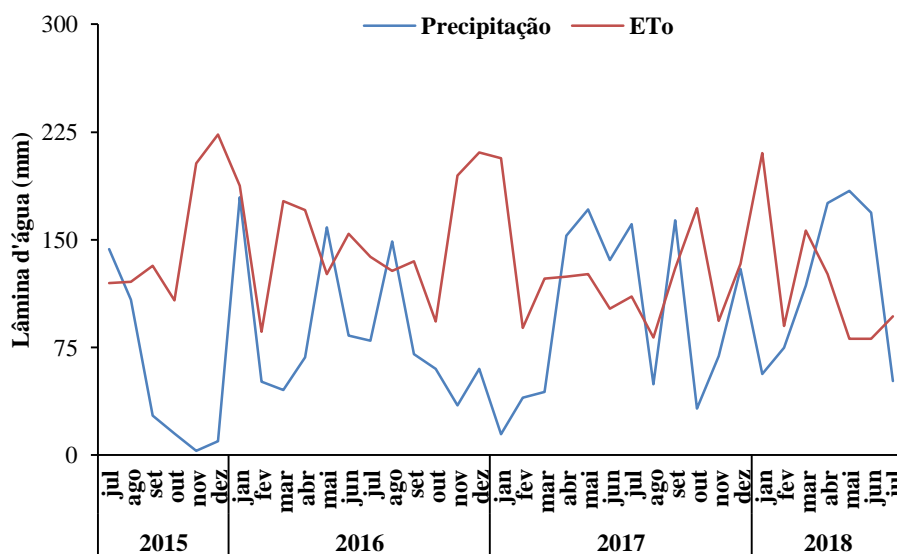
pH = Potencial hidrogeniônico (em água); CE = Condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ); K = Potássio ( $\text{mg L}^{-1}$ ); Ca = Cálcio ( $\text{mg L}^{-1}$ ); Mg = Magnésio ( $\text{mg L}^{-1}$ ); Na = Sódio ( $\text{mg L}^{-1}$ ); RAS = Razão de Adsorção de Sódio; CaCO<sub>3</sub> = Dureza total; USSL = Classificação da Água para Irrigação.

### Características meteorológicas

Foram monitorados os dados climáticos na Estação Meteorológica automática pertencente ao INMET, localizada na Embrapa Mandioca e Fruticultura, desde o período em que foi realizado o plantio das mudas até o terceiro ciclo de cultivo (julho/2015 a julho/2018). Na Figura 1, são verificadas as precipitações mensais e as estimativas da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>).



Figura 1 - Comportamento das médias mensais de precipitação e evapotranspiração de referência durante a condução do experimento. Cruz das Almas, BA, jul/2015 a jul/2018



### Lâmina aplicada

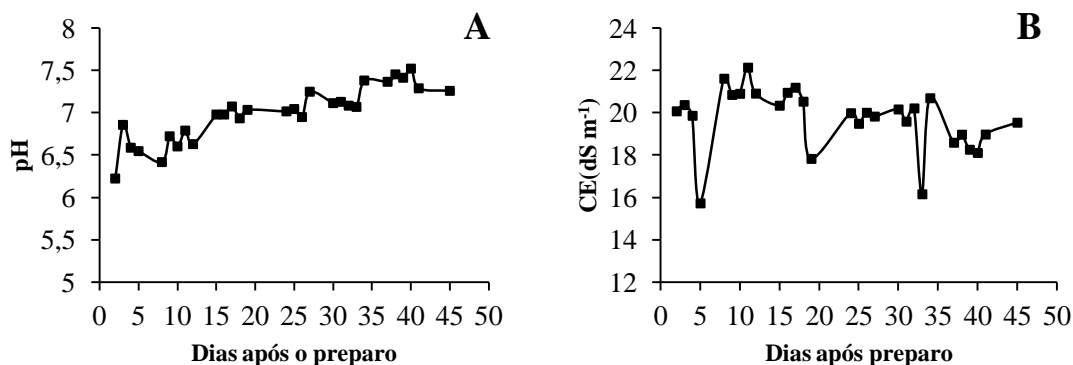
A determinação da lâmina foi realizada com base nos dados agrometeorológicos coletados em uma estação automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na Embrapa Mandioca e Fruticultura. A evapotranspiração potencial de referência foi determinada usando o modelo de Penman-Monteith padronizado por Allen et al. (1998). Para determinação da evapotranspiração da cultura (ETc), foi utilizado o produto da evapotranspiração potencial de referência (ETo) e do coeficiente de cultura (Kc), conforme Coelho et al. (2006), para os diferentes estádios de desenvolvimento da bananeira.

### Preparo e caracterização do biofertilizante 'Vairo'

O biofertilizante utilizado foi o do tipo 'Vairo', preparado em bombonas plásticas com capacidade para 200 L, na proporção de 1:1. Para o respectivo preparo, foram utilizados os seguintes ingredientes: 80 L de esterco bovino e 80 L de água. As bombonas foram hermeticamente fechadas, ficando espaço para o gás resultante da fermentação, onde foi acoplada uma mangueira de 16 mm, cuja extremidade foi mergulhada em um recipiente com água, para permitir a saída do gás metano produzido

na fermentação, assim mantendo a condição de anaerobiose. A fermentação completa ocorreu aos 25 dias, quando a solução atingiu pH próximo a 7,0 e condutividade elétrica (CE) de 20 dS m<sup>-1</sup> (Figura 2A e 2B).

