

ATIVIDADE DA MICROBIOTA DO SOLO E DESENVOLVIMENTO  
DE MUDAS DE BANANEIRA BIOFERTIRRIGADAS

JOÃO PAULO BEZERRA SARAIVA

**FEVEREIRO - 2009**  
**FORTALEZA - CEARÁ**  
**BRASIL**

Atividade da microbiota do solo e desenvolvimento de mudas de bananeira  
biofertilizadas

**JOÃO PAULO BEZERRA SARAIVA**

Dissertação submetida à Coordenação do  
Curso de Pós-Graduação em Agronomia,  
Área de Concentração em Solos e Nutrição  
de Plantas, da Universidade Federal do  
Ceará - UFC, como parte das exigências para  
a obtenção do título de Mestre.

FEVEREIRO - 2009

FORTALEZA - CEARÁ

BRASIL

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará.

---

João Paulo Bezerra Saraiva

Dissertação aprovada em: 17/02 /2009

---

Prof.<sup>a</sup> Vânia Felipe Freire Gomes – Doutora  
(Orientadora)

---

Prof. Paulo Furtado Mendes Filho - Doutor  
(Co-orientador)

---

Francisco Valderez Augusto Guimarães - Doutor  
(Examinador)

## AGRADECIMENTOS

- » À Deus, pela vida, oportunidades e saúde para amadurecer com mais esta batalha;
- » Aos meus pais Geraldo Saraiva Ribeiro e Maria Elizabet Tavares Bezerra Saraiva, pelo incentivo ao estudo, as lições de ética, cidadania e respeito ao próximo;
- » Às minhas irmãs Roselise, Ana Stella, Ana Raquel e Simone, e aos cunhados, Elmar, William e Paulo Roberto, e aos meus sobrinhos: Ana Clara, Rebeca, Artur, Júlio e a pequena Gabriela, pelo apoio e incentivo;
- » À Universidade Federal do Ceará, por tornar possível a conquista dessa qualificação acadêmica;
- » Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos;
- » Ao Banco do Nordeste do Brasil - BNB, pelo apoio financeiro ao Projeto de Pesquisa;
- » À Professora Vânia Freire Felipe Gomes, pela orientação, paciência e amizade construída durante o decorrer do curso;
- » Ao Professor Paulo Furtado Mendes Filho, pela orientação, amizade e confiança depositada durante a realização desse trabalho;
- » Ao Dr. Francisco Valderez Augusto Guimarães, pelo apoio e sugestões valiosas a esse trabalho;
- » Ao Professor Fernando Felipe Ferreyra Hernandez, pela disponibilização das plantas de bananeira micropropagadas, apoio e amizade durante a realização desse trabalho
- » Ao Professor José Valmir Feitosa, pela ajuda nas análises estatísticas e sugestões valiosas a esse trabalho;

- » Aos professores do Departamento de Ciência do Solo, pelos conhecimentos transmitidos e respeito;
- » À Fazenda Frutacor – Apodi, pela cessão da área utilizada no experimento: em especial à técnica em Agropecuária da Fazenda Frutacor – Apodi, Simone Moura, pela colaboração e apoio incondicional;
- » Aos laboratoristas Aldo Cirino, Geórgia, Franzé e Fátima, pela amizade construída e colaboração durante a realização desse trabalho;
- » Aos amigos do curso de Pós-Graduação turma 2007.1: Jocimar, Natanael, Elinete, Giovana pelo incentivo mútuo e amizade conquistada;
- » E aos amigos do curso de Pós-Graduação Geocleber, Francélio, Helon, Wilber, Kleiton, Deusiane, Tupinambá, Fernanda, Naélia, Camila, Gislaine, Erivan, Aldenia, Ana Paula, Pedro, Wesley;
- » Aos amigos dos laboratórios de Química e Microbiologia: Régis, David, Maia Neto, Emanuel Peixoto, Emanuel Dias, Jackson, Eudes, Áurea, Bruno, Raquel, Eloneide, e ao amigo kleiton Saraiva, pela amizade, ajuda durante a realização desse trabalho e pelo agradável convívio;
- » Às amigas Jamili e Ivanilda, pelos incentivos, amizade e conselhos para a elaboração desse trabalho;
- » Aos servidores técnico-administrativos da UFC, especialmente, do Departamento de Ciência do Solo e da FUNCEME, pelo convívio e ajuda no laboratório;
- » E, finalmente, a todos que direta ou indiretamente contribuíram com seu apoio indispensável para a realização dessa dissertação.

*“Cada dia, a natureza produz o suficiente para nossas carências. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário não haverá pobreza no mundo e ninguém morreria de inanição.”*

**Gandhi**

*À Deus, aos meus pais, Geraldo Saraiva Ribeiro e Maria Elizabet Tavares Bezerra Saraiva, minhas irmãs Roselise, Ana Stella, Ana Raquel e Simone e aos meus sobrinhos (Ana Clara, Artur, Rebeca, Júlio e Gabriela).*

*Dedico*

## Índice

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>3. HIPÓTESES</b>	<b>4</b>
<b>4. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
<b>4.1. A Cultura da banana</b>	<b>5</b>
<b>4.2. Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA)</b>	<b>9</b>
<b>4.3 O Biofertilizante</b>	<b>11</b>
<b>4.4. Biomassa Microbiana (BM)</b>	<b>12</b>
<b>4.5. Carbono da Biomassa Microbiana (CBM)</b>	<b>13</b>
<b>4.6. Respiração Basal do Solo (RBS)</b>	<b>13</b>
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>15</b>
<b>5.1. Local do Experimento</b>	<b>15</b>
<b>5.2. Instalação e condução do experimento</b>	<b>15</b>
<b>5.3. Análises de crescimento</b>	<b>19</b>
5.3.1. Altura da planta (Cm)	19
5.3.2. Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), Massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), Massa da matéria fresca da raiz (MFR) e Teor de água da parte aérea (TAPA).	20
5.3.3. Diâmetro do caule (mm)	20
<b>5.4. Determinações dos elementos minerais na planta</b>	<b>20</b>



<b>5.5. Determinações microbiológicas</b>	<b>20</b>
5.5.1. Colonização micorrízica arbuscular.	20
5.5.2. Carbono da Biomassa microbiana do solo (CBM)	20
5.5.3. Respiração Basal do Solo (RBS)	21
<b>5.6. Análise estatística</b>	<b>21</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>22</b>
<b>6.1. Análises de crescimento</b>	<b>22</b>
6.1.1. Altura da planta	22
6.1.2. Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e teor de água da parte aérea (TAPA).	29
6.1.3. Diâmetro do pseudocaule	38
<b>6.2. Determinações dos elementos minerais na planta</b>	<b>44</b>
<b>6.3. Determinações microbiológicas</b>	<b>54</b>
6.3.1. Colonização micorrízica arbuscular	54
6.3.2. Carbono da Biomassa microbiana do Solo (CBM)	60
6.3.3. Respiração Basal do Solo (RBS)	64
6.3.4. Quociente Metabólico ( $qCO_2$ )	66
<b>7. CONCLUSÕES</b>	<b>68</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>80</b>

## Lista de Figuras

- Figura 1- Área plantada, quantidade produzida e valor da produção de banana Brasil - 2001-2006. Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal 2001-2006. (Produção Agrícola Municipal, v.33, 2006).... 6
- Figura 2- Altura das plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 30 dias e Fase 2 aos 90 dias (coleta final do experimento). ..... 26
- Figura 3- Altura das plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 45 dias e Fase 2 aos 90 dias (coleta final do experimento). ..... 27
- Figura 4- Altura das plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 60 dias e Fase 2 aos 90 dias (coleta final do experimento). ..... 28
- Figura 5 - Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), e teor de água da parte aérea (TAPA) de plantas de bananeira cultivadas em uma mistura de solo+areia, nos períodos de 30 (T1 a T4), 45 (T5 a T8) e 60 dias (T9 a T12) após aclimação. Médias de três repetições. .... 30
- Figura 6 - Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), e teor de água da parte aérea (TAPA) nos períodos de 30, 45, 60 e 90 dias de aplicação de biofertilizante. Médias de seis repetições. .... 32
- Figura 7 - Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), teor de água da parte aérea (TAPA) e massa da matéria fresca da raiz (MFR), nos períodos de 30, 45 e 60 dias. O gráfico com a letra A está relacionado aos períodos, Fase 1, antes da aplicação e Fase 2 (B), depois da aplicação dos tratamentos. O gráfico com a letra (C) está relacionado com as doses na Fase 1 e (D) na Fase 2..... 37
- Figura 8- Diâmetro do pseudocaule de plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 30 dias e Fase 2 aos 90 dias(coleta final do experimento)..... 39
- Figura 9 – Diâmetro do pseudocaule de plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 45 dias e Fase 2 aos 90 dias (coleta final do experimento). .... 40

Figura 10 – Diâmetro do pseudocaule de plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 60 dias e Fase 2 aos 90 dias (coleta final do experimento).....	41
Figura 11 – Distribuição dos macronutrientes presentes na parte aérea de mudas de bananeira em relação ao Período (A) 30 e 60 dias Fase 1 e 30, 45 e 60 dias na Fase 2 e Doses (B) 0, 1, 2, 3 e 4 na Fase 1 e 0, 1, 2 e 3 na Fase 2. ....	50
Figura 12 – Distribuição dos macronutrientes presentes na parta aérea das mudas de bananeira, nas duas fases do tratamento.....	53
Figura 13 - Colonização micorrízica arbuscular em mudas de bananeira, na segunda fase do experimento nos períodos de 30, 45 e 60 dias. *(Dados transformados em arco de seno de raiz de x).....	58
Figura 14 - Frequência de colonização micorrízica arbuscular em raízes de plantas de bananeiras nos períodos de 30, 45, 60 e 90 dias de cultivo em uma mistura solo-areia... 59	
Figura 15 – Variação do Carbono da Biomassa Microbiana entre os tratamentos nas duas fases do experimento.....	61
Figura 16 – Respiração basal para todos os tratamentos nas duas fases do experimento, em solo cultivado. ....	65
Figura 17 - Mudas de plantas de bananeiras aos dez dias depois de transplantadas.....	81
Figura 18 - Mudas de plantas de bananeiras após quarenta dias de transplantadas.....	81
Figura 19 - Mudas de plantas de bananeiras após sessenta dias de transplantadas. ....	82
Figura 20 – Radicelas de plantas de bananeiras colonizadas com estruturas de fungos micorrízicos arbusculares .....	82

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio, participação no total da produção nacional e valor da produção, segundo as principais Unidades da Federação produtores de banana - Brasil – 2007.....	7
Tabela 2 - Propriedades físico-químicas da mistura solo + areia utilizada como substrato no experimento.....	16
Tabela 3- Caracterização dos tratamentos utilizados no experimento, relacionando os diferentes períodos de avaliação. ....	18
Tabela 4 – Altura da parte aérea das plantas de bananeira cultivadas em Cambissolo Latossólico Eutrófico (mistura solo +areia) aos 30, 45 e 60 dias (Fase 1 e Fase 2) e as percentagens relativas à testemunha. Média de 9 repetições na Fase 1 e 6 repetições na Fase 2.....	24
Tabela 5 - Médias dos valores de massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e teor de água da parte aérea (TAPA) de mudas de bananeira, aos 30, 45, 60 dias antes da aplicação dos tratamentos (Fase 1). ....	29
Tabela 6 - Médias dos valores de massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), e teor de água da parte aérea (TAPA) de bananeira, nos períodos de 30, 45, 60 dias após aplicação do biofertilizante (Fase 2).....	31
Tabela 7 – Médias dos valores de massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), e teor de água da parte aérea (TAPA) nos períodos de 30, 45 e 60 dias (Fase 1) e (Fase 2). Médias avaliadas entre os períodos. ....	33

Tabela 8 – Médias dos valores de massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), e teor de água da parte aérea (TAPA), nos períodos de 30, 45 e 60 dias, (Fase 1) e (Fase 2). Médias avaliadas entre as doses. ....	35
Tabela 9 - Diâmetro do pseudocaule, na altura do colo da planta, em mudas de bananeira cultivadas em Cambissolo Latossólico Eutrófico, em uma mistura solo+areia e percentagens relativas ao controle. Média de 9 repetições na Fase 1 e 6 repetições na Fase 2.....	43
Tabela 10 - Teores dos macronutrientes na parte aérea de mudas de bananeira cultivadas em uma mistura solo+areia durante a Fase 1 do experimento.....	45
Tabela 11 - Teores dos macronutrientes na parte aérea de mudas de bananeira cultivadas em uma mistura solo - areia durante a Fase 2 do experimento.....	46
Tabela 12 – Teores de macronutrientes da parte aérea de planta de bananeira cultivadas em um substrato solo - areia, aos 30 e 60 dias após a aclimatação (Fase 1), e 30, 45 e 60 dias (Fase 2).....	48
Tabela 13 - Teores de macronutrientes da parte aérea das plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo - areia, em relação à dose do biofertilizante, na Fase 1.....	49
Tabela 14 - Interação entre doses e períodos de fertirrigação aplicado às mudas de bananeira com relação aos teores de nitrogênio na Fase 1 e nitrogênio e potássio na Fase 2.....	52
Tabela 15 – Número de esporos encontrados nos tratamentos. De 30 a 60 dias representa a Fase 1 do experimento, e 90 dias, a fase final do experimento, após a aplicação do biofertilizante. ....	54
Tabela 16 – Colonização micorrízica arbuscular em mudas de bananeira cultivadas em uma mistura solo + areia, durante as Fases 1 e 2 do experimento. ....	55
Tabela 17 – Colonização micorrízica das raízes de mudas de bananeiras, em relação à interação entre períodos X doses nos períodos de 30, 45 e 60 dias durante a Fase 1. ....	56
Tabela 18 - Colonização micorrízica de mudas de bananeiras em relação ao período nas Fases 1 e 2 do experimento.....	57

Tabela 19 - Colonização micorrízica das raízes de mudas de bananeiras, em relação à interação entre períodos X doses nos períodos de 30, 45 e 60 dias durante a Fase 2.....	57
Tabela 20 – Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) da mistura solo+areia, cultivada com mudas de bananeira, nas Fases 1 e 2 do experimento. ....	60
Tabela 21 – Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) em relação à interação entre as doses e o período de aplicação do biofertilizante, nas Fases 1 e 2 do experimento. ....	62
Tabela 22 – Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) em relação aos períodos de aplicação do biofertilizante, nas Fases 1 e 2 do experimento.....	62
Tabela 23 - Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) em relação às doses aplicadas, nas Fases 1 e 2 do experimento.....	63
Tabela 24 - Respiração basal acumulada (10 dias de incubação) na mistura solo – areia,cultivada com plantas de bananeira nas Fase 1 e 2 do experimento.....	64
Tabela 25 – Respiração basal do solo entre os períodos nas Fases 1 e 2. ....	65
Tabela 26 – Quociente metabólico (qCO <sub>2</sub> ) na mistura solo - areia cultivada com mudas de bananeira, em relação aos tratamentos aplicados nas Fases 1 e 2 do experimento. ....	66
Tabela 27 – Quociente metabólico (qCO <sub>2</sub> ) na mistura solo - areia cultivada com mudas de bananeira, em relação às doses aplicadas nas Fases 1 e 2 do experimento. ....	67
Tabela 28 - Quociente metabólico (qCO <sub>2</sub> ) na mistura solo+areia cultivada com mudas de bananeira, em relação ao período de aplicação nas Fases 1 e 2 do experimento.....	67

## **Atividade da microbiota do solo e desenvolvimento de mudas de bananeira biofertilizadas**

### **RESUMO**

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de banana (*Musa* sp.), sendo responsável por 10% de toda a produção mundial (FAO, 2002). Nessa perspectiva, percebe-se a necessidade de incrementar a sua produção, e dentre as estratégias adotadas, pode-se antecipar a fase de aclimação, por meio da associação de mudas de bananeiras com fungos micorrízicos arbusculares. Os biofertilizantes comumente se referem ao efluente resultante da fermentação aeróbia ou anaeróbia de produtos orgânicos puros ou complementados com produtos minerais. São utilizados na agricultura para vários fins, e sua aplicação promove a melhoria das propriedades físicas e químicas e estimulando a atividade biológica. Objetivou-se com o presente estudo avaliar o desenvolvimento de plantas de bananeiras submetidas à biofertilização, aplicada em diferentes estádios de seu desenvolvimento, e da atividade da microbiota de um Cambissolo Latossólico Eutrófico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao setor de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará (UFC). O solo utilizado no experimento foi coletado em uma área de mata nativa, situada em área de cultivo comercial de bananeira, pertencente à Fazenda Frutacor Apodi, localizada no município de Quixeré, Ceará. Foi considerado, para efeito de coleta, o solo a uma profundidade de 0 a 20 cm. Inicialmente, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo, onde foi realizada análise preliminar do solo para extração e quantificação das espécies de fungos micorrízicos arbusculares, que ocorriam de forma natural no solo. A análise constou da extração dos esporos, através da técnica de peneiramento úmido (Gerdemann & Nicolson, 1963). O experimento constou de 12 tratamentos, com 09 repetições; e 01 tratamento controle com 15 repetições, totalizando 123 parcelas. Decorridos 30, 45 e 60 dias após o plantio (DAP), foram retiradas 03 repetições dos tratamentos, respectivamente, para avaliação da colonização micorrízica radicular. No intervalo entre as etapas de plantio das mudas e início da aplicação do biofertilizante, foi aplicada solução nutritiva de Hewitt (1966) sem fósforo para todas as amostras, e para o tratamento controle (T13), foi aplicada solução nutritiva completa com fósforo, semanalmente, até 90 dias, após aclimação (Fase 1). A Fase 2, após a aplicação dos tratamentos supramencionados, constou da avaliação das seguintes características: crescimento, teor dos elementos minerais na planta, colonização micorrízica radicular (técnica de Phillips & Hayman, 1970 e Giovanetti & Mosse, 1980), determinação do carbono da biomassa microbiana (CBM) segundo Vance et al. (1987), a respiração basal do solo (RBS), quantificação de CO<sub>2</sub> liberado em mg de C-CO<sub>2</sub>/100 cm<sup>3</sup> de solo, durante o intervalo de tempo utilizado no monitoramento, e o quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) calculado pela razão entre a respiração basal e a biomassa microbiana-C (Anderson & Domsch, 1978). O experimento foi implantado por meio de um delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4. A mistura solo-areia recebeu biofertilizante em três épocas diferentes de aplicação (30,45 e 60 dias após o plantio das mudas), em quatro doses (0; 25; 50; 100%). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e comparações nas médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Após a avaliação dos resultados, concluiu-se que a biofertilização da bananeira pode ocorrer aos 30 dias

após o plantio, sendo a concentração de (100%), a mais adequada para o crescimento das plantas; O biofertilizante na dose de 100%, independente do período em que é iniciada, promoveu a produção de massa de matéria seca e os teores dos macronutrientes (N, P, K, S, Ca, Na e Mg). Os parâmetros microbiológicos não foram influenciados pelas doses, nem épocas de aplicação do biofertilizante, à exceção do quociente metabólico ( $qCO_2$ ) que foi menor quando aplicada a dose 100% do biofertilizante.

Palavras - chave: Banana (*Musa* sp), FMA, biofertilizante.