Figura 2 - pH (A) e condutividade elétrica (CE) (dS m<sup>-1</sup>) (B), do biofertilizante em função do tempo de preparo. Cruz das Almas, BA, 2015



Os valores das doses de biofertilizante foram definidos a partir de resultados de trabalhos executados em bananeira (ALVES et al., 2016). Os tratamentos consistiram em cinco doses de biofertilizante (0; 100; 180; 280 e 375 mL planta<sup>-1</sup>).

A aplicação foi realizada via fertirrigação por gotejamento e microaspersão nos experimentos I e II, respectivamente.

A aplicação de biofertilizante no experimento I foi de dezembro de 2015 a julho de 2018, totalizando 32 meses, 3 ciclos da cultura, 103 aplicações (64, 32 e 7) nas frequências de (15, 30 e 45 dias), respectivamente, e um total de 5.200 L da solução aplicados ao solo. No experimento II, o período de aplicação foi outubro de 2016 a julho de 2018, 2 ciclos da cultura, 22 aplicações na frequência de 30 dias, e um total de 1.122 L da solução aplicados ao solo. No geral foram preparadas aproximadamente 40 bombonas de 160 litros de biofertilizante.

A Tabela 2 apresenta a composição geral do biofertilizante utilizado durante o experimento, cujas análises foram realizadas no Laboratório de Química do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Tabela 2 - Atributos físico-químicos do biofertilizante tipo 'Vairo', utilizado na aplicação dos tratamentos. Cruz das Almas, BA, 2015

pH	CE	N	K	Ca	Mg	Na	SSU
7,3	20,62	3,84	7,09	0,20	0,27	0,28	14,8

pH = Potencial hidrogeniônico (em água); CE = Condutividade elétrica (dS m<sup>-1</sup>); N = Nitrogênio (g L<sup>-1</sup>); K = Potássio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Ca = Cálcio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Mg = Magnésio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Na = Sódio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); SSU = Sólidos Suspensos (mg L<sup>-1</sup>).

## **Atributos avaliados**

### **Produtividade**

Por ocasião da colheita foram mensuradas as seguintes variáveis conforme Ramos et al. (2009): Massa do cacho (MC) (kg); massa da penca (MP) (kg); número de frutos por cacho (NF); número de pencas por cacho (NP); comprimento do fruto mediano da segunda penca (CF) (mm); diâmetro médio do fruto (DF) (mm); número de folhas (Nfol); produtividade de penca (ProdP) ( $t\ ha^{-1}$ ); produtividade do cacho (ProdC) ( $t\ ha^{-1}$ ).

### **Qualidade de frutos**

A massa fresca da polpa (g) (MFP) foi realizada em cada fruto individualizado, foi retirada a almofada, deixando o fruto com pedúnculo, os frutos foram pesados sem casca, estas pesagens foram realizadas em uma balança semianalítica.

O índice de alongamento (adimensional) (IA) foi calculado pela razão simples entre comprimento e diâmetro do fruto. A relação polpa/casca (RPC) foi calculada pela razão simples entre a massa da polpa e da casca. A espessura da casca (mm) (EC) foi determinada pela diferença entre os diâmetros da casca e da polpa e divididos por dois. O rendimento em polpa (%) (RenP) foi calculado pela razão simples entre a massa da polpa e a massa da casca do fruto.

Foram retiradas amostras de polpa de cada fruto e triturados com auxílio de um misturador doméstico, adicionando-se água destilada na proporção de 1:1 (polpa: amostra), sendo realizadas as seguintes análises químicas: sólidos solúveis totais (%) (SST) que foi determinado mediante leitura de três gotas da polpa homogeneizada em refratômetro digital Atago, modelo PR-32a e expressos em %. A acidez titulável ( $g\ 100g^{-1}$ ) (AT) foi retirada uma fração de 1g de polpa homogeneizada, em seguida adicionou-se 40 mL de água destilada e duas gotas de fenolftaleína e procedeu-se a titulação com uma solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) ( $1\ mol\ L^{-1}$ ) em dosímetro Metrohm 775 dosimat até a solução encontrar-se ligeiramente na cor rosada. O ratio (adimensional) (SST/AT) foi calculado pela razão sólidos solúveis totais e acidez titulável. O pH foi obtido por meio de leitura direta em pHmetro digital de bancada, Hanna, modelo pH21. A umidade (%) (U) foi obtida através da pesagem de

cerca de 10 g de polpa de banana em uma placa de Petri, em seguida a placa foi levada para estufa a 70 °C até atingir massa constante, sendo posteriormente resfriada em dessecador e pesada em balança semianalítica, o cálculo desse atributo foi obtido pela fórmula  $100 \times N/P$ , sendo P o peso da amostra inicial e N a perda de massa em gramas (AOAC, 2016).

### **Análises estatísticas**

Os dados para cada variável foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando significativos pelo teste F, os dados referentes às frequências de aplicação foram comparados mediante teste de médias (Tukey  $p < 0,05$ ), já as doses de biofertilizante foram submetidas à análise de regressão polinomial, selecionando-se os modelos com base na significância de seus termos e no valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Quando houve efeito significativo na interação entre tratamentos, procedeu-se o desdobramento da interação. A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Experimento I**

#### **Atributos de produção**

A análise de variância não detectou efeito significativo dos parâmetros estudados para a maioria das variáveis no primeiro ciclo de produção da bananeira 'Grande Naine'. Houve efeito para a produtividade do cacho e produtividade de pencas dentre as variáveis analisadas. No entanto, após análise de regressão, os modelos não se ajustaram aos dados. No terceiro ciclo, também foi observada significância ( $p < 0,05$ ) para o efeito isolado das doses para os atributos massa da penca (MP) e número de pencas (NP), no entanto, ambos também após análise de regressão não se ajustaram a nenhum modelo matemático (Tabela 3).

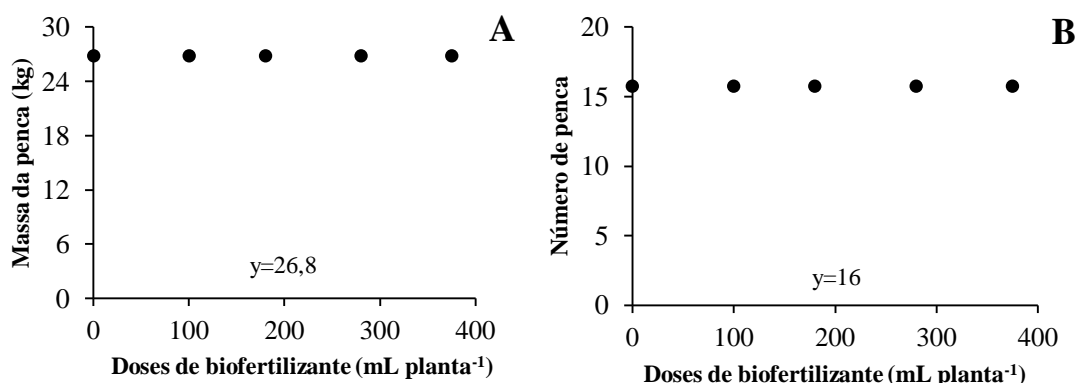
Tabela 3 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias, coeficientes de variação dos atributos de crescimento e produção para o 1º e 3º ciclos de produção da cv. Grande Naine. Cruz das Almas, BA. 2016/2018

1º ciclo (2016)										
FV	GL	Quadrado médio								
		MC	MP	NF	NP	CF	DF	NFol	ProdP	ProdC
Bloco	2	14,36 <sup>ns</sup>	12,59 <sup>ns</sup>	445,36 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	59,56*	69,77*
Frequência (F)	2	1,42 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	16,29 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	0,222 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>
Erro 1	4	15,79	13,3	867,69	2,22	2,82	0,578	0,89	8,13	9,18
Dose (D)	4	16,41 <sup>ns</sup>	14,39 <sup>ns</sup>	412,14 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	0,279 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	<b>37,86*</b>	<b>43,10*</b>
Interação (FxD)	8	8,43 <sup>ns</sup>	7,30 <sup>ns</sup>	273,51 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,206 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	24,60 <sup>ns</sup>	28,30 <sup>ns</sup>
Erro 2	24	137,97	118,67	4376,93	6,27	18,7	0,198	5,2	13,37	15,39
Total corrigido	44									
CV 1 (%)		11,7	11,97	10,94	8,9	4,14	7,26	10,3	11,62	11,09
CV 2 (%)		14,12	14,59	10,03	6,1	4,36	4,25	10,17	14,9	14,35
3º ciclo (2018)										
Bloco	2	126,42 <sup>n</sup>	136,37 <sup>n</sup>	329,00 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	11,00 <sup>ns</sup>	0,63	0,44 <sup>ns</sup>	586,42 <sup>ns</sup>	576,54
Frequência (F)	2	17,68 <sup>ns</sup>	24,73 <sup>ns</sup>	619,86 <sup>ns</sup>	2,21 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	2,91 <sup>ns</sup>	11,37 <sup>ns</sup>
Erro 1	4	22,79	14,38	271,48	0,67	6,37	0,63	0,82	19,38	17,79
Dose (D)	4	23,96 <sup>ns</sup>	<b>30,35*</b>	1397,72 <sup>ns</sup>	<b>2,92*</b>	9,50 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	113,42 <sup>ns</sup>	96,25 <sup>ns</sup>
Interação (FxD)	8	24,86 <sup>ns</sup>	16,05 <sup>ns</sup>	417,10 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>	6,04 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	82,70 <sup>ns</sup>	117,38
Erro 2	24	12,84	10,26	588,04	0,87	5,34	0,22	0,64	96,15	113,46
Total corrigido	44									
CV 1 (%)		16,43	14,13	10,29	8,62	11,11	6,85	17,87	9,98	8,84
CV 2 (%)		12,33	11,93	15,15	9,87	10,17	4,07	15,81	22,24	22,33

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; \* = Significância (p<0,05); \*\* = Significância (p<0,01); <sup>ns</sup> = Não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; F = Frequência de aplicação do biofertilizante; D = Doses do biofertilizante; MC = Massa do cacho (kg); MP = Massa da penca (kg); NF = Número de frutos por cacho; NP = Número de pencas por cacho; CF = Comprimento médio do fruto (mm); DF = Diâmetro médio do fruto (mm); NFol = Número de folhas vivas na colheita; ProdP = Produtividade da penca (t ha<sup>-1</sup>); ProdC = Produtividade do cacho (t ha<sup>-1</sup>).