## **Activity of the microbiota of the soil and development of seedlings of banana tree biofertilizadoras**

### **Summary**

Brazil is a major producer of banana (*Musa* sp.), Accounting for 10% of the total world production (FAO, 2002). From this perspective, we see the need to increase their production, and among the strategies adopted, one can anticipate the acclimatization phase, through the association of banana seedlings with mycorrhizal fungi. Biofertilizers commonly refer to the effluent resulting from aerobic or anaerobic fermentation of organic products alone or supplemented with mineral products. They are used in agriculture for various purposes, and its application promotes the improvement of physical and chemical properties and stimulating biological activity. The objective of this study was to evaluate the development of banana plants subjected to biofertilizer irrigation applied at different stages of their development and activity of the microbiota of a Cambisol Latossólico Eutrophic. The experiment was conducted in a greenhouse belonging to the sector of Soil Microbiology, Department of Soil Science, Federal University of Ceará (UFC). The soil used in the experiment was collected in an area of native vegetation, located in the area of commercial cultivation of banana, belonging to the Frutacor Tableland Farm, located in the city of Quixeré, Ceará. Was considered, for purposes of collection, the soil to a depth of 0 to 20 cm. Initially, the samples were sent to the Laboratory of Soil Microbiology, Department of Soil Science, where it recognized soil preliminary analysis for extraction and quantification of species of mycorrhizal fungi occurring naturally in the soil. The analysis consisted of extraction of spores, using the technique of wet sieving (Gerdemann & Nicolson, 1963). The experiment consisted of 12 treatments with 09 replicates, and 01 control treatment with 15 repetitions, totaling 123 plots. After 30, 45 and 60 days after planting (DAP, were removed 03 repetitions of the treatments, respectively, for evaluation of the mycorrhizal root. In the interval between the stages of planting seedlings and early application of biofertilizer was applied nutrient solution Hewitt (1966) no phosphorus for all the samples and the control treatment (T13) were given a complete nutrient solution with phosphorus, weekly until 90 days after acclimatization (Phase 1). Phase 2, after application of the treatments mentioned above, the evaluation consisted of the following: growth, content of mineral nutrients in plant root colonization (technical Phillips & Hayman, 1970 and Giovanetti & Mosse, 1980), determination of soil microbial biomass (MBC) according to Vance et al. (1987), soil basal respiration (SBR), quantification of CO<sub>2</sub> released in mg C-CO<sub>2</sub>/100 cm<sup>3</sup> of soil, during the time interval used in monitoring, and metabolic quotient (qCO<sub>2</sub>) calculated by the ratio of respiration basal and microbial biomass-C (Anderson & Domsch, 1978). The experiment was carried out using a randomized block design in a factorial 3 x 4. The soil-sand mixture biofertilizer received in three different times of application (30,45 and 60 days after planting the seedlings), in four doses (0, 25, 50, 100%). The data were submitted to analysis of variance by F test and compare the means by Duncan test at 5% probability. After evaluating the results, we concluded that the biofertilization banana may occur 30 days after planting, and the 100% concentration the most suitable for plant

growth; The biofertilizer at 100% independent the period that is initiated, promoted the production of dry matter and the contents of macronutrients (N, P, K, S, Ca, Na and Mg). The microbiological parameters were not influenced by the doses or times of application of biofertilizer, except for the metabolic quotient ( $qCO_2$ ) which was lower when applied to 100% dose of biofertilizer.

Keywords: Banana (*Musa sp*), FMA, biofertilizer

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de banana, sendo responsável por 10% de toda a produção mundial, segundo a FAO em 2002. Por ser considerada uma das frutas mais consumidas no mundo, torna-se sempre indispensável o desenvolvimento de medidas que visem a um melhor aproveitamento dos recursos naturais, em face do uso indiscriminado de adubos minerais nesta cultura.

Na perspectiva de reduzir os custos de produção e de contribuir com a diminuição do consumo das reservas naturais do planeta, muitos estudos foram orientados para diminuir ou até substituir os fertilizantes minerais por biofertilizantes ou fertilizantes naturais (VILLELA JÚNIOR, ARAÚJO e FACTOR, 2003; NOMURA et al. 2009). Esses produtos, ao serem aplicados na cultura, atuam como fonte de micronutrientes para as plantas, tornando-as mais resistentes ao ataque de pragas e patógenos, agindo diretamente nos fitoparasitas, devido à presença de substâncias tóxicas (DELEITO et al. 2005).

Lima, Bellicanta e Moraes (2006) defenderam, em seu estudo, a aplicação de biofertilizante organomineral, demonstrando o impacto no crescimento das mudas de bananeiras. Entretanto, Hoffmann (2008) reforça a dificuldade de serem avaliados os benefícios dos biofertilizantes orgânicos pelo fato de muito ser feito de modo empírico, devendo, portanto, haver mais estudos nessa área.

A bananeira, por se tratar de uma espécie micotrófica, constitui, por exemplo, associações com fungos micorrízicos arbusculares (FMA), caracterizadas por

uma simbiose mutualística que, geralmente, promove uma maior absorção de nutrientes pelas plantas associadas.

Lins, Trindade e Rocha (2003) defendem que a utilização do fungo micorrízico *Gigaspora margarita* em plantas micropropagadas, antecipa a fase de aclimação, o que implica num desenvolvimento mais rápido das plantas e, conseqüentemente, redução do período de produção das mudas. Todavia, a sua produção em escala comercial, como inóculo, sofre limitações, estando pouco disponíveis, em função da natureza biotrófica desses fungos que crescem e se multiplicam somente na presença de raízes metabolicamente ativas (LEAL et al., 2005).

Neste trabalho foi proposta a utilização do biofertilizante aplicado em diferentes estádios do desenvolvimento da bananeira, com efeito direcionado para a avaliação do crescimento das plantas e da colonização micorrízica das raízes das bananeiras. A relevância desta pesquisa está em buscar otimizar a utilização dos recursos naturais da região de forma a tornar a atividade agrícola mais rentável, entretanto, sem comprometimento da sustentabilidade do ambiente.

## **2. OBJETIVOS**

- Avaliar o desenvolvimento de plantas de bananeiras associadas com FMA, e submetidas à biofertilização, aplicada em diferentes estádios de seu desenvolvimento.
- Analisar a atividade da microbiota associada ao Cambissolo Latossólico Eutrófico, utilizado no experimento.

### **3. HIPÓTESES**

1. O desenvolvimento de plantas de bananeiras pode ser incrementado, dependendo da fase de crescimento em que as plantas são adubadas com biofertilizante.
2. A colonização micorrízica arbuscular das raízes de plantas de bananeiras pode ser influenciada pelo biofertilizante.
3. A aplicação do biofertilizante pode influenciar a microbiota da rizosfera da bananeira.

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1. A Cultura da banana

O cultivo de bananas pelo homem teve início no sudeste da Ásia, desde tempos imemoriais, ao que se considera “o berço do cultivo de bananas”. A sua classificação *Musa* se divide em quatro espécies comestíveis: nanica ou nanicão (*M. cavendishii*), as bananas com alto teor de amido, consumidas após cocção (*M. paradisiaca*), incluem-se ainda as espécies com frutos ricos em amido, maiores e com menor quantidade de frutos nos cachos (*M. corniculata*), e as restantes (*M. sapientum*). Verifica-se, ainda, outra opção de classificação das espécies, considerando-as de acordo com sua origem, tendo como ponto de partida as bananeiras ancestrais (*M. acuminata* e *M. balbisiana*). A contagem de cromossomos existentes na célula é o critério classificador, para a situação mencionada (BARSA, 2009).

A bananeira se caracteriza por um caule suculento e subterrâneo (rizoma), cujo falso tronco (um pseudocaule) é formado pelas bainhas superpostas das suas folhas. Estas são grandes, de coloração verde-clara, brilhantes e de forma, em geral, oblonga ou elíptica. As flores dispõem-se numa espiga terminal, em torno do chamado “coração da bananeira”, com glomérulos androgínicos, apesar de, na prática, os glomérulos superiores funcionarem apenas como masculinos, e os inferiores, como femininos. Apresenta ainda brácteas em forma de espata. O fruto, conhecido como banana, é, na verdade, uma pseudobaga.

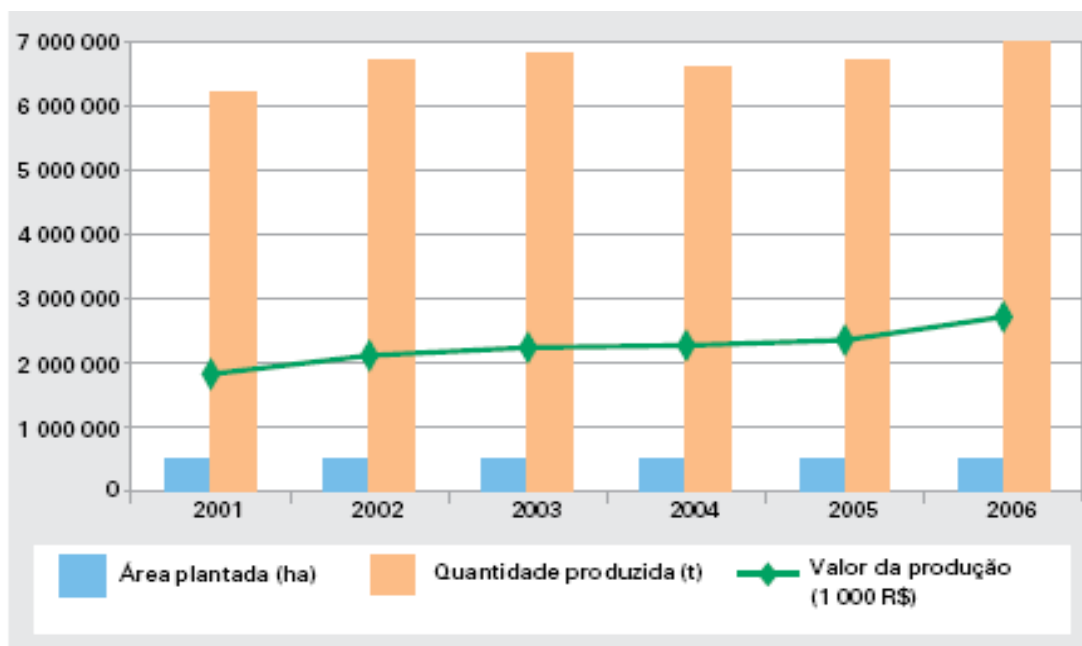
Considerada uma das frutas mais consumidas no mundo, a banana é produzida pela maioria dos países tropicais, estando presente em 124 países, de acordo com a FAO (2002). O Brasil é o segundo maior produtor, e detém cerca de 10% do total da produção mundial. Em 2007, o País produziu 7.098.353 toneladas de cachos de banana, o que

representou um incremento de 2,04%, relativamente à quantidade colhida no ano anterior. O rendimento médio nacional da cultura foi de 13672 kg de cachos/ha, e engloba as diferentes produtividades das diversas cultivares exploradas no País (IGBE – PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL, 2007)

Em razão do consumo diário difundido em várias regiões do mundo, tanto na forma in natura, cozida ou frita, sua produção comercial em plantações da América Central e da América do Sul reveste-se de uma grande importância, sendo hoje a terceira fruta no mundo em volume de produção, superada apenas pela uva e pela laranja (SILVA et al. 2006).

Atualmente as cultivares mais cultivadas são: Maçã, Prata, Pacovan, Prata-Anã, Mysore, Terra e D'Angola, pertencentes ao grupo genômico AAB, e Nanica, Nanicão e Grande Naine, do grupo AAA, utilizadas principalmente para exportação (SILVA et al. 2006)

Em 2007, foi colhida no Brasil uma área total de 515.346 hectares, sendo que os seis maiores estados produtores são: Bahia, São Paulo, Santa Catarina, Pará, Minas Gerais e Ceará. A Tabela 1 apresenta a área plantada, o valor da produção e quantidade produzida de cachos de banana em 2006, segundo IBGE (PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL, PAM, V. 33, 2006).



**Figura 1-** Área plantada, quantidade produzida e valor da produção de banana Brasil - 2001-2006. Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal 2001-2006. (Produção Agrícola Municipal, v.33, 2006).



A produção brasileira de banana está distribuída por todo o território nacional, sendo a Região Nordeste a maior produtora (40,10%), seguida das Regiões Norte (14,35%), Sudeste (28,22%), Sul (14,04%), Centro-Oeste (3,29%) (IBGE – Produção Agrícola Municipal, 2007). Os estados da Bahia e São Paulo são os maiores produtores da fruta, concentrando 35,32% da produção nacional. Na realidade nordestina, o Ceará encontra-se em segundo lugar em quantidade de cachos produzidos com 385.455 t, sendo superado apenas pelo estado da Bahia.

Em 2006, o estado da Bahia passou a ser o principal produtor nacional de bananas, ao responder por 17,0% da produção do País. Nesse estado, a produção cresceu 21,3% entre 2005 e 2006, vindo a somar 1.182.941 toneladas de cachos, superando São Paulo em cerca de 7 mil toneladas. Assinale-se, contudo, que o rendimento médio da cultura no estado de São Paulo é mais elevado do que na Bahia (22.040 kg de cachos/ha, em São Paulo, contra 14.641 kg/ha na Bahia) (PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL - PAM, V. 33, 2006).

A Tabela 1 apresenta dados da produção de 2007, referente ao Brasil e aos estados da Bahia, São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais, Pará e Ceará.

**Tabela 1** – Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio, participação no total da produção nacional e valor da produção, segundo as principais Unidades da Federação produtoras de banana - Brasil – 2007.

Principais UF produtoras de banana	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio (Kg/ha)	Participação no total da produção nacional (%)	Valor da produção (1000 R\$)
Brasil	519.187	515.346	7.098.353	13.672	100,00	2.910.157
Bahia	90.260	89.466	1.386.016	15.356	19,53	18,91
São Paulo	52.379	52.379	1.121.261	21.407	15,80	5,34
Santa Catarina	31.090	31.090	655.973	21.099	9,24	31,63
Pará	44.572	44.552	570.951	12.810	8,04	178.271
Minas Gerais	36.753	36.745	536.576	14.560	7,56	5,82
<b>Ceará</b>	<b>42.910</b>	<b>42.910</b>	<b>385.455</b>	<b>8.983</b>	<b>5,43</b>	<b>36,97</b>

Fonte: IBGE – Produção Agrícola Municipal – 2007.

A cultura da banana ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas no Brasil, superado apenas pelo cultivo da laranja (Produção Agrícola Municipal, v. 33, 2006). Ocupa a terceira posição em área colhida com 504.586 ha, antecedido pelas áreas cultivadas de laranja 805.903 ha e de castanha de caju 710.181 ha (PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL, V. 33, 2006).

A banana é consumida não apenas como sobremesa, e sim como alimento. Apresenta consumo *per capita* em torno de 25 kg/ano. Além de contribuir para a dieta alimentar de grande parte da população, desempenha importante papel socioeconômico tanto como geradora de renda quanto na fixação do homem no campo (FACELLI, 2003; ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2003).

Dados de 2006, da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – SECEX - MDIC, destacaram os principais estados exportadores: Santa Catarina (93.792 toneladas), Rio Grande do Norte (84.108 toneladas), Ceará (11.996 toneladas) e São Paulo (3.707 toneladas). Os principais destinos da fruta brasileira foram: Argentina, Reino Unido, Uruguai, Itália, Portugal, Países Baixos e Alemanha. Em análise comparativa ao ano seguinte, houve decréscimo na exportação em todos os estados, como decorrência da redução das compras do Reino Unido e Portugal, em parte devido ao aumento de preços (PEREZ, 2008).

Autores diversos atribuem os principais problemas que permeiam o cultivo da bananeira no Brasil à parca variedade comercial produtiva, com porte adequado e resistência às principais pragas e doenças. Há referências que destacam o inadequado manejo do sistema solo-água-planta; alterações de condutividade do solo, salinidade da água de irrigação, baixa incorporação de tecnologias para manutenção de níveis adequados de nutrientes durante o ciclo da planta, resultando em baixa produtividade, qualidade dos frutos, perdas pré e pós-colheita. (BRASIL et al. 2000; FACELLI, 2003; GONDIM et al. 2006; SILVA et al., 2006). Aliados a isso, as elevadas quantidades de nutrientes retirados do solo durante os vários ciclos produtivos da cultura podem comprometer ainda mais o equilíbrio nutricional da planta.

Martin-Prével (1964) e Gallo et al. (1972) *apud* Brasil et al. (2000) salientam que a extração de nutrientes do período juvenil até o lançamento do cacho é bastante acentuada, razão pela qual se verifica significativa redução na concentração dos elementos K, N, Ca, P e

Mg. Desses, o K e o N estão diretamente relacionados com o crescimento, produção e qualidade dos frutos da bananeira.

Damatto Junior et al. (2006) verificaram que os teores de nutrientes em folhas de bananeira Prata-anã apresentaram a seguinte ordem de concentração na época do florescimento das plantas:  $K > N > Ca > Mg > S > P$ . Por sua vez, o Nitrogênio é o nutriente responsável pelo aumento do número de folhas e suas dimensões, pelos números de pencas e de frutos de banana, pela emissão e crescimento dos rebentos.

#### **4.2. Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA)**

As associações micorrízicas arbusculares são caracterizadas por uma simbiose mutualística entre raiz e fungo, geralmente sem estado patogênico. Trata-se de uma simbiose quase universal, ocorrendo em cerca de 80% das espécies vegetais. Quando estabelecida a simbiose, ocorre troca de nutrientes entre o fungo e a planta hospedeira. As hifas desses fungos, devido a sua grande capacidade de ramificação, exploram o solo absorvendo água e nutrientes transferindo-os para a planta (DINIZ, 2007).

É importante salientar que a produção em escala comercial de inóculo sofre efeitos diretamente relacionados à natureza biotrófica desses fungos, uma vez que crescem e se multiplicam somente na presença de raízes metabolicamente ativas. Outro fator limitante reside na pouca disponibilidade de metodologias tecnicamente viáveis de inoculação do fungo no hospedeiro (LEAL et al. 2005).

As principais associações entre raízes de plantas superiores e fungos da ordem Glomales, são formadas por espécies de cinco famílias: Glomaceae, formada pelo gênero *Glomus*; Acauloporaceae, com os gêneros *Acaulospora* e *Entrphospora*; Gigasporaceae, com os gêneros *Gigaspora* e *Scutellospora*; Archaeosporaceae, com o gênero *Archeospora*; e Paraglomaceae, com o gênero *Paraglomus* (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

A importância das associações entre fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em fruteiras tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores, em razão da relação direta desta associação com a redução do tempo de transplântio das mudas ao campo, nutrição e seu rápido desenvolvimento, minimizando o uso de fertilizantes (COSTA et al, 2001; MATOS, SILVA e BRASIL, 2002; LEAL et al. 2005; BORGES et al, 2007).

Juniper e Abbott (2006), ao investigarem a tolerância dos fungos micorrízicos ao estresse salino, identificaram que os dois isolados de *Scutellospora calospora* utilizados obtiveram a germinação máxima dos esporos na presença de NaCl, utilizando-se a concentração de 300 mM, por sua vez, não houve germinação de *Acaulospora laevis* nos níveis do sal aplicados.

Diniz (2007), estudando os efeitos da inoculação com FMA sobre as plantas de seringueira, em termos de crescimento e de alterações biofísicas e anatômicas, encontrou que a micorrização com FMA *Glomus clarum* teve efeito benéfico sobre a altura e diâmetro dos caules das mudas, as taxas de transpiração, resistência estomática e temperatura média foliar.

A bananeira é uma espécie micotrófica, ou seja, em determinado estágio de desenvolvimento, pode ocorrer interação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA). No entanto, os FMA apresentam pouca ou nenhuma especificidade, no que diz respeito a interação planta-microrganismo. Assim, um fungo que colonize uma determinada espécie vegetal poderá colonizar qualquer outra que seja susceptível à simbiose (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

De um modo geral, o início da fase de aclimação é considerado o melhor momento para inoculação dos fungos micorrízicos em mudas, em razão de sua transferência da câmara de crescimento para a casa-de-vegetação, isso em acordo com a espécie de planta a ser produzida.

Lins et al. (2003), estudando estádios de desenvolvimento mais adequados para a inoculação com *Gigaspora margarita*, encontraram que este fungo se mostrou benéfico em qualquer estágio de crescimento, para o modelo utilizado, e que o início da fase de aclimação de mudas micropropagadas de bananeira pode ser antecipado pelo uso da inoculação com FMA em substrato adequado.

Borges et al. (2007), estudando a redução do Mal do Panamá (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) em bananeira-maçã por inoculação de FMA, também constataram o benefício com a inoculação prévia de *G. margarita*, na proteção da muda contra o seu agente causal.

### 4.3. O Biofertilizante

Os biofertilizantes comumente se referem ao efluente resultante da fermentação aeróbia ou anaeróbia de produtos orgânicos puros ou complementados com produtos minerais. São utilizados na agricultura para vários fins e sua aplicação promove a melhoria das propriedades físicas do solo, tornando-os mais soltos, com menor densidade aparente e estimulando as atividades biológicas.

Esses produtos, ao serem aplicados na cultura, atuam como fonte de macro e micronutrientes para as plantas, tornando-as mais resistentes ao ataque de pragas e patógenos (DELEITO et al. 2005).

Apesar da extensa área de cultivo com banana no Brasil, cerca de 515 mil hectares, segundo dados da Embrapa, não há dados disponíveis quanto à área cultivada sob manejo orgânico. Para que seja possível sistematizar as práticas mais diversas de manejo, faz-se necessário que o produtor orgânico atenda à Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008, referente aos sistemas orgânicos de produção animal e vegetal.

Nomura et al. (2009), ao utilizarem misturas como substrato e a fertilização suplementar, atribuíram às diferenças químicas, o crescimento diferenciado nas mudas de bananeira 'Prata-Anã', durante a aclimação. Todas as misturas testadas puderam ser recomendadas, entretanto, os autores salientaram que o teor de nutrientes da mistura deverá indicar a necessidade de adubação e o tipo de fertilizante mais adequado, seja substrato de liberação normal ou lenta.

A diminuição do consumo das reservas naturais do planeta, bem como a redução dos custos de produção, tem despertado o interesse de estudiosos, direcionando-os para a diminuição do uso dos fertilizantes minerais, substituindo-os, na medida do possível, por biofertilizantes ou fertilizantes naturais (VILLELA JÚNIOR, ARAÚJO e FACTOR, 2003).

A crescente preocupação com uso indiscriminado dos fertilizantes minerais e agrotóxicos, haja vista o risco de levar à escassez precoce de reservas naturais de alguns nutrientes essenciais para a agricultura, tem sido outro fator determinante para a busca de alternativas como, por exemplo, os biofertilizantes. Essa substituição tem proporcionado aumento de produtividade e controle de pragas e doenças das plantas (DIAS et al.; VILLELA JUNIOR. et al. 2003).

Os autores fazem referência, ainda, ao fato de que o efeito do biofertilizante líquido na produtividade e qualidade implica na melhora da produtividade de algumas espécies de em relação ao controle. Deleito et al. (2005) encontraram efeitos positivos estudando pimentão no desenvolvimento de mudas e controle da mancha bacteriana *Xanthomonas axonopodis* pv. *Vesicatoria*. Resultados satisfatórios também foram encontrados por Villela Junior et al. (2003) em meloeiro cultivado sem solo.

#### **4.4. Biomassa Microbiana (BM)**

Define-se biomassa microbiana de solo (BMS) como a parte viva da matéria orgânica do solo, com organismos menores do que 5.000  $\mu\text{m}^3$ . É considerado o componente que regula as transformações da matéria orgânica e o armazenamento de nutrientes através dos processos concomitantes de imobilização e mineralização (GONÇALVES, 2007; FIALHO, 2006).

Tanto as quantidades como a qualidade dos resíduos vegetais nos sistemas produtivos podem causar alterações na comunidade microbiana. Os microrganismos são sensíveis a essas modificações e, por isso, tornam-se adequados como indicadores biológicos (ALVARENGA, SIQUEIRA, DAVIDE, 1999). A taxa de respiração e teores de carbono orgânico e nitrogênio total devem ser associados a esses indicadores para que se possa avaliar a dinâmica da matéria orgânica (ESPÍNDOLA et al., 2006).

Estimativas a respeito da biomassa microbiana possibilitam associar nutrientes imobilizados com a fertilidade e potencial produtivo. Matsuoka et al (2003) identificaram, em seu estudo, a confiabilidade da utilização do carbono da biomassa microbiana, o carbono prontamente mineralizável e as atividades das enzimas  $\beta$ -glucosidase, fosfatase ácida e arilsulfatase como indicadores biológicos sensíveis, para identificar alterações no solo de acordo com os diferentes sistemas de uso da terra.

A avaliação da BM, conforme Powlson et al. (1987) *apud* Reis Junior e Mendes (2007) pode prover informações rápidas sobre mudanças nas propriedades orgânicas do solo, detectar mudanças causadas por cultivos e devastação de florestas, regenerar solos após a remoção superficial e avaliar os efeitos da poluição com metais pesados e pesticidas.

#### **4.5. Carbono da Biomassa Microbiana (CBM)**

A determinação do carbono da biomassa microbiana (CBM) possibilita avaliações do nível de degradação ou perda da capacidade produtiva de um determinado solo devido a sua função catalisadora (nas transformações bioquímicas do solo), e representa um compartimento lábil de muitos nutrientes que são reciclados rapidamente, com tempo de resistência bastante reduzido (AZEVEDO et al., 2007).

São importantes, sobretudo, para avaliar o tamanho do reservatório mais ativo e dinâmico da matéria orgânica do solo, sendo este constituído por fungos, bactérias e actinomicetos (REIS JUNIOR, MENDES, 2007).

O primeiro trabalho realizado a respeito da biomassa microbiana por determinação do C microbiano por unidade de peso do solo foi desenvolvido por Jenkinson & Powlson em 1976 (ANDRÉA, HOLLWEG, 2004), e descreve o método de extração de C após fumigação de amostras de solo com vapor de clorofórmio e comparação com a quantidade de C extraído de amostras não fumigadas.

A determinação do CBM representa o compartimento central do ciclo de carbono no solo e, de acordo com as condições edafoclimáticas do ecossistema e da composição dos resíduos vegetais sobre sua superfície, pode funcionar como compartimento de reserva (nutrientes facilmente disponíveis) ou como catalisador na decomposição da matéria orgânica (MAIA, 2006). Os valores de CBM indicam o potencial de reserva de C no solo, permitindo aferir o acúmulo ou perda de C em função do manejo ou da condição edáfica. Quanto maior o CBM, maior será a reserva de C no solo, o que expressa um menor potencial de decomposição da matéria orgânica FIALHO (2005).

Pelos valores obtidos em seu estudo, Alvarenga, Siqueira e Davide (1999) inferiram que todos os ecossistemas provocam alteração no equilíbrio ecológico do solo, em relação ao ecossistema natural de cerrado, o qual apresentou os maiores valores de biomassa carbono, carbono orgânico total e da relação C-microbiano / C-orgânico.

#### **4.6. Respiração Basal do Solo (RBS)**

O termo respiração do solo é definido como absorção de O<sub>2</sub> e/ou liberação de CO<sub>2</sub> por todas as entidades vivas e metabolizantes do solo. Comumente se considera a respiração

do solo como o resultado da atividade de bactérias, fungos, algas e protozoários no solo, incluindo as trocas gasosas, resultantes do metabolismo aeróbio e anaeróbio. É o método mais utilizado para quantificar a atividade metabólica nos solos. Diante disso, a opção de se medir o  $\text{CO}_2$ , ao invés do  $\text{O}_2$ , reside no fato de que o  $\text{CO}_2$  oferece informações da atividade de microrganismos tanto aeróbios quanto anaeróbios (MAIA, 2006).

A RBS está diretamente relacionada com as condições abióticas do solo, a exemplo, aeração, umidade e temperatura. Em estudo comparativo, Espíndola et al (2006), constataram a RBS maior em mata natural do que em área de mata cultivada, o que sugere uma alta atividade respiratória, indicativa de alta atividade biológica, convertendo-se em uma característica desejável, se considerada como um sinal de rápida decomposição de resíduos orgânicos em nutrientes disponíveis para as plantas.

A respiração, podendo ser avaliada através da liberação de  $\text{CO}_2$ , sendo dividida em dois tipos: respiração basal e respiração induzida pelo substrato (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Sua medição é considerada uma estimativa indireta da velocidade de decomposição da matéria orgânica ou de algum material adicionado ao solo (ALEF, 1995; SEVERINO et al., 2004).

A taxa de respiração por unidade de biomassa microbiana (BM), ou quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) permite determinar a eficiência na utilização dos recursos do ecossistema. Oferece um indicador de significativa relevância para controlar os fatores de “estresse” (condições desfavoráveis, como metais pesados, limitações de nutrientes, baixo pH) bem como fatores de perturbação (fluxo rápido de condições ambientais, ou seja, cultivo, queimada, etc) os quais induzem à redução da eficiência microbiana. Em linhas gerais, uma BM “eficiente” ( $<q\text{CO}_2$ ) tem uma menor taxa de respiração em relação a uma mesma BM “ineficiente” ( $>q\text{CO}_2$ ). Assim, um baixo  $q\text{CO}_2$  indica economia na utilização de energia, e supostamente, reflete um ambiente mais estável ou mais próximo do seu estado de equilíbrio (FIALHO, 2006).



## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1. Local do Experimento**

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação pertencente ao setor de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil. Segundo a classificação de Köeppen, apresenta-se com um clima do tipo Aw' e se localiza numa altitude de 20 m acima do nível do mar, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: latitude 3° 44' S e longitude 38° 33' W.

Durante a condução do experimento, as temperaturas mínimas e máximas da casa de vegetação estiveram entre 28,1°C e 34,7°C, respectivamente; e as temperaturas mínimas e máximas do solo em torno de 27,3°C e 32,4°C, respectivamente.

### **5.2. Instalação e condução do experimento**

O solo utilizado no experimento foi coletado em uma área de mata nativa, próxima a uma área de cultivo comercial de bananeira, pertencentes à Fazenda Frutacor Apodi, localizada no município de Quixeré, Ceará.

O tipo de solo predominante na região é o Cambissolo Latossólico Eutrófico, com uma textura do tipo franco-argilosa. Foi considerado, para efeito de coleta, o solo a uma profundidade de 0 a 20 cm. O solo foi submetido a secagem ao ar, destorroado, tamisado em malha de 2 mm, e então retiradas sub-amostras (Tabela 2) para a caracterização físicoquímica (EMBRAPA, 1997),.

**Tabela 2** - Propriedades físico-químicas da mistura solo + areia utilizada como substrato no experimento

-----Propriedades Físicas-----														
Composição Granulométrica g Kg <sup>-1</sup>				Argila Natural	Classificação textural	Grau de Flocculação g 100g <sup>-1</sup>	Densidade g cm <sup>-3</sup>		Umidade g 100g <sup>-1</sup>		pH		C.E	
Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	g Kg <sup>-1</sup>			Global	Partícula	0,033 MPa	1,5MPa	Água útil	Água	dS m <sup>-1</sup>	
420	170	240	170	20	Franco-arenosa	90	1,5	2,6	15,77	10,85	5,0	7,0	0,4	
-----Complexo Sortivo (cmolc Kg <sup>-1</sup> )-----										-----g Kg <sup>-1</sup> -----				
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	S	T	V(%)	PST	C (g/Kg)	N (g/Kg)	C/N	M O (mg/Kg)	P Assimilável mg Kg <sup>-1</sup>
14,5	2,0	0,1	1,8	0,0	0,0	14,1	14,1	100,0	1,0	12,42	1,28	10,0	21,44	6,0

Inicialmente, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo, para se obter uma análise preliminar do solo, proceder à extração de propágulos e quantificação das espécies de fungos micorrízicos arbusculares, ali produzidas de forma natural. A análise constou da extração dos esporos, a partir de 100g de solo, utilizando-se a técnica de peneiramento úmido (GERDEMANN & NICOLSON, 1963).

Após a extração dos esporos, foram preparadas lâminas para identificação, sob microscopia ótica de campo claro. Em seguida, estimaram-se as espécies nativas de FMA, presentes nas áreas onde estão estabelecidos os pomares. A quantidade de esporos encontrada constou de, aproximadamente, 1500 por 100 g de solo, desse modo, optou-se por misturar o solo com areia, de modo a reduzir a quantidade de solo a ser coletada.

As mudas de bananeira utilizadas foram produzidas através de micropropagação e depois de selecionadas e padronizadas, foram plantadas em solo natural, onde já existia uma população de fungos micorrízicos estabelecida e devidamente identificada, de acordo com as análises microscópicas. Efetuou-se o plantio em sacos plásticos, com capacidade para 5 litros, contendo uma proporção de 2:1 (solo: areia de rio), totalizando 5 kg da mistura. A areia foi peneirada e lavada várias vezes para diminuir a condutividade elétrica. Após o transplante, as mudas permaneceram em um período de aclimação de oito dias, com o intuito de favorecer o seu estabelecimento e minimizar os efeitos deletérios do estresse ocasionado pelo transplante.

O turno de rega e a quantidade de água a ser aplicada nas parcelas experimentais foram determinados observando-se a manutenção do solo, na capacidade de campo e ocorrência de percolação através dos furos dos sacos, com fração de lixiviação de 15% (AYRES & WESTCOST, 1999).

Previamente à aplicação do biofertilizante, foram retiradas 3 (três) repetições de cada tratamento. A análise de acompanhamento dos parâmetros avaliados no experimento se baseou no sorteio aleatório de mudas, utilizando-se da ferramenta “aleatório entre”, do Programa Microsoft Excel<sup>®</sup>. Desse modo, foram realizadas 09 repetições.

Para que, ao final, o grupo controle apresentasse igual número de repetições dos demais tratamentos, foram necessárias 15 repetições. O estudo totalizou, portanto, 123 parcelas, sendo 108 provenientes do experimento e 15 do tratamento controle (Tabela 3).

**Tabela 3-** Caracterização dos tratamentos utilizados no experimento, relacionando os diferentes períodos de avaliação.

Aplicação do biofertilizante			AVALIAÇÃO			
			Primeira	Segunda	Terceira	Quarta
Dias/Dose						
30 Sol. Nutritiva S/ P	0	T1	<b>30 dias/ 3 plantas</b>	Sem avaliação	Sem avaliação	90 Dias após o plantio/ 6 plantas
	1	T2				
	2	T3				
	3	T4				
45 Sol. Nutritiva S/ P	0	T5	Sem avaliação	<b>45 dias/ 3 plantas</b>	Sem avaliação	
	1	T6				
	2	T7				
	3	T8				
60 Sol. Nutritiva S/ P	0	T9	Sem avaliação	Sem avaliação	<b>60 dias/ 3 plantas</b>	
	1	T10				
	2	T11				
	3	T12				
Solução nutritiva completa C/ P s/ biofert.	0	T13	Com avaliação	Com avaliação	Com avaliação	

No intervalo entre as etapas de plantio das mudas e início da aplicação do biofertilizante, foi aplicada solução nutritiva de Hewitt (1966) sem fósforo para todas as amostras, e para o tratamento controle (T13), foi aplicada solução nutritiva completa com fósforo, semanalmente, até 90 dias, após aclimatação.

As doses do biofertilizante utilizadas seguiram a quantidade adotada na Fazenda FRUTACOR - APODI, ou seja, 700L/ha/semana, e nomeadas de O (0%), 1 (25%), 2 (50%), 3 (100%). Fracionou-se em três aplicações, perfazendo um total de 450 mL/ semana. A aplicação do biofertilizante ocorreu aos 30 dias (ÉPOCA 1), 45 dias (ÉPOCA 2) e aos 60 dias (ÉPOCA 3).

O biofertilizante utilizado constituiu-se de esterco de ovino (20%), EM4 (0,1Kg/m<sup>3</sup>), Stalle-aid (0,1 L/m<sup>3</sup>), farinha de osso (10 Kg/m<sup>3</sup>), açúcar (20 kg/m<sup>3</sup>) e FTE BR6 (1 Kg/m<sup>3</sup>), e preparado em tanques com capacidade para 10 m<sup>3</sup>. Após o preparo, foi mantido em repouso, entre 8 a 10 dias, e finalmente procedida a coleta do biofertilizante.

Os nutrientes encontrados no biofertilizante adotado compuseram-se de: 234,92 ppm de Na, 588,90 ppm de K, 0,03 ppm de S, 0,36 ppm de P, 0,90 ppm de Ca e 1,05 ppm de Mg, apresentando uma condutividade elétrica de 3,0 dSm<sup>-1</sup>.

O estudo subdividiu-se em duas Fases, 01 e 02, sendo a primeira, a avaliação da colonização micorrízica arbuscular, nas repetições dos tratamentos, segundo metodologia de Phillips & Hayman (1970), realizada 30, 45 e 60 dias após o plantio (DAP). Considerou-se Fase 2, o período compreendido após a aplicação dos tratamentos.

Durante a condução do experimento, nas diferentes épocas relacionadas, e ao final de 90 dias, por ocasião da coleta final das plantas, foram avaliadas as características de crescimento, teores dos elementos minerais na planta e as determinações microbiológicas nas plantas e no solo, colonização, respiração basal do solo, carbono da biomassa microbiana e quociente metabólico.

### **5.3. Análises de crescimento**

#### **5.3.1. Altura da planta (Cm)**

A altura das plantas foi determinada, semanalmente, tomando-se a medida do colo da planta até o ápice da última folha. Após 90 dias da instalação do experimento, foram coletadas as plantas e separadas em raiz, pseudocaule e folhas.

5.3.2. Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), Massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), Massa da matéria fresca da raiz (MFR) e Teor de água da parte aérea (TAPA).

O material foi pesado separadamente (raiz, pseudocaule e folhas), em seguida, colocado em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, durante 72 h, para obtenção da massa da matéria seca. O material seco (pseudocaule e folhas), após ser finamente moído, foi utilizado para determinação dos elementos minerais.

5.3.3. Diâmetro do caule (mm)

O diâmetro do caule das plantas foi determinado, semanalmente, com a utilização de um paquímetro, medido 5 cm acima do colo da planta.

#### **5.4. Determinações dos elementos minerais na planta**

Os teores totais de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S e Na) na parte aérea foram determinados de acordo com Malavolta et al. (1989).

#### **5.5. Determinações microbiológicas**

5.5.1. Colonização micorrízica arbuscular.

Para percentagem de colonização micorrízica nas raízes utilizou-se a técnica de Phillips & Hayman (1970). Em seguida, conforme Vierheilig et al. (1998), realizou-se a acidificação das raízes com ácido acético a 5 %, corando-as, finalmente, com tinta de caneta preta a 5 %. A quantificação foi realizada pela observação da presença de estruturas fúngicas na região do córtex radicular e estimadas de acordo com Giovanetti & Mosse (1980).