A Figura 3 apresenta o comportamento da massa da penca e do número de pencas por cacho em função da aplicação de doses de biofertilizante no terceiro ciclo de produção da bananeira ‘Grande Naine’. É possível observar que nenhum modelo se ajustou aos dados e a média de MP e NP foi de 26,8 kg e 16,0 respectivamente. Diferente dos resultados encontrados por Baiea et al. (2015) que ao estudarem os parâmetros de produção da bananeira ‘Grande Naine’ em dois ciclos de cultivo em função de diferentes níveis de feldspato e combinações de biofertilizante observaram ajuste quadrático, obtendo massa da penca máxima de 35,47 e 32,16 kg nos dois ciclos consecutivos. Os aumentos verificados até a dose ótima de biofertilizante desse autor podem ser explicados pelas ações das substâncias húmicas, formadas a partir da aplicação do biofertilizante, que, de acordo com Nardi et al. (2002), podem exercer efeitos nas funções vitais das plantas e resultem, direta ou indiretamente, na absorção de íons e na nutrição mineral das plantas.

Figura 3 - Massa da penca (kg) (MP) (A); Número de penca (NP) (B) no 3º ciclo de produção da bananeira 'Grande Naine'. Cruz das Almas, BA, 2018



Embora os efeitos das doses do biofertilizante 'Vairo' sobre o número de frutos por cacho (NF) da bananeira 'Grande Naine' (1º e 3º ciclo) não terem sido significativos, observa-se, na Tabela 4, que houve uma tendência de aumento com o incremento da dose de biofertilizante até a dose 180 mL planta<sup>-1</sup> (3º ciclo), quando comparada ao 1º ciclo, essa dose supera em 17,0% essa variável, proporcionando 162 frutos por cacho, embora muito aquém da média apontada por Silva et al. (2016) que é de 220 bananas por cacho. Os resultados dessa pesquisa divergem dos encontrados por Silva et al. (2002) que verificaram uma redução no NF do 1º para o 2º ciclo da bananeira 'Nanica' em cultivo convencional, em média de 105 e 100 frutos por cacho no 1º e 2º ciclos, respectivamente, inferiores também aos observados nessa pesquisa.

O número de pencas por cachos (NP) foi de, aproximadamente, 8 e 9 por cacho, no 1º e 3º ciclo, respectivamente, valor próximo ao encontrado por Negreiros (2013) que observou aumento linearmente com o incremento da dose de biofertilizante, tendo havido acréscimo de 0,43 penca por cacho por aumento unitário da dose de biofertilizante, atingindo, na dose máxima, o total de 7,8 pencas por cacho no cultivo da bananeira 'Nanica' (1º ciclo) (Tabela 4).

O comprimento e diâmetro médio do fruto (CF) (Tabela 4) não apresentaram diferença significativa entre si dentro de cada ciclo da bananeira 'Grande Naine', variando de 20,4 a 20,7 cm no 1º ciclo e 22,65 a 22,77 cm no 3º ciclo de produção, havendo, portanto, superioridade de 10,8% do 3º ciclo sobre o 1º para o CF. Com relação ao diâmetro médio do fruto (DF) variou de 32,80 a 32,92 mm no 1º ciclo e de 37,75 a 37,98 mm no 3º ciclo, havendo, portanto, superioridade do 3º ciclo sobre o 1º de 15,2%. Corroborando com Santos et al. (2014) que verificaram superioridade do 3º

ciclo em relação ao 1º, de 3,4% e 5,9%, respectivamente, para o CF e DF quando estudaram o efeito de diferentes biofertilizantes no cultivo da bananeira nanicao.

A produtividade do cacho com as doses de biofertilizante ficou entre 33,65 a 34,11 e 46,78 a 48,37 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para o 1º e 3º ciclo da ‘Grande Naine’ (Tabela 4). Corroborando em termos produtivos com Coelho et al., (2011) em que a produtividade da ‘Grande Naine’ variou de 28 a 37 t ha<sup>-1</sup> no primeiro ciclo, entretanto, essas produtividades ficaram abaixo dos valores obtidos por Souza et al. (2004) e Coelho et al. (2006) que ficaram entre 54 e 62 t ha<sup>-1</sup>.

Tabela 4 - Valores médios de variáveis de produção para o 1º e 3º ciclos de cultivo de bananeira cv. Grande Naine em cada dose de aplicação de biofertilizante. Cruz das Almas, BA. 2016/2018

Doses/Atributos	NF	NP	CF	DF	PRODP	PRODC
1º Ciclo			(cm)	(mm)	(t ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )
0	135,05	8,39	20,26	32,92	30,34	33,86
100	134,61	8,37	20,24	32,88	30,15	33,65
180	134,39	8,37	20,27	32,89	30,41	33,89
280	133,32	8,34	20,26	32,81	30,32	33,76
375	134,51	8,37	20,26	32,80	30,66	34,11
Doses/Variável	NF	NP	CF	DF	PRODP	PRODC
3º Ciclo			(cm)	(mm)	(t ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )
0	160,03	9,49	22,77	37,98	44,71	48,37
100	160,31	9,52	22,72	37,98	44,47	48,11
180	162,29	9,57	22,67	37,88	44,47	48,14
280	161,59	9,54	22,73	37,77	44,31	47,99
375	161,12	9,53	22,65	37,75	43,18	46,78

NF = Número de frutos por cacho; NP = Número de pencas por cacho; CF = Comprimento médio do fruto; DF = Diâmetro médio do fruto; ProdP = Produtividade da penca; Prodc = Produtividade do cacho.

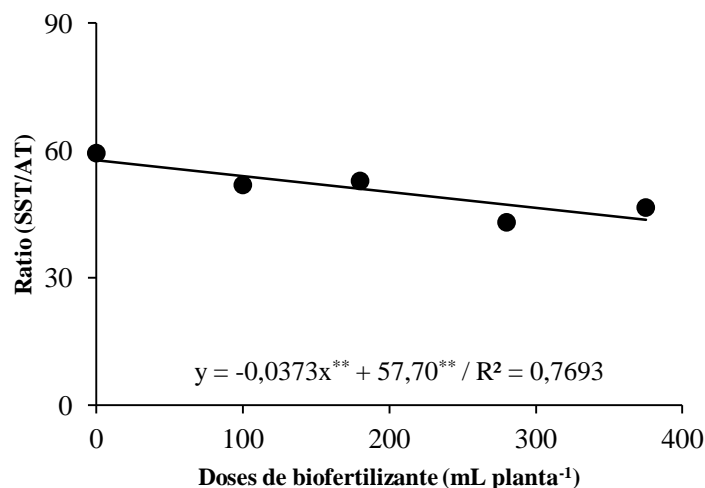
### Atributos de qualidade dos frutos

A análise estatística revelou que não houve efeito significativo sob nenhuma variável que caracterize a qualidade física e química dos frutos provenientes do primeiro ciclo de cultivo da banana ‘Grande Naine’ (AAA). Em relação ao terceiro ciclo, constatou-se efeito significativo ( $p < 0,01$ ), pelo teste F, das doses de biofertilizante apenas para as variáveis ratio (SST/AT) e pH da polpa (Anexo 1).

A equação de regressão ajustada aos dados experimentais do ratio (SST/AT), em relação às doses de biofertilizante, teve um comportamento linear, com coeficiente de determinação de 0,76 (Figura 4). Observa-se que, houve diminuição de 0,06 % do SST/AT por acréscimo unitário das doses de biofertilizante. A partir da dose de 100 mL planta<sup>-1</sup> a relação SST/AT dos frutos analisados ao final do terceiro ciclo apresentaram

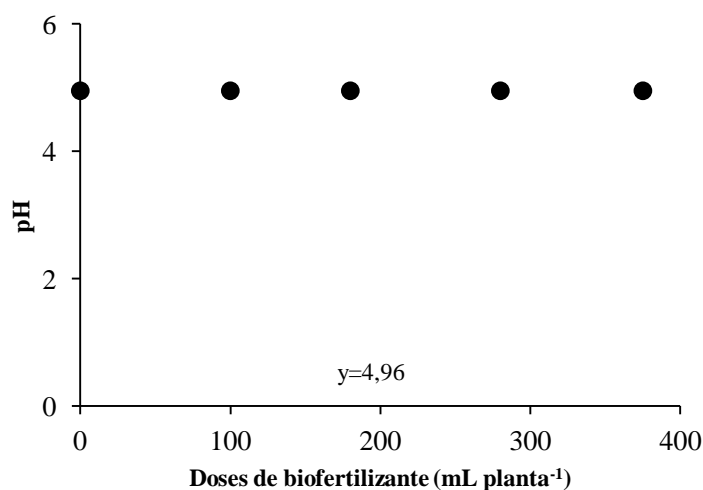
valores de 51,87 a 59,36, abaixo do encontrado por Medina (2004) de 203,7 em frutos de ‘Grande Naine’, porém próximos ao valor ideal considerado para consumo in natura que é de 44,21.

Figura 4 - Ratio (SST/AT) no 3º ciclo de produção da bananeira ‘Grande Naine’ fertirrigada via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2018



No terceiro ciclo de cultivo, nenhum modelo se ajustou aos dados de pH da polpa sendo observado valor médio de 4,96 (Figura 5).

Figura 5 – pH da polpa no 3º ciclo de produção da bananeira ‘Grande Naine’ fertirrigada via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2018



A frequência de aplicação e as doses do biofertilizante ‘Vairo’ não mostraram significância estatística sobre as variáveis SST, AT e SST/AT da bananeira ‘Grande Naine’. Na Tabela 5 estão apresentados valores médios das características físico-químicas registrado no 1º e 3º ciclo de cultivo. Verificou-se uma tendência de



diminuição para SST e AT de 4,3 e 4,7 %, respectivamente, quando comparados o 1º e o 3º ciclo, respectivamente. Ribeiro (1998) estudando diferentes doses de composto orgânico na bananeira, determinaram valores médios de sólidos solúveis totais para frutos de 23,42 %, portanto, superior ao valor máximo observado nessa pesquisa.

Tabela 5 - Valores médios das características físico-químicas para o 1º e 3º ciclos de cultivo de bananeira cv. Grande Naine fertirrigada via gotejamento. Cruz das Almas, BA. 2016/2018

Ciclo	SST (%)	AT (%)	SST/AT
1º	20,37	0,42	49,92
3º	19,49	0,40	50,73

SST = Sólidos solúveis totais; AT = Acidez titulável ; SST/AT = Ratio.