5.5.2. Carbono da Biomassa microbiana do solo (CBM)

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi determinado pelo método descrito por Vance et al. (1987), utilizando-se para a eliminação dos microrganismos, forno de microondas durante três minutos (Islam & Weil, 1998).

Para compensar as perdas de Carbono em CO<sub>2</sub> durante o armazenamento do solo, utilizou-se o fator de conversão (Kc) de 0,33 de acordo com Sparling & West (1988).

### 5.5.3. Respiração Basal do Solo (RBS)

A respiração basal do solo foi estimada após oito dias de pré-incubação, onde as amostras de solo eram mantidas a uma umidade de 60% da capacidade de retenção de água. O CO<sub>2</sub> produzido pela respiração do solo foi capturado por uma solução de NaOH 0,5 mol/L, procedendo-se a titulação com HCl 0,25 mol/L, tendo como indicador a fenolftaleína a 1%.

A quantificação de CO<sub>2</sub> liberado foi apresentada em mg de C-CO<sub>2</sub>/100 cm<sup>3</sup> de solo, durante o intervalo de tempo utilizado no monitoramento. A quantidade total de C-CO<sub>2</sub> produzida é igual ao somatório dos valores obtidos durante cada amostragem (MENDONÇA & MATOS, 2005). O quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) foi calculado pela razão entre a respiração basal e a biomassa microbiana-C (ANDERSON & DOMSCH, 1978).

## 5.6. Análise estatística

O experimento foi analisado, considerando-se um delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4. Constou de doze tratamentos (T1 a T12) e um controle (T13). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e realizadas comparações nas médias pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Os dados de colonização foram transformados em arcseno da raiz da percentagem, para uniformização da variância. Utilizou-se o sistema computacional SAS (SAS, 1988).

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesta seção, encontram-se apresentados e discutidos os resultados evidenciados, com base nos tratamentos 01 a 12, nas duas fases do experimento e do tratamento controle (T13), apenas na Fase 1. Com o intuito de favorecer uma análise quantitativamente significativa, optou-se pela sua exclusão, durante a análise da Fase 2, por este apresentar um número de repetições inferior aos demais tratamentos, e não oferecer representatividade estatística.

### **6.1. Análises de crescimento**

#### **6.1.1. Altura da planta**

Na Tabela 4, encontram-se os dados de altura e percentual relativo para as mudas de bananeira, cultivados em uma mistura solo+areia nas Fases 1 e 2.

Na Fase 1, os tratamentos da ÉPOCA 1 (DO-30DIAS, D1-30DIAS, D2-30DIAS e D3-30DIAS), apresentaram altura semelhante, o que pode ser visualizado por meio do cálculo do percentual relativo entre os tratamentos (100 a 109%). Os tratamentos DO (12,52cm) e D3 (13,64cm) apresentaram menor e maior valor, respectivamente. Por sua vez, os tratamentos da ÉPOCA 2 (DO-45DIAS, D1-45DIAS, D2-45DIAS e D3-45DIAS), apresentaram alturas semelhantes (100 a 116%), nos tratamentos DO e D1, respectivamente. Mais adiante, os tratamentos da ÉPOCA 3 (DO-



60DIAS, D1-60DIAS, D2-60DIAS e D3-60DIAS), apresentaram alturas semelhantes, variando entre 100,00 e 108%, sendo que DO apresentou menor valor (23,59 cm) e D4, o maior valor (25,53 cm).

Na Fase 2, os tratamentos DO-30DIAS, D1-30DIAS, D2-30DIAS e D3-30DIAS apresentaram discreta variação na altura (100 a 109%), tendo DO-30DIAS (39,67 cm) o menor e D3-30Dias (43,06 cm) o maior valor. Os tratamentos DO-45DIAS, D1-45DIAS, D2-45DIAS e D3-45DIAS, apresentaram a menor variação de altura para a Fase 2 (100 e 107%), nos tratamentos D1-45DIAS (44,39 cm) e D3-45DIAS (47,37 cm), respectivamente. A análise dos tratamentos DO-60DIAS, D1-60DIAS, D2-60DIAS e D3-60DIAS demonstrou que as plantas apresentaram a maior variação da altura (100 e 115%), por sua vez, o menor valor apresentado pelo DO-60Dias (45,29 cm) e o maior em D3-60Dias (51,98 cm).

É oportuno enfatizar que para todos os períodos avaliados, quais sejam, 30, 45 e 60 dias após a biofertilização, as plantas que receberam a dose D3 (100%), apresentaram os maiores valores para a altura, verificados através do percentual relativo. Semelhantes resultados foram encontrados por Collard et al. (2001), ao estudarem o efeito do uso de biofertilizante Agrobio na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* deg). Esses autores identificaram que as plantas pulverizadas com biofertilizante apresentaram comprimento mais elevado.

Consoante resultado foi relatado por Etges et al. (2007), em seu estudo acerca da avaliação do desenvolvimento em pomar de pêssgo, em transição para orgânico, após a aplicação de biofertilizante supermagro e calda sulfocálcica. Os autores demonstraram que a aplicação do biofertilizante e da calda sulfocálcica incrementou de forma significativa a altura entre os tratamentos por eles realizados, e salientaram que a aplicação de 21 em 21 dias forneceu os melhores resultados.

**Tabela 4** – Altura da parta aérea das plantas de bananeira cultivadas em Cambissolo Latossólico Eutrófico (mistura solo +areia) aos 30, 45 e 60 dias (Fase 1 e Fase 2) e as percentagens relativas à testemunha. Média de 9 repetições na Fase 1 e 6 repetições na Fase 2.

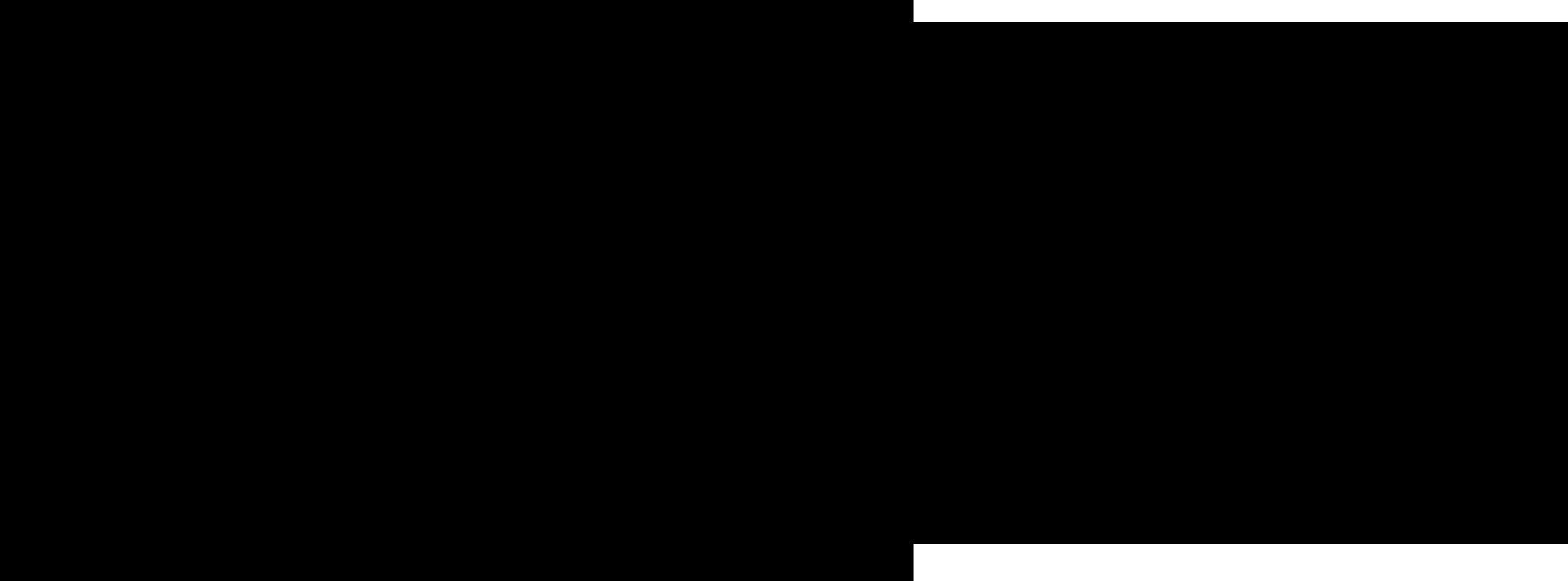
Fase 1								
Tratamento	30 Dias	Percentagens Relativas (%)	Tratamento	45 Dias	Percentagens Relativas (%)	Tratamento	60 Dias	Percentagens Relativas (%)
	Altura (cm)			Altura (cm)			Altura (cm)	
DO-30 Dias	12,52	100	DO-45 Dias	15,53	100	DO-60 Dias	23,59	100
D1-30 Dias	13,18	105	D1-45 Dias	17,97	116	D1-60 Dias	24,67	105
D2-30 Dias	12,58	101	D2-45 Dias	16,28	105	D2-60 Dias	23,64	100
D3-30 Dias	13,64	109	D3-45 Dias	16,97	109	D3-60 Dias	24,46	104
						D4-60 Dias	25,53	108


Fase 2								
Tratamento	30 Dias	Percentagens Relativas (%)	Tratamento	45 Dias	Percentagens Relativas (%)	Tratamento	60 Dias	Percentagens Relativas (%)
	Altura (cm)			Altura (cm)			Altura (cm)	
DO-30 Dias	39,67	100	DO-45 Dias	44,39	100	DO-60 Dias	45,29	100
D1-30 Dias	39,84	100	D1-45 Dias	45,88	103	D1-60 Dias	45,29	100
D2-30 Dias	40,09	101	D2-45 Dias	46,81	106	D2-60 Dias	47,56	105
D3-30 Dias	43,06	109	D3-45 Dias	47,37	107	D3-60 Dias	51,98	115

Durante a Fase 1, as plantas mostraram crescimento semelhante, porém na Fase 2, observa-se que os tratamentos D3-30DIAS, D3-45DIAS E D3-60DIAS apresentaram um maior crescimento em relação aos demais, isto sugere que o fato das plantas terem recebido a dose máxima (100%) do biofertilizante, pode ter contribuído diretamente para os achados do estudo em questão. Figura 2, Figura 3 e Figura 4, ilustram o crescimento da parte aérea das mudas ao longo período correspondente aos 30, 45, 60 e 90 dias de etapas da avaliação do experimento.

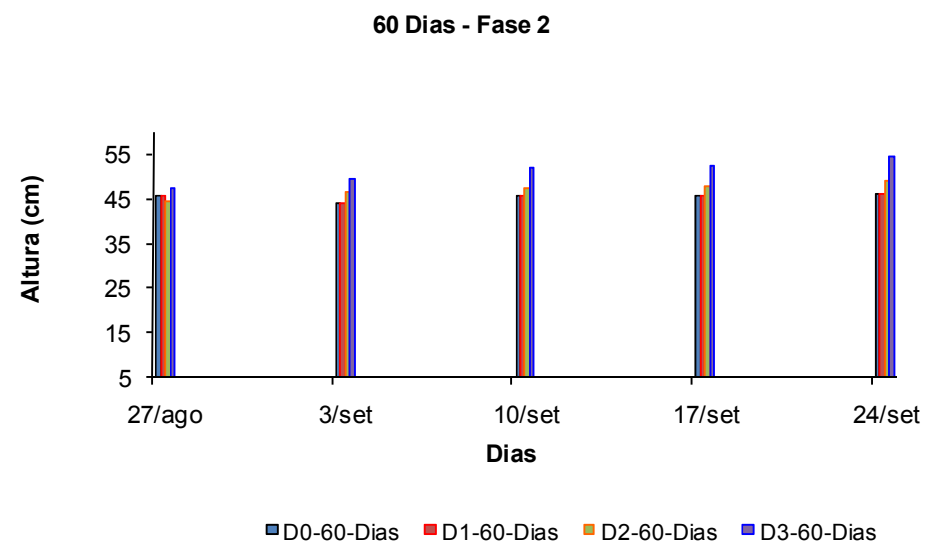
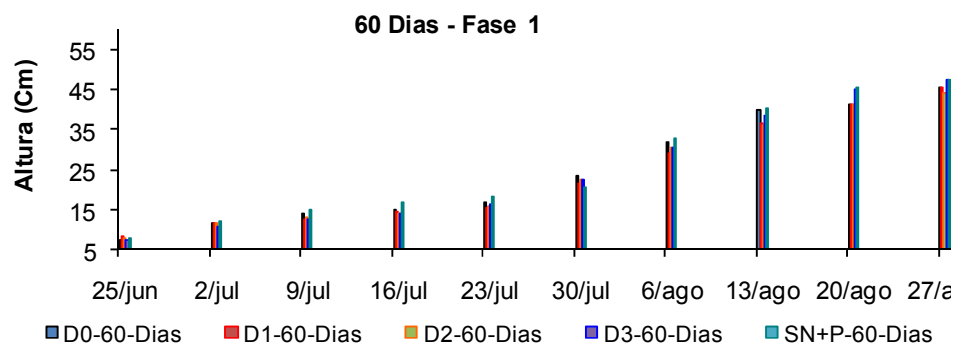
Com isso, pode-se inferir que as plantas biofertilizadas, 60 dias após o transplante, apresentaram um crescimento superior às demais, e a dose D3 (100%) ofereceu melhor resultado para esta variável, seguida das doses D2 e D1, respectivamente.



**Figura 2-** Altura das plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 30 dias e Fase 2 aos 90 dias (coleta final do experimento).



**Figura 3-** Altura das plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 45 dias e Fase 2 aos 90 dias (coleta final do experimento).



**Figura 4-** Altura das plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 60 dias e Fase 2 aos 90 dias (coleta final do experimento).

6.1.2 Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e teor de água da parte aérea (TAPA).

Durante a Fase 1, verificou-se que a MSPA das plantas, nos períodos de 30 e 45 dias, variaram entre 0,47 (D2-30-DIAS) e 2,16 (D3-45-DIAS), e o TAPA nas plantas, para estes dois períodos, variou entre 6,10 (D2-30-DIAS) e 24,90g (D3-45-DIAS). Atribuem-se tais variações aos diferentes estádios de desenvolvimento em que as mudas de bananeira se encontravam (30 e 45 dias, respectivamente). Por conseguinte, as plantas que apresentaram as menores médias (30 dias), em relação à MFPA, MSPA, TAPA e MFR, na Fase 1, foram utilizadas como controle, em relação à Fase 2.

Os dados obtidos na Fase 1 (Tabela 5) demonstraram pouca significatividade a diferença estatística encontrada dentro de cada período (30, 45 e 60 dias), entre os valores maior e menor, para MFPA (6,56 e 27,06g), MSPA (0,46 e 2,16g), TAPA (6,10 e 24,90g) e MFR (4,80 e 25,23g).

**Tabela 5** - Médias dos valores de massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e teor de água da parte aérea (TAPA) de mudas de bananeira, aos 30, 45, 60 dias antes da aplicação dos tratamentos (Fase 1).

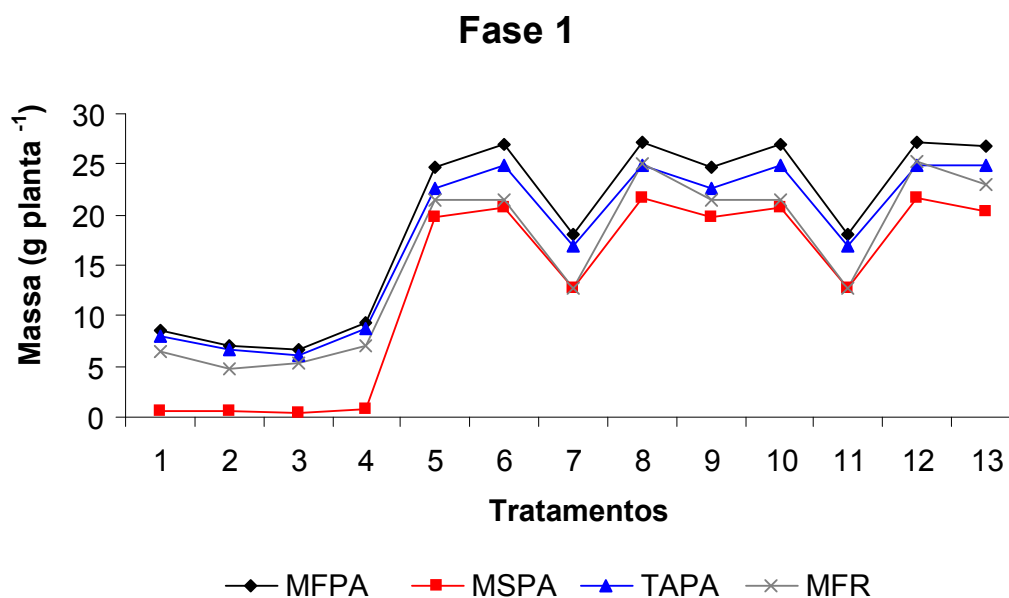
Tratamentos	Fase 1			
	MFPA (g planta <sup>-1</sup> )	MSPA (g planta <sup>-1</sup> )	TAPA (g planta <sup>-1</sup> )	MFR (g planta <sup>-1</sup> )
DO-30DIAS	8,53 c	0,63b	7,90bc	6,50 b
D1-30DIAS	7,06 c	0,50b	6,56 c	4,80 b
D2-30DIAS	6,56 c	0,46b	6,10 c	5,26 b
D3-30DIAS	9,36 bc	0,70b	8,66 bc	7,00 b
DO-45DIAS	24,60 ab	1,96a	22,63 ab	21,53 a
D1-45DIAS	26,93 a	2,06a	24,86 a	21,40 a
D2-45DIAS	18,10abc	1,26ab	16,83 abc	12,66 ab
D3-45DIAS	27,06 a	2,16 a	24,90 a	25,06 a
DO-60DIAS	24,60 ab	1,96 a	22,63ab	21,53 a
D1-60DIAS	26,93 a	2,06 a	24,86 a	21,40 a
D2-60DIAS	18,10abc	1,26 ab	16,83abc	12,66 ab
D3-60DIAS	27,06a	2,16 a	24,90 a	25,23 a
SN+P-60DIAS	26,86a	2,02 a	24,84 a	22,92 a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ . DO, D1, D2 e D3 estão relacionadas às diferentes doses de biofertilizante aplicado às plantas, respectivamente, nas concentrações (0, 25, 50 e 100%), nos períodos de 30, 45 e 60 dias após a aclimação.

Lessa et al. (2008) ressaltam a importância de se obterem as medidas de análise de crescimento (massa seca dos órgãos constituintes da planta), para identificação dos índices sobre o desempenho fisiológico do vegetal, a intervalos regulares, sem a necessidade, portanto, de recorrer a laboratórios e/ou equipamentos sofisticados.

Estratégias facilmente replicáveis oferecem importantes ferramentas para o profissional, em atuação junto à agricultura de subsistência, uma vez que pode contribuir para a eliminação de condutas nocivas ao solo e salvaguardar as culturas subsequentes da espoliação dos macro e micronutrientes.

A Figura 5 ilustra a MFPA, MFR, MSPA e TAPA, na fase anterior à aplicação dos tratamentos, e resalta o incremento dos seus valores no período 30 dias após a aclimação (T4-T5), não sendo significativos nos demais períodos.



**Figura 5** - Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), e teor de água da parte aérea (TAPA) de plantas de bananeira cultivadas em uma mistura de solo+areia, nos períodos de 30 (T1 a T4), 45 (T5 a T8) e 60 dias (T9 a T12) após aclimação. Médias de três repetições.



Durante a Fase 2, os valores da MFPA, MSPA, TAPA e MFR para o período de 30, 45, 60 e 90 dias ocorreram variações significativas nas médias dos tratamentos D1-60DIAS e D3-30DIAS, (69,35 e 102,48g) respectivamente, com relação à MFPA, e em termos percentuais, significou um acréscimo de 67,67% (Tabela 6).

A MSPA apresentou diferença estatística entre os tratamentos. Verificou-se que D3-30DIAS apresentou a maior média, enquanto D1-60DIAS, DO-45DIAS e D1-30DIAS, apontaram as de menores médias, com variação de 7,71 (D1-30DIAS) e 11,45g (D3-30DIAS). O teor de água da parte aérea (TAPA) apresentou diferença estatística entre os tratamentos, variando entre 61,60 (D1-60DIAS) e 91,03g (D3-30DIAS).

O tratamento D3-30DIAS diferiu estatisticamente quando comparado aos D1-30DIAS, DO-45DIAS e D1-60DIAS. A MFR variou entre 83,98 (D1-30DIAS) e 108,03g (D3-30DIAS), apresentando diferença estatística, principalmente entre os tratamentos D3-30DIAS em comparação aos D1-30DIAS e D1-60DIAS.

**Tabela 6** - Médias dos valores de massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), e teor de água da parte aérea (TAPA) de bananeira, nos períodos de 30, 45, 60 dias após aplicação do biofertilizante (Fase 2).

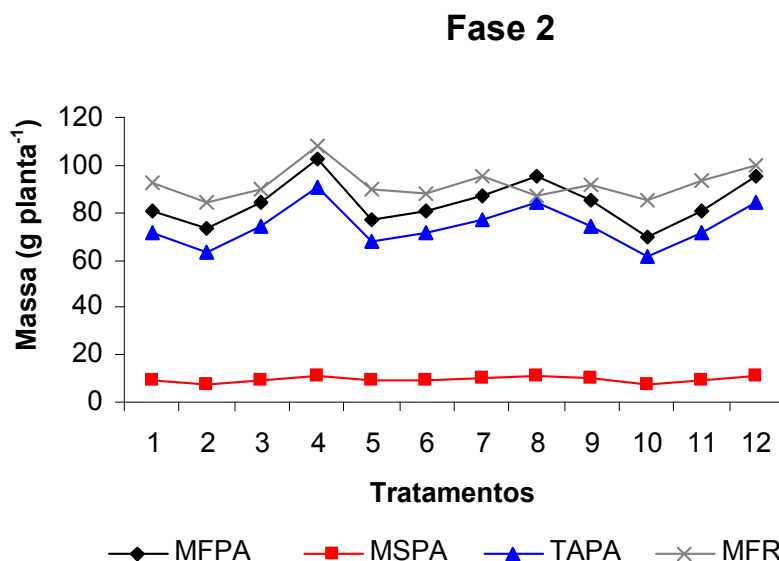
Tratamentos	Fase 2			
	MFPA (g planta <sup>-1</sup> )	MSPA (g planta <sup>-1</sup> )	TAPA (g planta <sup>-1</sup> )	MFR (g planta <sup>-1</sup> )
DO-30DIAS	80,73 abc	9,13 abc	71,60 abc	92,93 ab
D1-30DIAS	73,06 bc	7,71 c	63,35 bc	83,98 b
D2-30DIAS	83,83 abc	9,35 abc	74,48 abc	90,15 ab
D3-30DIAS	102,48 a	11,45 a	91,03 a	108,03 a
DO-45DIAS	76,55 bc	8,80 bc	67,75 bc	89,48 ab
D1-45DIAS	80,98 abc	9,25 abc	71,73 abc	87,76 ab
D2-45DIAS	86,76 abc	9,75 abc	77,01 abc	94,85 ab
D3-45DIAS	95,08 ab	10,85 ab	84,23 ab	86,68 b
DO-60DIAS	84,86 abc	10,45 ab	74,41 abc	91,56 ab
D1-60DIAS	69,35 c	7,75 c	61,60 c	84,95 b
D2-60DIAS	81,05 abc	9,53 abc	71,51 abc	93,01 ab
D3-60DIAS	95,13 ab	10,63 ab	84,50 ab	100,11 ab

\*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, p< 0,005. DO, D1, D2 e D3 está relacionado as diferentes doses de biofertilizante aplicado as plantas, respectivamente as concentrações (0, 25, 50 e 100%), nos períodos de 30, 45 e 60 dias após a aclimação.

Resultados semelhantes foram encontrados por Deleito et al. (2005). Esses autores analisaram a ação do biofertilizante Agrobio sobre a mancha-bacteriana e desenvolvimento de mudas de pimentão, e verificaram que para a cultivar Cascadura Itaipu, a aplicação foliar do Agrobio contribuiu para um aumento significativo da massa de matéria seca das plantas.

Silva et al. (2008), constataram, em seu estudo, que a produção da massa da matéria seca das mudas de bananeira ‘Prata-anã’, cultivadas em casa de vegetação, aumentou com as aplicações de K e calcário no solo e reduziu com as doses de Mg. Para a produção máxima da massa da matéria seca da parte aérea das mudas de bananeira, a relação Ca: K: Mg no solo apresentou percentuais em torno de 62%, 9% e 28% da saturação por base, respectivamente. Isso permite inferir a importância da escolha do biofertilizante, com especial atenção para o teor de macronutrientes.

Analisando Figura 6, verificou-se que, para MFPA, MSPA, TAPA e MFR, o tratamento (T4) apresentou as maiores médias, muito embora, no período de 30 dias, tenha havido diferença estatisticamente significativa somente com relação ao tratamento (T2).



**Figura 6** - Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), e teor de água da parte aérea (TAPA) nos períodos de 30, 45, 60 e 90 dias de aplicação de biofertilizante. Médias de seis repetições.

A análise, em separado, de cada um dos três períodos (30, 45, 60 dias) previamente à biofertilização, permitiu destacar que, no período dos 30 dias após a aclimação, as mudas apresentaram as mais baixas médias para as variáveis MFPA, MSPA, TAPA e MFR, decorrentes do estágio de crescimento das mudas, por ocasião do descarte (Tabela 7).

Os valores de MFPA variaram entre 7,96 e 26,57g (30) e (60) dias, respectivamente. Os valores da MSPA variaram entre 0,58 e 2,44 g (30) e (60) dias, respectivamente. Entretanto, aos 45 e 60 dias, não houve diferença significativa para (MSPA). Os valores de TAPA apresentaram variação entre 7,38 e 24,53g (30) e (60 e 45) dias respectivamente. Os valores de MFR variaram entre 5,92 e 22,44g (30) e (60) dias respectivamente.

**Tabela 7** – Médias dos valores de massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), e teor de água da parte aérea (TAPA) nos períodos de 30, 45 e 60 dias (Fase 1) e (Fase 2). Médias avaliadas entre os períodos.

Período	Fase 1				Fase 2			
	MFPA	MSPA	TAPA	MFR	MFPA	MSPA	TAPA	MFR
	(g planta <sup>-1</sup> )	(g planta <sup>-1</sup> )	(g planta <sup>-1</sup> )	(g planta <sup>-1</sup> )	(g planta <sup>-1</sup> )	(g planta <sup>-1</sup> )	(g planta <sup>-1</sup> )	(g planta <sup>-1</sup> )
30	7,96 b	0,58b	7,38b	5,92 b	85,02 a	94,12 a	75,61 a	93,77 a
45	26,57 a	2,04 a	24,53a	22,40 a	84,84 a	95,91a	75,18 a	89,69 a
60	26,57 a	2,44 a	24,53a	22,44 a	82,60 a	96,62a	73,00 a	92,41 a

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ . Os tratamentos 1, 2, 3 e 4; 5, 6, 7 e 8; 9, 10, 11, 12 e 13 estão compreendidos no período de 30, 45, 60 dias respectivamente na Fase 1.

Na Fase 2, não se verificou diferença estatística entre os períodos (30, 45 e 60 dias) para as variáveis MFPA, MSPA, TAPA e MFR. Por outro lado, percebeu-se que as plantas que receberam o biofertilizante a partir dos 30 dias, apresentaram as maiores médias, tanto para (MFPA) quanto para (TAPA) e a menor para (MSPA),

sendo que, para esse último, as plantas que receberam o biofertilizante a partir dos 45 dias apresentaram as maiores médias.

Deleito et al. (2005) demonstraram efeitos significativos na cultivar Cascadura Itaipu, quando o biofertilizante era aplicado via foliar; e Medeiros et al. (2007) encontraram que para MSPA houve diferença estatística. Esses autores ainda ressaltam a utilização do fertilizante organomineral, comercial (Fertamin) e o impacto nos valores da MFPA, MSPA, TAPA e MFR, similarmente ao presente estudo, e apontam a dose ideal aplicada (D3) de biofertilizante.

Medeiros et al. (2008), ao estudarem a qualidade de mudas de alface, em função de substratos com e sem biofertilizante, verificaram que não se observou interação significativa do biofertilizante com os tipos de substrato e cultivares, tampouco o fator isolado em relação à massa seca da parte aérea.

As análises entre as doses aplicadas, durante as Fases 1 e 2 do experimento, demonstraram efeito estatisticamente significativo, em relação ao comportamento das médias de MFPA, MSPA, TAPA e MFR, em destaque a D3 (100%), quando se atingiram as maiores médias para essas variáveis (Tabela 8)

Ao se compararem os resultados das plantas que receberam as doses D1 e D3, respectivamente, destaca-se a variação entre 74,47 e 97,56g, para MFPA; 82,38 e 109,77 g, para MSPA, e os valores de TAPA, entre 66,22 e 86,58g. Importante destacar que somente para a massa da MFR, não ocorreu diferenciação estatística, entre as doses D1 e D3, e a variação esteve entre 85,56 e 98,27g, respectivamente. Os achados sugerem que a produção de massa da matéria fresca da raiz não sofreu alteração significativa com as doses aplicadas.

Diversos autores tem se preocupado com o acúmulo de biomassa no sistema radicular das mudas de bananeiras, por ser de fundamental importância para o estabelecimento da muda após o transplantio.

**Tabela 8** – Médias dos valores de massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria fresca da raiz (MFR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), e teor de água da parte aérea (TAPA), nos períodos de 30, 45 e 60 dias, (Fase 1) e (Fase 2). Médias avaliadas entre as doses.

Tipo de tratamento	Fase 1				DOSES	Fase 2			
	MFPA (g planta <sup>-1</sup> )	MSPA (g planta <sup>-1</sup> )	TAPA (g planta <sup>-1</sup> )	MFR (g planta <sup>-1</sup> )		MFPA (g planta <sup>-1</sup> )	MSPA (g planta <sup>-1</sup> )	TAPA (g planta <sup>-1</sup> )	MFR (g planta <sup>-1</sup> )
SN	19,24bc	1,52b	17,72bc	16,52b	0	80,71b	94,61 b	71,25ab	91,32a
SN	20,31b	1,54b	18,76b	15,86b	1	74,46b	82,38b	66,22b	85,56a
SN	14,25c	1,00c	13,25c	10,20c	2	83,88ab	95,44 b	74,33b	92,67a
*SN	21,16b	1,67ab	19,48b	19,10ab	3	97,56a	109,77a	86,58a	98,27a
*SN + P	26,86a	2,02a	24,84a	22,92a					

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ . Os tratamentos 1, 2, 3 e 4; 5, 6, 7 e 8; 9, 10, 11, 12 e 13 estão compreendidos no período de 30, 45, 60 dias respectivamente na Fase 1, na Fase 2 não tem tratamento T13. \* SN: solução nutritiva de Hewitt, SN +P: solução nutritiva + Fósforo.

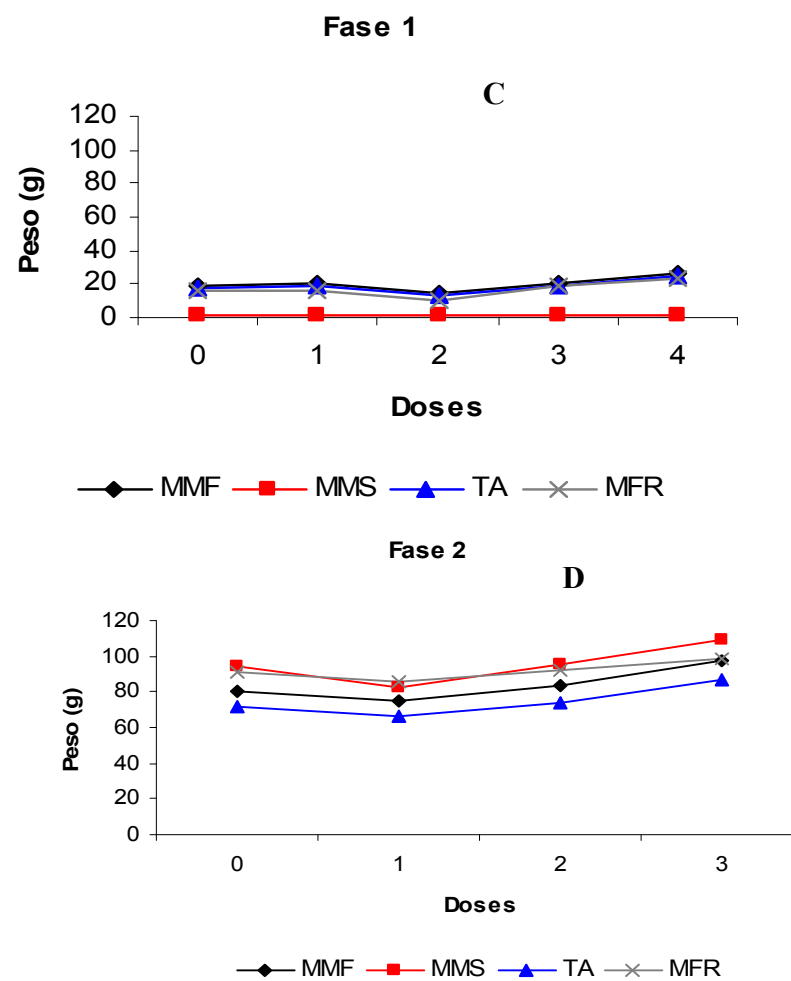
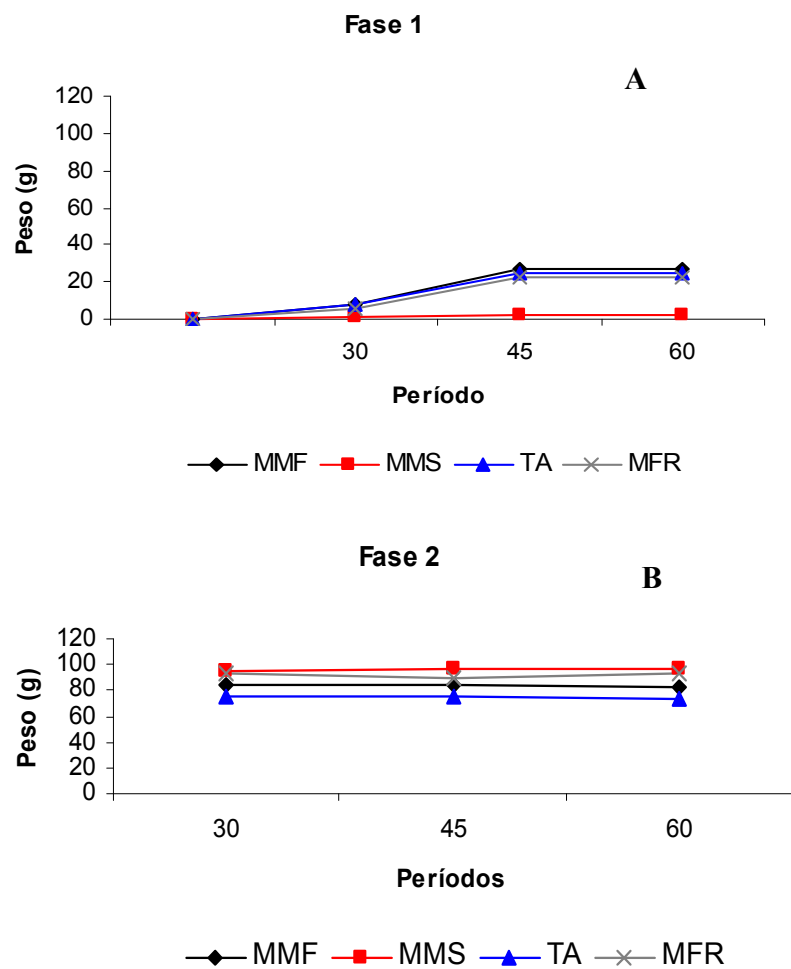
Na Figura 7, pode-se verificar que durante a Fase 1 (Figura 5 A), a elevação da média dos valores das MFPA, MSPA, TAPA e MFR teve início a partir dos 30 dias, atingindo o pico máximo aos 45, e permanecendo constante (platô), até o período de 60 dias.

A análise das doses utilizadas (Fig. 5C e 5D) permitiu detectar que, enquanto na Fase 1, as médias das MFPA, MSPA, TAPA e MFR apresentaram discreta elevação, por sua vez, a dose D3 (100%) de biofertilizante aplicada na Fase 2, no período inicial de 30, 45 e 60 dias, proporcionou um maior desenvolvimento das plantas, em especial, a massa de matéria seca da parte aérea.

Entretanto, as plantas que receberam a biofertilização, apenas aos 45 e 60 dias após a aclimação, cresceram menos que as plantas biofertilizadas, de forma contínua, desde os 30 dias da aclimação.

Lima, Bellicanta e Moraes (2006) sugerem, em seu estudo, que plantas que receberam o fertilizante organo-mineral líquido apresentaram quase três vezes mais matéria seca acumulada na parte aérea em relação à raiz. Atribuem à aplicação do fertilizante orgânico, que provavelmente permitiu uma maior alocação de biomassa na parte aérea das plantas, e relacionam ao maior teor de nutrientes disponíveis no substrato com a aplicação do fertilizante.

Em síntese, o efeito da dose de biofertilizante para a massa da matéria seca, aplicada na Fase 2 (D3 - 100%) no período inicial de 30, 45 e 60 dias, foi a que proporcionou um maior desenvolvimento das plantas. As plantas que receberam a biofertilização apenas aos 45 e 60 dias, após a aclimação, cresceram menos que as plantas que receberam o biofertilizante de forma contínua desde os 30 dias da aclimação.