## Experimento II

### Atributos de qualidade dos frutos

A qualidade dos frutos da bananeira cv. BRS Platina não foi afetada pelos tratamentos estudados nos dois ciclos de cultivo ( $p>0,05$ ) (Anexo 2). Observa-se na Tabela 6, que os valores médios de sólidos solúveis totais (SST) constatados no presente trabalho tendem a diminuir 6,15 % quando comparado à evolução do 1º para o 2º ciclo. Contudo, foram superiores ao verificado por Oliveira (2010) que foi de 14,45 % para frutos da bananeira cv. BRS Platina. O teor de SST da banana aumenta até 27% no processo de maturação, com tendência de diminuição quando a fruta está num estágio elevado de maturação (BLEINROTH, 1995).

Tabela 6 - Valores médios dos atributos físico-químicos para o 1º e 2º ciclos de cultivo de bananeira cv. Grande Naine fertirrigada via microaspersão. Cruz das Almas, BA. 2017/2018

Ciclo	SST (%)	AT (%)	SST/AT
1º	20,14	0,64	31,81
2º	18,90	0,63	30,27

SST = Sólidos solúveis totais; AT = Acidez titulável ; SST/AT = Ratio.

## CONCLUSÕES

- ✓ A produção não foi afetada pelas frequências de aplicação e doses de biofertilizante no cultivo da ‘Grande Naine’ fertirrigada via gotejamento.

- ✓ As combinações das frequências de aplicação e doses do biofertilizante 'Vairo' por fertirrigação via gotejamento não mostraram efeito sobre os atributos de qualidade dos frutos para o 1º ciclo de cultivo da bananeira 'Grande Naine'.
- ✓ O ratio foi influenciado pelas doses do biofertilizante 'Vairo' no terceiro ciclo de cultivo da bananeira 'Grande Naine'.
- ✓ Os atributos físico-químicos não foram influenciados pelas doses de biofertilizante no cultivo da 'BRS Platina' fertirrigada via microaspersão.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO - Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 20.ed. Rockville.: Association of Analytical Chemistry. 3100p. 2016.

BAIEA, M. H. M.; EL-GIOUSHY, S. F. Effect of some different sources of organic fertilizers in presence of Bio-fertilizer on growth and yield of banana cv. Grande Naine plants. **Middle East Journal of Agriculture Research**, v.4, p.745-753, 2015.

BLEINROTH, E. W. Banana: cultura, matéria- -prima, processamento e aspectos econômicos. 2.ed. rev. e ampl. Campinas: ITAL, 1995. 302 p.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Nutrição e adubação na cultura da banana na região Nordeste do Brasil. **Tópicos sobre nutrição e adubação da cultura da banana**. Registro: UNESP, p.1-31, 2009.

CARVALHO-MARCILIO, H de.; RAMOS, M. J. M.; DE ANDRADE, A. L.; DA SILVA, E. C.; SANTOS, C. C dos. Efeito de biofertilizante no crescimento e na produção da bananeira 'farta velhaco', no sudoeste de mato grosso. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.4, p.131-135, 2014.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da.; LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, L. S. de. Produtividade e eficiência do uso da água das bananeiras 'Prata anã' e 'Grand nine' sob irrigação no terceiro ciclo no norte de Minas Gerais. **Irriga**, v.11, p.460-468, 2006.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, S. L. DE; COSTA, E. L. DA. Irrigação da bananeira. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. Anais ... Montes Claros: Ed. Unimontes, 2001. p.91-101.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

GAUR, V. Biofertilizer–necessity for sustainability. **J Adv Dev**, v.1, p.7-8, 2010.

MAHANTY, T.; BHATTACHARJEE, S.; GOSWAMI, M.; BHATTACHARYYA, P.; DAS, B.; GHOSH, A.; TRIBEDI, P. Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. **Environmental Science and Pollution Research**, v.24, p.3315-3335, 2017.

MEDINA, V. M. **Metodologia para avaliação de sólidos solúveis totais e acidez total titulável de banana**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO, E. Physiological effects of humic substances on higher plants. **SoilBiology&Biochemistry**, v.34, p.1527-1536, 2002.

NEGREIROS, K. V de. **Estudo comparativo dos efeitos de biofertilizantes no crescimento e produção da bananeira Nanica em dois ciclos sucessivos**. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias/Área de Concentração: Agrobioenergia e Agricultura Familiar.). Universidade Estadual da Paraíba, 2013.

OLIVEIRA, C. G. de. **Caracterização pós-colheita de banana prata-anã e seu híbrido PA42-44 armazenados sob refrigeração**. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claro, 2010.

PBMH e PIF. Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006.

RIBEIRO, D. E. **Avaliação sensorial de frutos de cultivares e híbridos de bananeiras (*Musa spp*)**. 1998. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1998.

SANTOS, H. G dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C do.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R.; CUNHA, T. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 530 p.

SANTOS, J. G.; ANDRADE, R.; GALDINO, P. O.; LINHARES, A. S.; MAIA, P. M.; DE LIMA, A. S. Qualidade da produção da bananeira Nanicão em função do uso de biofertilizantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.387-393, 2014.

SAVCI, S. An agricultural pollutant: chemical fertilizer. **International Journal of Environmental Science and Development**, v.3, p.77-80, 2012.

SILVA, S. O de e.; AMORIM, E. P.; BORGES, A. L. Cultivares. In: In: FERREIRA, C. F.; SILVA; S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. **O agronegócio da banana** - Brasília, DF. Embrapa, 832p.; 2016, Cap.5, p.139-170.

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

SOLIMAN, S. S.; ABO-SEDERA, S. A.; EL-SONBATY, M. R. Improvement the growth, productivity and fruit quality of maghrabi banana by biofertilizer application. **Egypt. J. SoilSa**, v.46, p.237-254, 2006.