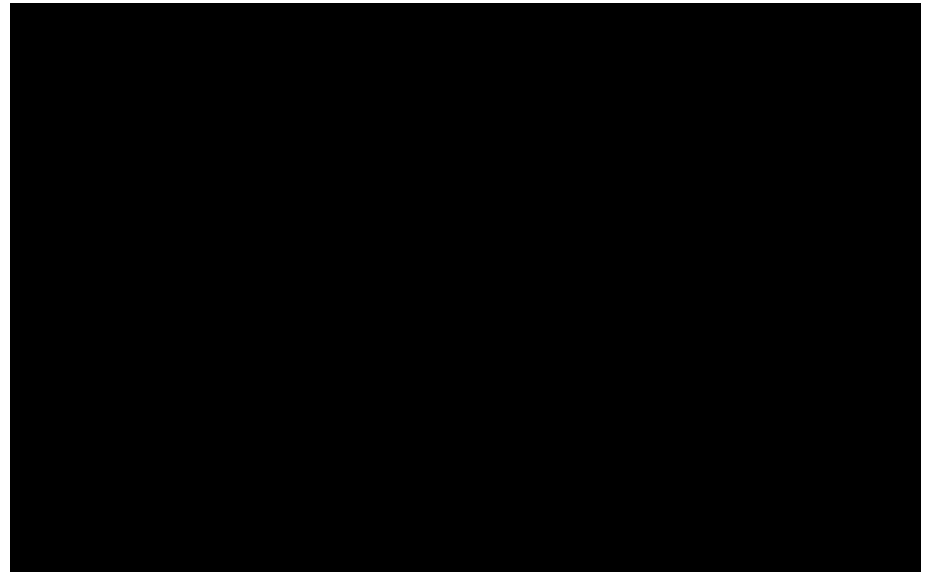
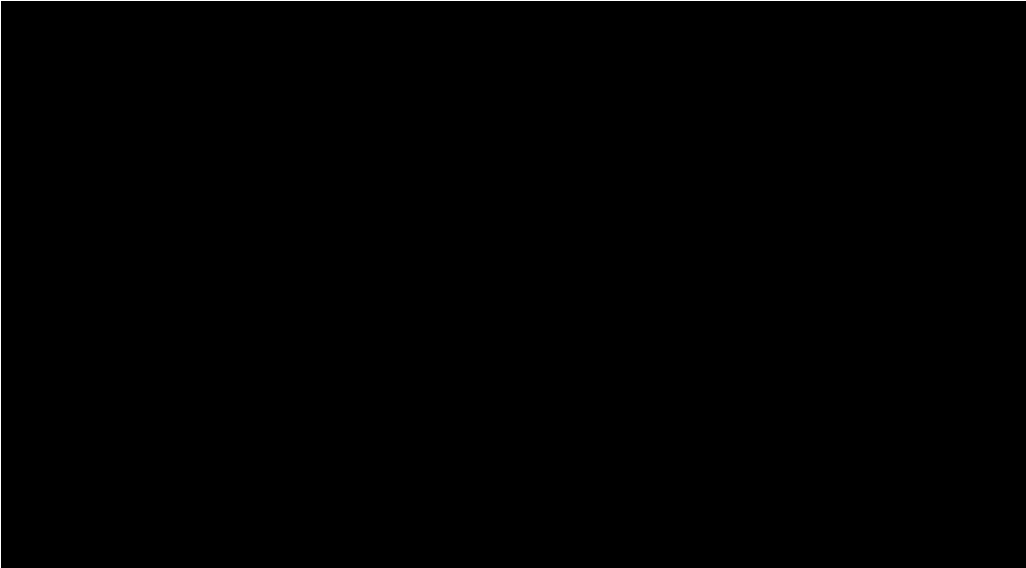
**Figura 7** - Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), teor de água da parte aérea (TAPA) e massa da matéria fresca da raiz (MFR), nos períodos de 30, 45 e 60 dias. O gráfico com a letra A está relacionado aos períodos, Fase 1, antes da aplicação e Fase 2 (B), depois da aplicação dos tratamentos. O gráfico com a letra (C) está relacionado com as doses na Fase 1 e (D) na Fase 2.

### 6.1.3. Diâmetro do pseudocaule


O crescimento do diâmetro do pseudocaule das mudas, durante todo o experimento, mostrou-se equivalente para todas as mudas, durante os 90 dias de avaliação. Verificou-se que, na Fase 1, as plantas apresentaram crescimento do diâmetro semelhante, por sua vez, na Fase 2, os tratamentos D3-30DIAS (T4), D3-45DIAS (T8) e D3-60DIAS (T12), apresentaram o maior diâmetro em relação aos demais Figura 8, Figura 9, Figura 10.

O incremento proporcionado pelo biofertilizante tem sido relatado em estudos, a exemplo, Etges et al. (2007), ao encontrarem que mesmo não apresentando diferença estatística entre tratamentos, a aplicação do biofertilizante e da calda sulfocálcica de 21 em 21 dias, favoreceu aumento do diâmetro do pseudocaule, ao final do experimento.

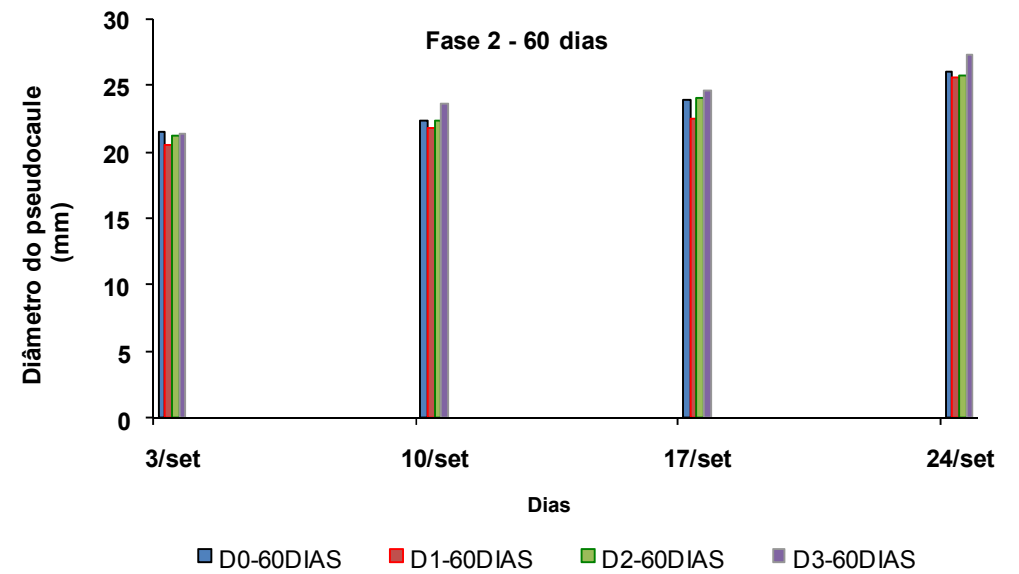
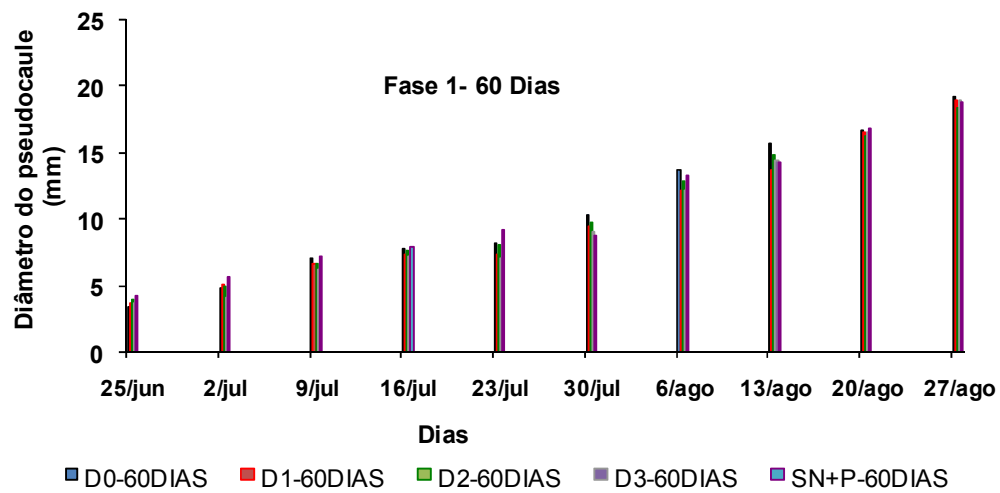




**Figura 8-** Diâmetro do pseudocaulo de plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 30 dias e Fase 2 aos 90 dias(coleta final do experimento).



**Figura 9** – Diâmetro do pseudocaulo de plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 45 dias e Fase 2 aos 90 dias (coleta final do experimento).



**Figura 10** – Diâmetro do pseudocaule de plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo-areia, Fases 1 até os 60 dias e Fase 2 aos 90 dias (coleta final do experimento).

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Rodrigues (2007), em estudo acerca do papel do biofertilizante supermagro sobre o crescimento, produção, qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) e na fertilidade do solo. Constatou que o diâmetro caulinar do maracujazeiro-amarelo, ajustou-se significativamente com os níveis de supermagro aplicados ao solo, com diâmetros de 5,37 e 23,08 mm, 30 e 210 dias após o plantio, respectivamente, e taxa de crescimento diário de 0,098 mm dia<sup>-1</sup>.

O diâmetro e o percentual relativo às mudas de bananeira cultivadas, nas Fases 1 e 2, estão apresentados na Tabela 9.

Na Fase 1, todos os tratamentos com 30, 45 e 60 dias, apresentaram diâmetro semelhante, e as variações discretas oscilaram em torno de 100 a 116%, para 30 dias; de 100 e 114%, em 45 dias, e para os tratamentos de 60 dias, inclusive o controle (SN+P-60Dias), variando entre 100 e 107%.

Na Fase 2, os tratamentos de 30 dias (DO, D1, D2 e D3) apresentaram uma pequena variação no diâmetro, em torno de 100 a 112%, estando D3-30-dias com o maior valor. Os tratamentos de 45 dias (DO, D1, D2 e D3), apresentaram a menor variação do diâmetro para a Fase 2, entre 100 e 108%, com o maior valor na D3-45-dias. Os tratamentos de 60 dias (DO, D1, D2 e D3) apresentaram a maior variação do diâmetro na Fase 2, com percentual relativo de 100 e 107 % entre os tratamentos, com o maior valor em D3-60-dias.

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Rodolfo Júnior et al. (2008), em seu estudo acerca do crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK. Esses autores verificaram que os biofertilizantes, puro e supermagro, estimularam o crescimento das plantas pelo diâmetro do caule.

**Tabela 9** - Diâmetro do pseudocaule, na altura do colo da planta, em mudas de bananeira cultivadas em Cambissolo Latossólico Eutrófico, em uma mistura solo+areia e percentagens relativas ao controle. Média de 9 repetições na Fase 1 e 6 repetições na Fase 2.

FASE 1								
Trat.	30 DIAS Diâmetro (mm)	Percentagens Relativas (%)	Trat.	45 DIAS Diâmetro (mm)	Percentagens Relativas (%)	Trat.	60 DIAS Diâmetro (mm)	Percentagens Relativas (%)
DO-30 Dias	6,63	100	DO-45 Dias	7,12	100	DO-60 Dias	9,94	100
D1-30 Dias	6,94	105	D1-45 Dias	7,76	109	D1-60 Dias	10,11	102
D2-30 Dias	7,70	116	D2-45 Dias	7,47	105	D2-60 Dias	10,35	104
D3-30 Dias	6,84	103	D3-45 Dias	8,12	114	D3-60 Dias	10,68	107
						T13	10,57	106

FASE 2								
Trat.	30 DIAS Diâmetro (mm)	Percentagens Relativas (%)	Trat.	45 DIAS Diâmetro (mm)	Percentagens Relativas (%)	Trat.	60 DIAS Diâmetro (mm)	Percentagens Relativas (%)
DO-30 Dias	17,28	100	DO-45 Dias	19,65	100	DO-60 Dias	22,60	100
D1-30 Dias	18,16	105	D1-45 Dias	20,40	104	D1-60 Dias	23,46	104
D2-30 Dias	17,84	103	D2-45 Dias	20,31	103	D2-60 Dias	23,35	103
D3-30 Dias	19,32	112	D3-45 Dias	21,20	108	D3-60 Dias	24,19	107

DO, D1, D2 e D3 está relacionado as diferentes doses de biofertilizante aplicado as plantas, respectivamente as concentrações (0, 25, 50 e 100%), nos períodos de 30, 45 e 60 dias após a aclimação.

## 6.2. Determinações dos elementos minerais na planta

É oportuno enfatizar que, na Fase 1, a fertilidade natural do solo e a solução nutritiva de Hewitt foram as fontes de nutrientes utilizadas pelas plantas. Nessa fase, os macronutrientes foram quantificados, e, na sua maioria, não revelaram diferenças estatísticas significativas.

Os teores de Enxofre (S) e Potássio (K) não diferiram estatisticamente para todos os tratamentos, variando entre 0,38 e 0,93 g Kg<sup>-1</sup> para o S e entre 52,80 e 62,88 g Kg<sup>-1</sup> para o K (Tabela 10). Os teores de Cálcio (Ca) não diferiram estatisticamente entre os tratamentos, compreendidos entre os períodos de 30 e 60 dias após a aclimação. Entretanto, os nutrientes apresentaram-se em menor quantidade nos tratamentos (DO-60Dias, D1-60Dias, D2-60Dias, D3-60Dias e SN+P-60Dias), devido ao efeito da diluição, visto que as plantas dos tratamentos (DO-30-Dias, D1-30-Dias, D2-30-Dias e D3-30-Dias) apresentaram-se em menor tamanho.

Os teores de Sódio (Na) não diferiram estatisticamente entre os tratamentos, compreendidos entre os períodos de 30 e 60 dias após a aclimação. Quanto aos teores de Fósforo(P), não houve diferença estatística significativa para os tratamentos que correspondem ao período de 30 e 60 dias. Para os teores de Magnésio (Mg), houve diferença estatística significativa apenas nos tratamentos que correspondem ao período de 60 dias ( DO-60-Dias, D1-60-Dias, D2-60-Dias, D3-60-Dias e SN+P-60Dias), apresentando variação de 3,04 a 4,18 g Kg<sup>-1</sup>. Os teores de Nitrogênio (N) apresentaram diferença estatística significativa apenas para o período de 30 dias (DO-30-Dias, D1-30-Dias, D2-30-Dias e D3-30-Dias).

Sousa et al. (2000) constataram que, em relação ao teor de nutrientes na matéria seca, os substratos comportaram-se diferentemente no fornecimento de nitrogênio, potássio e magnésio, reforçando os achados do estudo em questão. Silva et al. (2008) salientam que para a produção máxima da massa da matéria seca da parte aérea das mudas de bananeira, a relação Ca: K: Mg no solo deve estar em torno de 62%, 9% e 28% da saturação por base, embora as aplicações no solo de K e Mg adotadas, em seu estudo, não tenham influenciado no teor de Ca disponível.

**Tabela 10** - Teores dos macronutrientes na parte aérea de mudas de bananeira cultivadas em uma mistura solo+areia durante a Fase 1 do experimento.

Tratamentos	Fase 1						
	Ca	Na	K	P	S	Mg	N
g Kg <sup>-1</sup>							
DO-30-Dias	6,97 a	0,94 ab	59,04 a	0,23 ab	0,93 a	4,32 a	36,49 bc
D1-30-Dias	6,30 ab	0,94 ab	60,72 a	0,19 abc	0,63 a	4,37 a	53,01 a
D2-30-Dias	6,57 ab	1,17 a	62,40 a	0,24 a	0,49 a	4,20 ab	35,37 bc
D3-30-Dias	5,43 ab	0,85 ab	62,88 a	0,24 a	0,38 a	4,44 a	39,94 ab
DO-60-Dias	6,23 ab	0,56 b	56,40 a	0,17bc	0,45 a	3,72 bc	15,49 d
D1-60-Dias	6,57 ab	0,62 b	55,44 a	0,17 bc	0,42 a	3,48 c	18,01 d
D2-60-Dias	6,16 ab	0,55 b	57,60 a	0,16 bc	0,72 a	3,97 abc	19,78 d
D3-60-Dias	5,56 b	0,57 b	52,80 a	0,15 bc	0,38 a	3,80 bc	23,05 cd
SN+P-60Dias	5,80b	0,77 ab	55,08 a	0,17 bc	0,58 a	4,18 ab	28,14 bcd

\*Médias seguidas por letra minúscula na mesma coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ . DO, D1, D2 e D3 está relacionado as diferentes doses de biofertilizante aplicado as plantas, respectivamente as concentrações (0, 25, 50 e 100%), nos períodos de 30, 45 e 60 dias após a aclimação.

A análise das concentrações dos macronutrientes na Fase 2 do experimento (Tabela 11), demonstrou que todos diferiram estatisticamente. Para os teores de Ca, foram encontrados os menores teores (D3-45Dias) e os maiores (DO-30Dias), variando entre 4,92 e 7,97 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabela 11** - Teores dos macronutrientes na parte aérea de mudas de bananeira cultivadas em uma mistura solo - areia durante a Fase 2 do experimento.

Tratamentos	Fase 2						
	Ca	Na	K	P	S	Mg	N
				g Kg <sup>-1</sup>			
DO-30-Dias	7,97a	0,78 a	44,76 bc	0,12 c	0,21 b	4,22 ab	11,38 dc
D1-30-Dias	6,37 bcde	0,70 ab	54,96 a	0,22 a	0,33 ab	4,06 ab	10,73 dc
D2-30-Dias	6,67 abc	0,70 ab	52,20 ab	0,21 ab	0,46 ab	4,62 a	9,52 cde
D3-30-Dias	5,16 def	0,77 a	53,04 ab	0,23 a	0,36 ab	4,56 ab	10,36 cde
DO-45-Dias	7,37 abc	0,68 ab	42,96 bc	0,13 bc	0,38 ab	4,40 ab	8,07 e
D1-45-Dias	6,43bcde	0,60 abcd	47,40 abc	0,17 abc	0,49 ab	4,67 a	8,96 de
D2-45-Dias	5,09 ef	0,71 ab	48,84 ab	0,21 abc	0,71 a	4,86 a	10,50 cde
D3-45-Dias	4,92 f	0,58 abcd	37,51 c	0,21 abc	0,46 ab	3,77 b	15,35 a
DO-60-Dias	6,53 bcd	0,62 abc	44,40 bc	0,15 abc	0,37 ab	4,64 a	14,60 a
D1-60-Dias	5,93 cdef	0,52 bcd	43,92 bc	0,17 abc	0,45 ab	4,39 ab	14,09 ab
D2-60-Dias	6,67 abc	0,42 d	46,32 abc	0,13 bc	0,61 a	4,57 ab	11,90 bc
D3-60-Dias	5,09 ef	0,45 cd	52,92 ab	0,19 abc	0,48 ab	4,23 ab	14,32 a

\*Médias seguidas por letra minúscula na mesma coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, p < 0,005. DO, D1, D2 e D3 está relacionado as diferentes doses de biofertilizante aplicado as plantas, respectivamente as concentrações (0, 25, 50 e 100%), nos períodos de 30, 45 e 60 dias após a aclimação.

Para o Na, os teores variaram entre 0,42 e 0,78 g kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos D2-60Dias e DO-30Dias, respectivamente, o que sugere se tratar de uma tendência para esse nutriente.

Os teores de K apresentaram os menores valores em D3-45Dias e os maiores em D1-30Dias, (37,51 e 54,96 g kg<sup>-1</sup>), respectivamente. Silva et al. (2008) constataram que a aplicação de K proporcionou efeito quadrático sobre a produção de massa da matéria seca das raízes das mudas de bananeira, seja na presença ou na ausência de calcário.



Por conseguinte, teores de P variaram entre 0,12 e 0,23 g kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos DO-30Dias e D3-30Dias, respectivamente. Importante salientar que os maiores teores foram encontrados nas plantas que receberam o biofertilizante na dose D3 (100%). Os teores de S estiveram entre 0,21 e 0,71 g kg<sup>-1</sup> nos tratamentos DO-30Dias e D2-45Dias. E os teores de Mg variaram entre 3,77 (D2-45Dias) e 4,86 g kg<sup>-1</sup>(D3-45Dias).

A redução dos teores de N das plantas da Fase 2 em relação à Fase 1, (8,07 e 15,35 g kg<sup>-1</sup>) e (15,4 e 50,01 g kg<sup>-1</sup>), respectivamente, pode ser explicada pelo efeito da diluição, evento constatado por Santos et al. (2008), ao estudarem micorriza e rizóbio no crescimento e nutrição em N e P de mudas de angico-vermelho, inferiram que o efeito de diluição provavelmente reduziu os teores de nitrogênio em relação ao controle, isso devido a produção de massa seca não ter sido acompanhada pela maior absorção do nutriente pela espécie vegetal.

Hoffmann (2008), em seu estudo, concluiu que as cultivares Pacovan, Prata Anã e Pacovan-Apodi, de modo geral, extraíram do solo as maiores quantidades de nutrientes, acumularam quantidades mais elevadas de matéria seca; O K e o N foram os macronutrientes mais absorvidos e exportados pelas seis cultivares de bananeira irrigadas, e os micronutrientes, o manganês (Mn) e o ferro (Fe).

Rocha et al. (2003), ao estudarem a produtividade e exportação de N e K na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.), influenciada pela aplicação foliar de biofertilizante e bactericidas, encontraram que os teores de N nos frutos de pimentão foram significativamente menores nos tratamentos que receberam a aplicação de Agrobio, corroborando com as observações do presente trabalho.

Na Tabela 12, encontram-se todos os teores dos macronutrientes nas plantas considerando-se as Fase 1 e 2 do experimento. Observa-se que, na Fase 1, apenas os teores de Ca e de S não apresentaram diferença estatística, e na Fase 2, além destes, incluem-se o Mg e P sem diferir estatisticamente entre os três períodos (30, 45 e 60 dias). Vale ressaltar que embora não tenha havido diferença estatística, na Fase 2, para o fósforo (P), pode-se destacar que, aos 30 dias, as plantas apresentaram o maior conteúdo deste nutriente.

**Tabela 12** – Teores de macronutrientes da parte aérea de planta de bananeira cultivadas em um substrato solo - areia, aos 30 e 60 dias após a aclimação (Fase 1), e 30, 45 e 60 dias (Fase 2).

Período	Fase 1						
	g Kg <sup>-1</sup>						
	Na	Ca	K	P	S	Mg	N
30	1,01 a	6,22 a	61,15 a	0,22 a	0,64 a	4,25 a	41,19 a
60	0,54 b	6,06 a	54,33 b	0,16 b	0,47 a	3,88 b	18,29 b
Período	Fase 2						
	g Kg <sup>-1</sup>						
	Na	Ca	K	P	S	Mg	N
30	0,73 a	6,54 a	51,24 a	0,20 a	0,34 a	4,37 a	10,50 b
45	0,64 b	5,96 a	44,17 b	0,18 a	0,51 a	4,42 a	10,72 b
60	0,50 c	6,06 a	46,89 ab	0,16 a	0,48 a	4,46 a	13,73 a

\*Médias seguidas por letra minúscula na mesma coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ .

Araújo (2004), estudando composto orgânico e biofertilizante na nutrição do cafeeiro, em sistema orgânico, encontrou diferença estatística significativa entre a interação composto e supermagro, apenas para o Mg, em todas as doses utilizadas, exceto 990g. O conteúdo de P foi maior nas mudas de bananeira infectadas do que nas não infectadas (MATOS et al, 2002).

Martin-Prével (1985) *apud* Silva et al. (2008) preconiza que, para alcançar alta produtividade do solo, os valores de Ca: K: Mg devem corresponder a 60-70%: 10%: 20-30% da saturação por bases, respectivamente.

Oliveira & Oliveira (2005), encontraram correlação entre a colonização micorrízica e o teor de nutrientes. Ao estudarem a cultivar Maçã, houve correlação significativa para os nutrientes K, Mg, P e Zn. No presente estudo, o K diferiu estatisticamente, e o maior valor, encontrado no período de 30 dias.

Na Tabela 13, encontram-se os teores dos macronutrientes na plantas de bananeira em relação às doses de biofertilizante recebidas. Desta vez, os teores de K não apresentaram diferença estatística significativa, mesmo assim, a dose D2 foi apontada por incrementar os teores (49,12 g Kg<sup>-1</sup>).

Apesar da CE do biofertilizante aplicado ser de 3,0 dS m<sup>-1</sup>, verificou-se uma redução nos teores de Na na Fase 1 em relação à Fase 2, o mesmo ocorreu com relação ao período de aplicação (30, 45 e 60 dias), e com as doses de biofertilizante (0, 1, 2 e 3).

As plantas dos tratamentos correspondentes à dose DO não diferiram estatisticamente entre si, entretanto, apresentaram os maiores valores de Na, o que pode ser justificado pelo efeito diluição.

**Tabela 13** - Teores de macronutrientes da parte aérea das plantas de bananeiras cultivadas em uma mistura solo - areia, em relação à dose do biofertilizante, na Fase 1.

Dose	Fase 1						
	Na	Ca	K	P	S	Mg	N
g Kg <sup>-1</sup>							
SN	0,75 a	6,60 a	57,72a	0,20a	0,69a	4,02a	25,99b
SN	0,78 a	6,43 a	58,08a	0,18a	0,52a	3,93a	35,51a
SN	0,86 a	6,37a	60,00a	0,20a	0,61a	4,09a	27,58b
*SN	0,71 a	5,49b	57,84a	0,20a	0,38a	4,12a	31,5ab
*SN + P	0,77a	5,80ab	55,08a	0,17a	0,58a	4,18a	28,14b

Dose	Fase 2						
	Na	Ca	K	P	S	Mg	N
g Kg <sup>-1</sup>							
0	0,69a	7,29a	44,04a	0,13b	0,32b	4,22 ab	11,35b
1	0,60a	6,24b	48,76a	0,19a	0,42ab	4,38ab	11,26b
2	0,61a	6,14b	49,12a	0,19a	0,59a	4,68a	10,64b
3	0,60a	5,06c	47,82a	0,21a	0,43ab	4,19b	13,34a

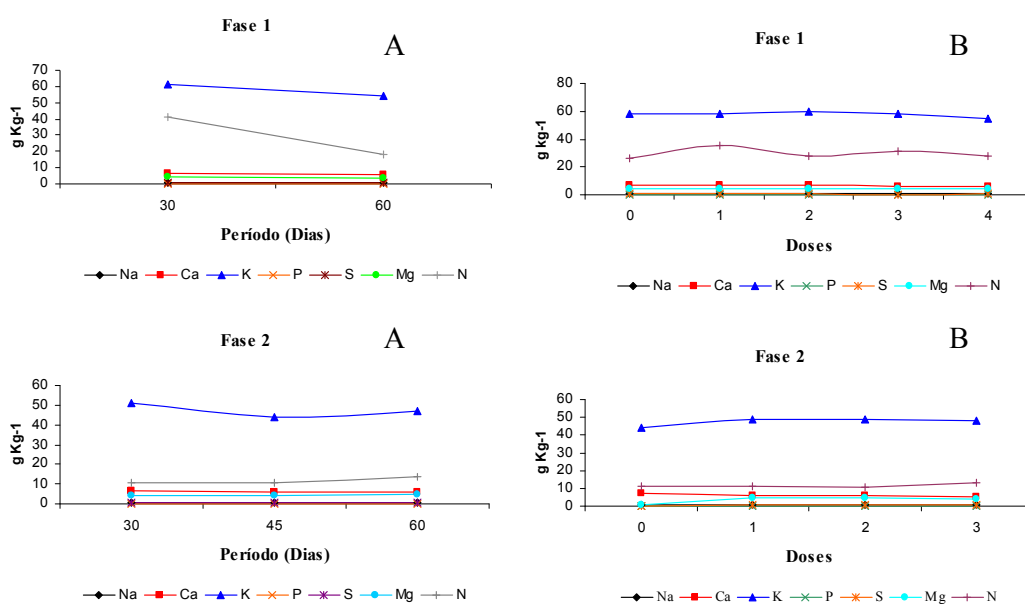
\*Médias seguidas por letra minúscula na mesma coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ . \* SN: solução nutritiva de Hewitt, SN +P: solução nutritiva + Fósforo.

Os dados acima demonstram que o Na, K, P, S e Mg não diferiram estatisticamente na Fase 1, e na Fase 2, apenas o Na e K continuaram não diferindo. Os teores de Ca foram maiores nas plantas que receberam as doses D1 e DO nas Fases 1 e 2, respectivamente. Por sua vez, teores de Mg apresentaram-se mais elevados nas plantas que receberam o biofertilizante, aos 60 dias após a aclimação. Os teores de N, na Fase 1, também apresentaram valores mais elevados do que a Fase 2, o que mais uma vez pode ser explicado pelo efeito de diluição. Os teores de N apresentaram-se mais elevados nas plantas que receberam o biofertilizante aos 60 dias após a aclimação.

Teixeira et al. (2007), estudando o nitrogênio e o potássio, via fertirrigação e adubação convencional, estado nutricional das bananeiras e produção de frutos, verificaram que para o segundo ciclo, não foi possível ajustar função matemática para modelar o efeito dose de N, via fertirrigação, no seu teor foliar. Os autores afirmam que tais resultados podem ter sido afetados por efeito de diluição, visto que não houve

diferença entre o tratamento sem N e aquele com aplicação de 1,2 vezes a dose de N recomendada.

Na Figura 11, em relação ao período (A1), na Fase 1, os macronutrientes K e N, apresentaram decréscimo, enquanto os demais mantiveram-se inalterados (médias constantes). Na Fase 2 (A2), o K sofreu decréscimo entre os 30 e 45 dias, permanecendo constante até 60 dias, e o N apresentou discreta elevação dos teores, a partir dos 45 dias. Os macronutrientes P, K e Ca apresentaram teores mais elevados nas plantas que receberam o biofertilizante aos 30 dias após a aclimação.



**Figura 11** – Distribuição dos macronutrientes presentes na parte aérea de mudas de bananeira em relação ao Período (A) 30 e 60 dias Fase 1 e 30, 45 e 60 dias na Fase 2 e Doses (B) 0, 1, 2, 3 e 4 na Fase 1 e 0, 1, 2 e 3 na Fase 2.

Em relação às doses (B1), apenas o N apresentou variação, entre as doses D0 e D1. Na Fase 2 (B2), o K e o N permaneceram constantes, entretanto, mesmo que discretamente, entre as doses D0 e D1, percebeu-se competição entre Mg Ca, em que o primeiro apresentou efeito linear negativo, em relação ao segundo.

Semelhante resultado foi relatado por Silva et al. (2008), uma vez que, na ausência do calcário, não se verificaram efeitos significativos da aplicação de Mg sobre a produção da massa da matéria seca das raízes, entretanto, na presença do calcário, a

aplicação de Mg reduziu de forma quadrática a produção da massa da matéria seca das raízes. Atribuem o fato às aplicações do calcário e do Mg, os quais podem ter causado desequilíbrio nutricional, provocando redução na produção da massa da matéria seca das mudas.

A interação entre Período x Dose, foi significativa apenas para os teores de N na Fase 1, e N e K, na Fase 2 (Tabela 14). Na Fase 1, a dose D1 contribuiu para os maiores teores de N, período de 30 dias, com significativa redução, dos 30 para os 60 dias, e na Fase 2, a dose D3 favoreceu incremento nos teores de N, aos 45 dias. Por conseguinte, o K, apresentou redução em todos os períodos, mais acentuadamente, com a D3, aos 45 dias, retornando aos níveis anteriores, aos 60 dias.

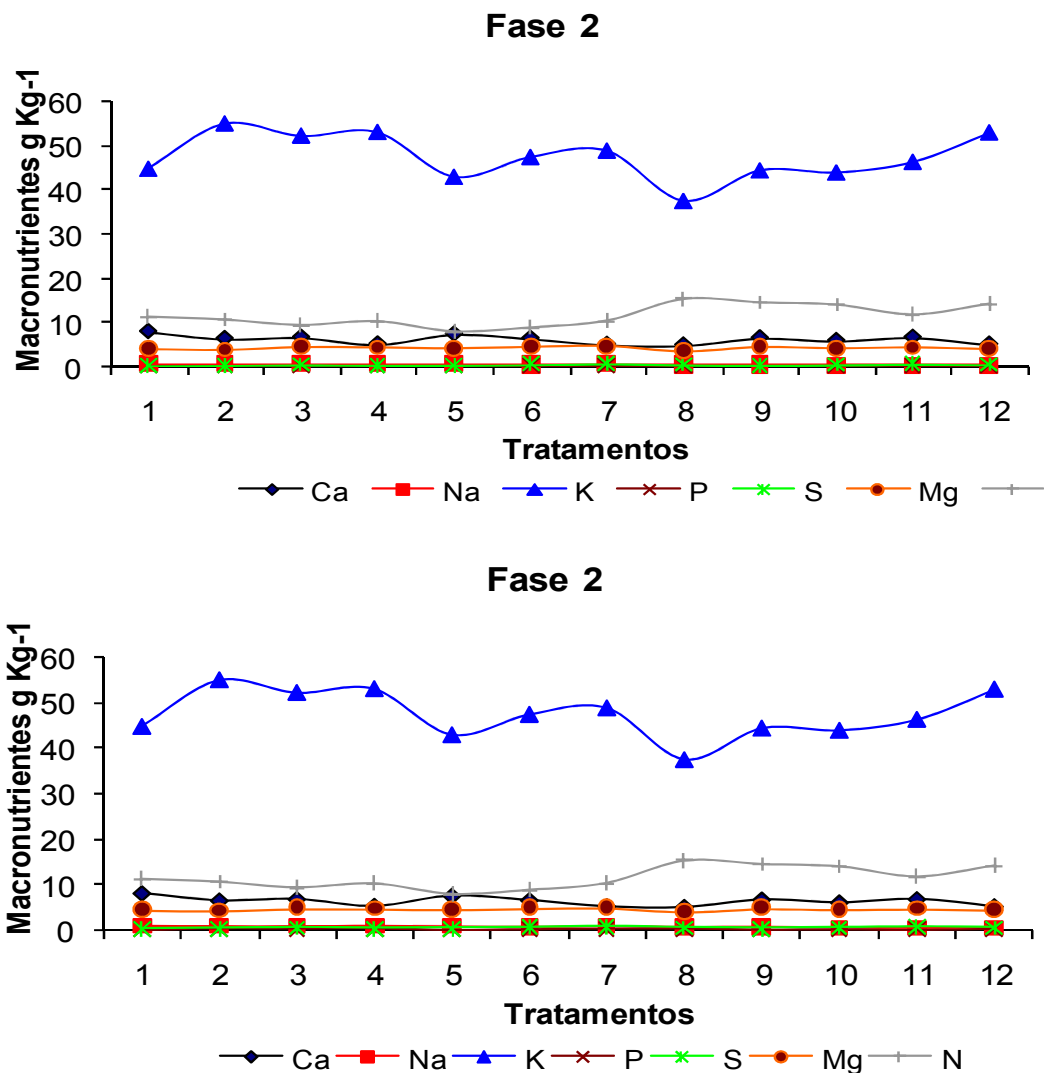
Não se verificou diferença estatística significativa, entre as doses do biofertilizante aplicadas às plantas nos períodos de 30 e 60 dias, e sim, entre as doses no período de 45 dias, com destaque, a dose D3 apresentou os maiores teores, que variaram entre 8,07 e 15,35 g Kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 14** - Interação entre doses e períodos de fertirrigação aplicado às mudas de bananeira com relação aos teores de nitrogênio na Fase 1 e nitrogênio e potássio na Fase 2.

Tipo de tratamento	Fase 1			Fase 2					
	N		Dose	K			N		
	Período			Período			Período		
	30	60		30	45	60	30	45	60
g Kg <sup>-1</sup>		g Kg <sup>-1</sup>			g Kg <sup>-1</sup>				
SN	36,49Ba	15,49Ab	0	44,76Aa	42,96Aa	44,40Aa	11,38Aa	8,07Bb	14,60Aa
SN	53,013Aa	18,01Ab	1	54,96Aa	47,40Aa	43,92Aa	10,73Aa	8,96Bb	14,09Aa
SN	35,37Ba	19,78Ab	2	52,20Aa	48,84Aa	46,32Aa	9,52Aa	10,50Aa	11,90Aa
*SN	39,94Ba	23,05Ab	3	53,04Aa	37,51Ab	52,920Aa	10,36Ab	15,35Aa	14,32Aa
*SN+P	41,16Aa	15,12Ab							

\*Médias seguidas por letra maiúscula na mesma coluna e minúscula na linha não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ . \* SN: solução nutritiva de Hewitt, SN +P: solução nutritiva + Fósforo.

Na Figura 12, verifica-se a distribuição dos macronutrientes entre os tratamentos, destaca-se a elevada concentração do K em relação aos demais nutrientes, o que sugere se tratar de exigências da planta. Os macronutrientes N e P apresentaram teores mais elevados nas plantas que receberam a Dose D3(100%) de biofertilizante. Valores de elevados de potássio e nitrogênio também foram encontrados por Oliveira & Oliveira (2005), em análise das folhas de bananeira, cultivares Maçã e Nanica.



**Figura 12** – Distribuição dos macronutrientes presentes na parta aérea das mudas de bananeira, nas duas fases do tratamento.

Em síntese, verificou-se que, em relação à Dose, N e P apresentaram teores mais elevados nas plantas que receberam a Dose D3(100%) de biofertilizante; em relação ao período, N e Mg apresentaram teores mais elevados nas plantas que receberam o biofertilizante aos 60 dias e P, K e Ca, aos 30 dias após a aclimação.

### 6.3. Determinações microbiológicas

#### 6.3.1. Colonização micorrízica arbuscular

O estudo evidenciou aumento do número de esporos em função das épocas de aplicação e doses de biofertilizante aplicadas, e em valor absoluto (número de esporos/ 100 g de solo), o tratamento D3-30Dias, ao final do experimento, apresentou o maior valor (433), enquanto o tratamento SN+P, o menor (100). Isto sugere que a esporulação foi beneficiada pela aplicação da dose máxima de biofertilizante, quando comparada ao resultado das plantas que foram tratadas apenas com solução nutritiva (Tabela 15).

**Tabela 15** – Número de esporos encontrados nos tratamentos. De 30 a 60 dias representa a Fase 1 do experimento, e 90 dias, a fase final do experimento, após a aplicação do biofertilizante.

Tratamentos	Dias	Nº de esporos/ 100 g de solo	Dias	Tratamentos	Nº de esporos/ 100 g de solo
DO-30-Dias	30	316	90	DO-30-Dias	170
D1-30-Dias	30	295	90	D1-30-Dias	250
D2-30-Dias	30	245	90	D2-30-Dias	283
D3-30-Dias	30	316	90	D3-30-Dias	433
SN + P	30	217	90	DO-45-Dias	220
DO-45-Dias	45	190	90	D1-45-Dias	300
D1-45-Dias	45	262	90	D2-45-Dias	383
D2-45-Dias	45	250	90	D3-45-Dias	284
D3-45-Dias	45	340	90	DO-60-Dias	300
SN + P	45	284	90	D1-60-Dias	233
DO-60-Dias	60	333	90	D2-60-Dias	384
D1-60-Dias	60	184	90	D3-60-Dias	300
D2-60-Dias	60	250	90	SN + P	100
D3-60-Dias	60	217			
SN + P	60	367			

DO, D1, D2 e D3 está relacionado as diferentes doses de biofertilizante aplicado as plantas, respectivamente as concentrações (0, 25, 50 e 100%), nos períodos de 30, 45 e 60 dias após a aclimação. SN+P = Solução nutritiva de Hewitt + fósforo.