SOUSA, V. F.; VELOSO, M. E.; VASCONCELOS, L. F. L.; RIBEIRO, V. Q.; SOUZA, V. A. B.; ALBUQUERQUE JÚNIOR, B. S. Nitrogênio e potássio via água de irrigação nas características de produção da bananeira 'Grande Naine'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.865-869,2004.

TORRES, P. B.; MEDEIROS, A de. S.; DINIZ, M. S.; ALVES, F. I dos. S.; SANTOS, J. G dos. Influencia da aplicação de biofertilizantes na qualidade da produção da bananeira nanica (1º ciclo). **Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL)**, v.9, p.127-132, 2014.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bananeira é uma cultura chave para o Brasil, em função da sua importância econômica e social. Assim tecnologias de baixo custo (econômico e ambiental) que possam incrementar sua produção são fundamentais para os bananicultores principalmente os que praticam a agricultura familiar. Por isso, este trabalho buscou adequar estratégias direcionadas ao manejo da irrigação focando na quantidade e periodicidade de aplicação do biofertilizante tipo 'Vairo'. Em três capítulos foram estudados os efeitos de doses e frequências de aplicação de biofertilizante sobre atributos físicos, químicos, biológicos do solo e de produção e qualidade de frutos da cv. Grande Naine e das doses sobre os mesmos atributos para a cv. BRS Platina. De forma geral, os resultados indicam que a aplicação de biofertilizante melhora os atributos avaliados. No entanto, são necessários novos estudos para melhor investigação da interação das doses com as frequências de aplicação com intuito visando assim aumentar a compreensão das estratégias estudadas e estabelecer um protocolo eficiente de utilização do biofertilizante 'Vairo' no cultivo da bananeira.

# **Anexo**

Anexo 1 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para qualidade dos frutos, no 1º e 3º ciclo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via sistema de irrigação por gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2016 e 2018

Quadrado médio																	
1º ciclo (2016)																	
FV	GL	MP	NF	MFF	MFP	CF	DF	DP	IA	RPC	EC	RenP	SST	AT	SST/AT	pH	U
Bloco	2	199926,87 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	1227,55 <sup>ns</sup>	269,69 <sup>ns</sup>	4,79 <sup>ns</sup>	6,98 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>	39,99 <sup>ns</sup>	8,79 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	13,76 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	143,92 <sup>ns</sup>
Frequência (F)	2	120511,67 <sup>ns</sup>	13,16 <sup>ns</sup>	42,57 <sup>ns</sup>	20,20 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	1,99 <sup>ns</sup>	7,81 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	5,14 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	12,05 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	3,72 <sup>ns</sup>
Erro 1	4	63368,53	9,96	179,01	86,89	0,79	2,32	9,66	0,04	0,05	1,56	4,43	1,36	0,008	116,46	0,06	25,33
Dose (D)	4	140383,98 <sup>ns</sup>	5,48 <sup>ns</sup>	307,44 <sup>ns</sup>	127,64 <sup>ns</sup>	2,44 <sup>ns</sup>	2,12 <sup>ns</sup>	15,97 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	5,50 <sup>ns</sup>	9,52 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	52,06 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	7,81 <sup>ns</sup>
Interação(FxD)	8	195742,78 <sup>ns</sup>	8,04 <sup>ns</sup>	137,84 <sup>ns</sup>	47,97 <sup>ns</sup>	1,90 <sup>ns</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	6,67 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	11,83 <sup>ns</sup>	3,77 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	63,19 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	85,38 <sup>ns</sup>
Erro 2	24	120051,39	6,12	254,85	104,99	1,94	1,92	8,65	0,17	0,04	1,23	5,88	5,37	0,006	98,60	0,07	69,33
Total corrigido	44																
CV 1 (%)		11,48	18,16	10,82	11,37	4,56	4,24	11,07	3,76	11,25	32,04	3,17	5,74	22,52	21,62	4,96	6,84
CV 2 (%)		15,80	14,24	12,91	12,50	7,17	3,86	10,47	7,59	10,41	28,41	3,65	11,38	18,67	19,89	5,24	11,31
3º ciclo (2018)																	
Quadrado médio																	
FV	GL	MP	NF	MFF	MFP	CF	DF	DP	IA	RPC	EC	RenP	SST	AT	SST/AT	pH	U
Bloco	2	680308,36 <sup>ns</sup>	3,82 <sup>ns</sup>	1696,16 <sup>ns</sup>	2711,98 <sup>ns</sup>	16,91 <sup>ns</sup>	7,25 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	3,61 <sup>ns</sup>	1194,94 <sup>ns</sup>	14,56 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	333,00 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	104,18 <sup>ns</sup>
Frequência (F)	2	294105,69 <sup>ns</sup>	8,96 <sup>ns</sup>	762,24 <sup>ns</sup>	2290,16 <sup>ns</sup>	2,08 <sup>ns</sup>	5,05 <sup>ns</sup>	3,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	1444,19 <sup>ns</sup>	3,56 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	220,28 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	80,22 <sup>ns</sup>
Erro 1	4	458771,82	11,22	654,26	4818,82	2,65	1,55	0,10	0,22	0,05	0,25	1121,71	11,50	0,012	393,49	0,29	103,35
Dose (D)	4	363960,76 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>ns</sup>	225,50 <sup>ns</sup>	3744,27 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	3,48 <sup>ns</sup>	3,01 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	1090,11 <sup>ns</sup>	13,60 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	<b>351,81<sup>**</sup></b>	<b>0,56<sup>**</sup></b>	68,94 <sup>ns</sup>
Interação(FxD)	8	453730,36 <sup>ns</sup>	2,79 <sup>ns</sup>	562,82 <sup>ns</sup>	3356,28 <sup>ns</sup>	4,95 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	4,05 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	1043,77 <sup>ns</sup>	8,59 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	88,22 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	32,60 <sup>ns</sup>
Erro 2	24	390966,22	6,37	859,94	3644,88	5,36	6,98	4,00	0,29	0,11	0,50	1156,52	5,95	0,006	103,37	0,13	94,28
Total corrigido	44																
CV 1 (%)		20,60	18,29	14,47	54,39	7,62	3,29	1,03	8,27	8,27	14,27	46,22	17,40	27,46	39,10	10,85	13,54
CV 2 (%)		19,02	13,78	16,58	47,30	10,83	6,97	6,47	9,45	9,45	20,25	46,94	12,51	19,04	20,04	7,16	12,93

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; \* = (p<0,05); \*\* = (p<0,01); <sup>ns</sup> = não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; F = Frequência de aplicação do biofertilizante; D = Dose do biofertilizante; MP = Massa da penca (kg); NF = Número de frutos; MFF = Massa fresca do fruto (g); MFP = Massa fresca da polpa (g); CF = Comprimento do fruto (mm); DF = Diâmetro do fruto (mm); DP = Diâmetro da polpa (mm); IA = Índice de alongamento; RPC = Relação polpa casca; EC = Espessura da casca (mm); RenP = Rendimento da polpa (%); SST = Sólidos solúveis totais (%); AT = Acidez titulável (g 100 g<sup>-1</sup>); SST/AT = Ratio; pH = potencial hidrogeniônico; U = Umidade (%).

Anexo 2 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para qualidade dos frutos, no 1º e 2º ciclo da bananeira, 'BRS Platina', fertirrigada com biofertilizante via sistema de irrigação por microaspersão. Cruz das Almas, BA, 2017 e 2018

		Quadrado médio															
		1º ciclo (2017)															
FV	GL	MP	NFP	MFF	MFP	CF	DF	DP	IA	RPC	EC	RenP	SST	AT	RATIO	pH	U
Bloco	4	110261,36 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	741,11 <sup>ns</sup>	229,57 <sup>ns</sup>	298,79 <sup>ns</sup>	3,45 <sup>ns</sup>	2,38 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	36,19 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	3,76 <sup>ns</sup>
Dose (D)	4	38916,16 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>ns</sup>	302,14 <sup>ns</sup>	124,33 <sup>ns</sup>	85,91 <sup>ns</sup>	10,69 <sup>ns</sup>	4,46 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	3,22 <sup>ns</sup>	2,61 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	12,05 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	3,60 <sup>ns</sup>
erro	16	63692,66	1,19	336,56	140,61	121,66	8,00	2,43	0,14	0,01	0,87	2,31	2,43	0,004	73,01	0,02	2,62
Total	24																
CV(%)		12,99	8,72	11,68	12,69	5,95	6,97	4,90	8,21	6,36	21,4	2,55	7,8	10,2	27,92	2,7	2,21
		2º ciclo (2018)															
		Quadrado médio															
FV	GL	MP	NFP	MFF	MFP	CF	DF	DP	IA	RPC	EC	RenP	SST	AT	RATIO	pH	U
Bloco	4	754459,44 <sup>ns</sup>	6,36 <sup>ns</sup>	685,39 <sup>ns</sup>	253,86 <sup>ns</sup>	396,20 <sup>ns</sup>	26,55 <sup>ns</sup>	2,64 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	4,62 <sup>ns</sup>	3,77 <sup>ns</sup>	4,12 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	6,27 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	74,13 <sup>ns</sup>
Dose (D)	4	95958,04 <sup>ns</sup>	5,46 <sup>ns</sup>	276,36 <sup>ns</sup>	143,83 <sup>ns</sup>	29,56 <sup>ns</sup>	23,94 <sup>ns</sup>	3,51 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	6,15 <sup>ns</sup>	8,17 <sup>ns</sup>	2,08 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>	25,49 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	76,45 <sup>ns</sup>
erro	16	370343,79	3,96	473,44	184,64	338,19	15,98	5,40	0,26	0,03	3,27	11,30	2,62	0,006	17,54	0,03	40,90
Total	24																
CV(%)		25,91	14,09	13,39	14,30	9,52	9,90	7,60	10,57	11,46	36,89	5,74	8,57	12,24	13,84	4,10	9,05

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; \* = Significância (p<0,05); \*\* = Significância (p<0,01); <sup>ns</sup> = não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; MP = Massa da penca (kg); NFP = Número de frutos por penca; MFF = Massa fresca do fruto (g); MFP = Massa fresca da polpa (g); CF = Comprimento do fruto (mm); DF = Diâmetro do fruto (mm); DP = Diâmetro da polpa (mm); IA = Índice de alongamento; RPC = Relação polpa casca; EC = Espessura da casca (mm); RenP = Rendimento da polpa (%); SST = Sólidos solúveis totais (%); AT = Acidez titulável (g 100 g<sup>-1</sup>); Ratio = SST/AT; pH = potencial hidrogeniônico; U = Umidade (%).