A colonização micorrízica arbuscular de bananeira foi analisada em todos os tratamentos (Tabela 16). Não foram verificadas diferenças estatísticas significativas, nos valores de colonização entre os tratamentos na Fase 1. Entretanto, na Fase 2, os tratamentos D2-60Dias (0,14) e D3-45Dias (0,09) apresentaram a maior e menor intensidades de colonização, respectivamente.

**Tabela 16** – Colonização micorrízica arbuscular em mudas de bananeira cultivadas em uma mistura solo + areia, durante as Fases 1 e 2 do experimento.

Tratamentos	Fase 1	Fase 2
	COLONIZAÇÃO	
	(Dados transformados em arcoseno da $\sqrt{x}$ )	
DO-30Dias	0.1189 ab	0.1158 abcd
D1-30Dias	0.0994 b	0.1078 bcd
D2-30Dias	0.0998 b	0.1081 bcd
D3-30Dias	0.1063 b	0.1082 bcd
DO-45Dias	0.1204 ab	0.1223 abc
D1-45Dias	0.0975 b	0.1342 a
D2-45Dias	0.1086 ab	0.1189 ab
D3-45Dias	0.0946 b	0.1179abcd
DO-60Dias	0.0986 b	0.0997d
D1-60Dias	0.0974 b	0.1162abcd
D2-60Dias	0.1299 ab	0.1030 cd
D3-60Dias	0.1421 a	0.1276 ab
SN + P	0.1196 ab	0.1045 cd

\*Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ . Dados em porcentagem transformados em arcoseno da  $\sqrt{x}$ . DO, D1, D2 e D3 está relacionado as diferentes doses de biofertilizante aplicado as plantas, respectivamente as concentrações (0, 25, 50 e 100%), nos períodos de 30, 45 e 60 dias após a aclimação. SN+P = Solução nutritiva de Hewitt + fósforo.

Na Fase 2, constataram-se diferenças estatísticas, entre os tratamentos, o D1-45Dias apresentou a maior intensidade de colonização e o DO-60Dias, com a menor. Cardoso (1994) *apud* Maia (2006) enfatiza que, embora existam diferenças nas taxas de colonização entre tratamentos inoculados e não inoculados, esse parâmetro não deve ser tomado como único indicador do efeito do FMA sobre a planta, uma vez que o fungo mais infectivo, não é necessariamente o mais efetivo.

Matos et al. (2002) evidenciaram que na presença ou a ausência de micorriza, nos substratos com 0% e 10% de matéria orgânica, as mudas com FMA foram superiores às sem FMA, porém não constataram diferença significativa quando utilizaram substratos com 20%.

O principal efeito benéfico conferido ao hospedeiro pelo FMA está em favorecer a absorção de macro e micronutrientes, por meio do aumento da superfície de absorção do sistema radicular, conferido pelas hifas externas que crescem vários centímetros além da superfície explorada pelas raízes. É exatamente esse acúmulo de nutrientes por essas mudas micorrizadas que irá favorecer o seu devido crescimento (DINIZ, 2007; LEAL et al, 2005; LEMOS, et al, COSTA et al, 2001).

Analisando, ainda, os resultados da colonização micorrízica arbuscular (Tabela 17), pode-se observar, durante a Fase 1, que não houve diferença significativa na colonização. Apesar de não haver diferença, estatisticamente significativa, o período de 60 dias apresentou os maiores valores de colonização micorrízica arbuscular, e manteve valores semelhantes na colonização, em todas as doses e períodos avaliados.

**Tabela 17** – Colonização micorrízica das raízes de mudas de bananeiras, em relação à interação entre períodos X doses nos períodos de 30, 45 e 60 dias durante a Fase 1.

Dose	Colonização (Fase 1)		
	Período		
	30	45	60
	Dados transformados em arcseno da $\sqrt{x}$		
SN	0,1188Aa	0,1204 Aa	0,0986 Aa
SN	0,0994 Aa	0,0975 Aa	0,0974 Aa
SN	0,0998 Aa	0,1086 Aa	0,1299 Aa
*SN	0,1063 Aa	0,0946 Aa	0,1421 Aa
*SN+P	0,0953 Aa	0,1293 Aa	0,1343 Aa

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma coluna e minúscula na linha não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ . Dados em porcentagem transformados em arcseno da  $\sqrt{x}$ . \* SN: solução nutritiva de Hewitt, SN +P: solução nutritiva + Fósforo.

Em relação ao período de aplicação do biofertilizante, verificou-se que, nas Fases 1 e 2, ocorreu diferença estatística (

Tabela 18). Na Fase 1, dentre os períodos, a maior intensidade de colonização micorrízica esteve presente aos 60 dias, ao que se atribui pelo fato das mudas terem permanecido por mais tempo e apresentarem um sistema radicular mais desenvolvido do que as mudas retiradas nos períodos anteriores (30 e 45 dias). Na Fase 2, nesta, entretanto, o período de 45 dias apresentou a maior intensidade de colonização.

**Tabela 18** - Colonização micorrízica de mudas de bananeiras em relação ao período nas Fases 1 e 2 do experimento.

Período	FASE 1	Período	FASE 2
30	0.1039 b	30	0.1099 b
45	0.1101 ab	45	0.1233 a
60	0.1204 a	60	0.1116 b

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ . Dados em porcentagem transformados em arcseno da  $\sqrt{x}$ .

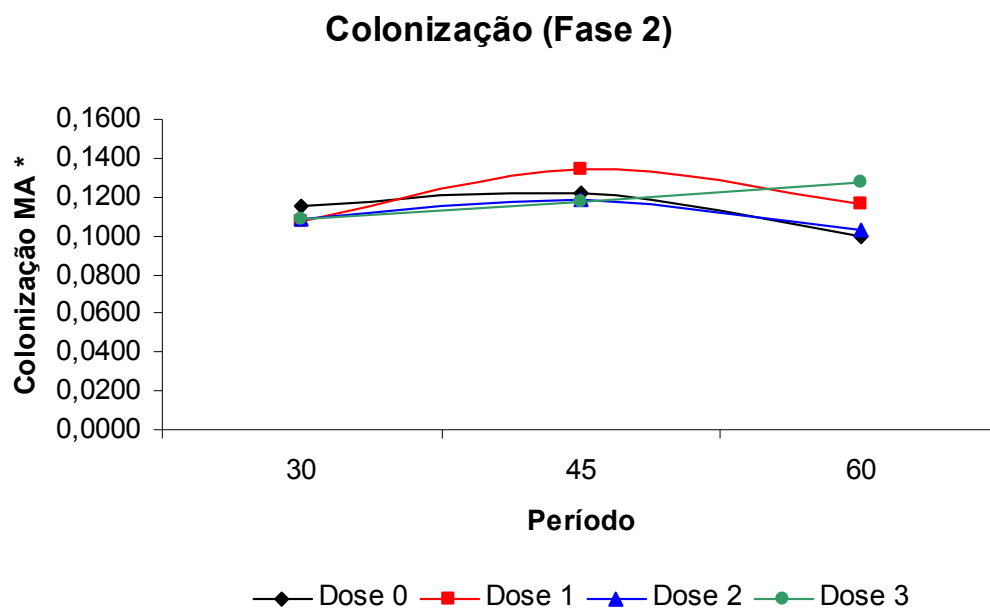
Na Tabela 19, constam os valores de colonização para a Fase 2, onde os valores não diferiram estatisticamente, para os períodos avaliados. As diferentes concentrações de biofertilizantes aplicadas às plantas não reduziu a intensidade de colonização nos diferentes períodos, com destaque para o período de 45 dias (D1), onde a colonização apresentou os maiores valores.

**Tabela 19** - Colonização micorrízica das raízes de mudas de bananeiras, em relação à interação entre períodos X doses nos períodos de 30, 45 e 60 dias durante a Fase 2.

Dose	Colonização (Fase 2)		
	Período		
	30	45	60
Dados transformados em arcseno da $\sqrt{x}$			
0	0,1158 Aa	0,1223 Aa	0,0997 Aa
1	0,1078 Aa	0,1342 Aa	0,1162 Aa
2	0,1081 Aa	0,1189 Aa	0,1030 Aa
3	0,1082 Aa	0,1179 Aa	0,1276 Aa

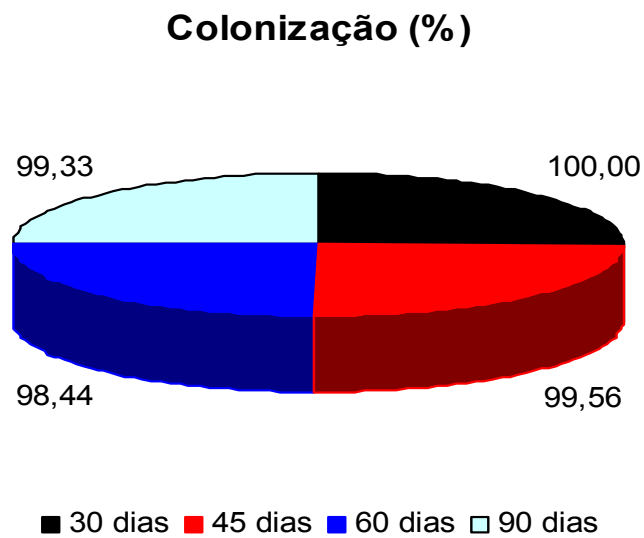
\*Médias seguidas por letra maiúscula na mesma coluna e minúscula na mesma linha não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan,  $p < 0,005$ . Dados percentuais transformados em arcseno da  $\sqrt{x}$ .

De acordo com a Figura 13, as variações da colonização, durante a Fase 2 do experimento, demonstra-se um efeito positivo linear como resultado da aplicação da dose máxima (D3), por sua vez, as doses 1 e 2 apresentaram intensidades intermediárias, aos 45 dias de colonização, sucedidos por decréscimo, após esse período.



**Figura 13** - Colonização micorrízica arbuscular em mudas de bananeira, na segunda fase do experimento nos períodos de 30, 45 e 60 dias. \*(Dados transformados em arc seno de raiz de x)

Na Figura 14, encontra-se a porcentagem da frequência de colonização micorrízica para o experimento. Verifica-se que, em todas as épocas e em todos os tratamentos, houve colonização radicular, com maior valor no período de 30 dias (100%), sendo a menor frequência ocorrida aos 60 dias (98,44%). Oliveira & Oliveira (2005), encontraram colonização micorrízica arbuscular variando entre 33,6 e 66,5%, ocorrendo diferenças entre as cultivares de bananeira e as épocas de coleta.



**Figura 14** - Frequência de colonização micorrízica arbuscular em raízes de plantas de bananeiras nos períodos de 30, 45, 60 e 90 dias de cultivo em uma mistura solo-areia.

### 6.3.2. Carbono da Biomassa microbiana do Solo (CBM)

Na Tabela 20, são apresentados os teores de CBM nas Fases 1 e 2 do experimento para todos os tratamentos. Durante a Fase 1, o tratamento DO-45Dias diferiu estatisticamente, perfazendo a maior média (276,48 mg Kg<sup>-1</sup> de solo), o que pode se atribuir ao acúmulo, na superfície, de resíduos vegetais da matéria orgânica biodegradável e de carbono orgânico no solo. O menor valor de CBM foi encontrado nos tratamentos avaliados, 60 dias após a aclimatação (D1-60Dias), perfazendo 19,59 mg Kg<sup>-1</sup> de solo. Resultado semelhante foi encontrado por Fialho et al. (2006), ao estudarem os indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi – CE.

**Tabela 20** – Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) da mistura solo+areia, cultivada com mudas de bananeira, nas Fases 1 e 2 do experimento.

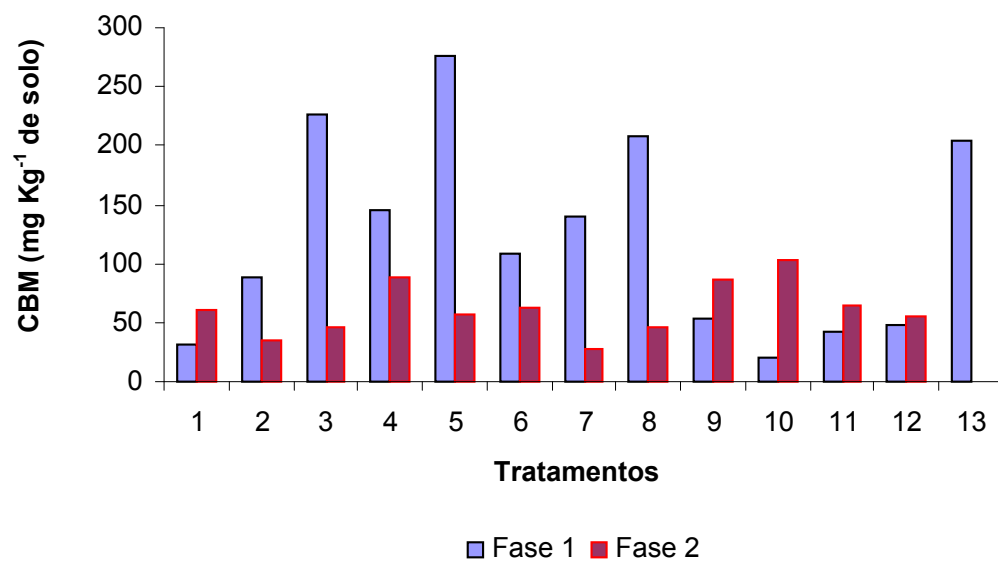
Tratamentos	Fase 1	Fase 2
	CBM (mg Kg <sup>-1</sup> de solo)	CBM (mg Kg <sup>-1</sup> de solo)
DO-30-Dias	31,37 b	60,48bc
D1-30-Dias	89,26 ab	34,99c
D2-30-Dias	226,97 ab	45,85c
D3-30-Dias	144,79 ab	87,77ab
DO-45-Dias	276,48 a	57,70bc
D1-45-Dias	108,37 ab	62,27bc
D2-45-Dias	139,57 ab	28,27c
D3-45-Dias	207,20 ab	45,38c
DO-60-Dias	52,77b	86,87ab
D1-60-Dias	19,59 b	102,15a
D2-60-Dias	43,25 b	65,29abc
D3-60-Dias	46,96b	54,72bc
SN + P	203,43b	-

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, P< 0,005. DO, D1, D2 e D3 está relacionado as diferentes doses de biofertilizante aplicado as plantas, respectivamente as concentrações (0, 25, 50 e 100%), nos períodos de 30, 45 e 60 dias após a aclimatação. SN+P = Solução nutritiva de Hewitt + fósforo.

Verificou-se, entretanto, na Fase 2, redução nos valores das médias para alguns tratamentos, apesar da diferença estatística significativa entre D1-60Dias (102,15 mg Kg<sup>-1</sup> de solo) e D2-45Dias (28,27 mg Kg<sup>-1</sup> de solo), conforme a Figura 15. Observa-se, ainda, que os teores de CBM variaram segundo a época e a dose. Aos 30 dias, a dose

D3 proporcionou o maior teor, e nas épocas de 45 e 60 dias, os maiores teores de CBM ocorreram nos tratamentos correspondentes às doses D2 e D1, respectivamente.

Monteiro & Rodrigues (2004) estudando carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural, verificaram que a qualidade nutricional e orgânica da serapilheira influenciou a atividade da biomassa microbiana.



**Figura 15** – Variação do Carbono da Biomassa Microbiana entre os tratamentos nas duas fases do experimento.

A Tabela 21 apresenta a interação entre Período x Doses. Destaca-se que, na Fase 1, os valores das médias não diferiram estatisticamente, e o período de 45 dias apresentou as maiores médias de CBM, as quais variaram entre 108,371 e 285,265 mg Kg<sup>-1</sup> de solo.

**Tabela 21** – Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) em relação à interação entre as doses e o período de aplicação do biofertilizante, nas Fases 1 e 2 do experimento.

Trat.	Fase 1			Dose	Fase 2		
	CBM (mg Kg <sup>-1</sup> de solo)				CBM (mg Kg <sup>-1</sup> de solo)		
	Período				Período		
	30	45	60		30	45	60
SN	31,37Aa	276,48 Aa	52,77 Aa	0	60,47Aa	57,70 Aa	86,87 Aa
SN	89,26Aa	108,37 Aa	19,58 Aa	1	34,99Bb	62,27 Aa	102,15 Aa
SN	226,96Aa	139,56 Aa	43,25 Aa	2	45,84 Aa	28,26 Aa	65,29 Aa
*SN	144,78Aa	207,20 Aa	46,95 Aa	3	87,77Aa	45,38 Aa	54,72 Aa
*SN+P	295,02Aa	285,26 Aa	30,00 Aa				

\*Médias seguidas por letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, P< 0,005. \* SN: solução nutritiva de Hewitt, SN +P: solução nutritiva + Fósforo.

Durante a Fase 2, verificou-se a mesma redução dos teores de CBM, apresentando diferença estatística na interação período *versus* doses. A quantidade de biofertilizante D3 (100%) no período de 30 dias apresentou a maior média e a dose D1 (25%) a menor. Maia (2006), ao estudar a atividade da microbiota do solo associada ao melão cultivado com o composto orgânico Bokashi, também observou relação direta entre os valores de CBM e a dose de adubação orgânica.

**Tabela 22** – Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) em relação aos períodos de aplicação do biofertilizante, nas Fases 1 e 2 do experimento.

Período	FASE 1	Período	FASE 2
	CBM(mg Kg <sup>-1</sup> de solo)		CBM (mg Kg <sup>-1</sup> de solo)
30	157,48 a	30	57,27 a
45	203,38 a	45	48,41a
60	38,52 b	60	77,26 a

\*Médias seguidas por letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, P< 0,005.

O Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) por períodos (30, 45, e 60 dias), apresentou, na Fase 1, o maior teor no período de 45 dias (203,38 mg Kg<sup>-1</sup> de solo), e o menor, aos 60 dias (38,52 mg Kg<sup>-1</sup> de solo) (ver Tabela 22).



Por sua vez, na Fase 2, os teores de CBM, após aplicação do biofertilizante, sofreram redução, nos períodos de 30 e 45 dias, e aos 60 dias, esses teores praticamente dobraram de valor, e não diferiram estatisticamente. Os dados evidenciados apresentaram-se contrários aos achados por Fialho et al. (2006). Esta redução pode associada à forma na qual a matéria orgânica se encontra, ou seja, ao aplicar o biofertilizante, este pode apresentar-se de uma forma mais facilmente mineralizável.

Os dados referentes às doses de biofertilizante aplicadas nas Fases 1 e 2, encontram-se na Tabela 23. Nota-se que seguiram o mesmo padrão dos demais períodos, ou seja, houve uma redução do CBM da Fase 1 para a Fase 2, havendo diferença estatística apenas na Fase 1. Os valores de CBM do solo foram mais elevados nos tratamentos que receberam a dose D3 (100%) de biofertilizante, após 30 dias de aclimação.

**Tabela 23** - Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) em relação às doses aplicadas, nas Fases 1 e 2 do experimento.

Tratamento	Fase 1	Doses	Fase 2
	CBM(mg Kg <sup>-1</sup> de solo)		CBM(mg Kg <sup>-1</sup> de solo)
SN	120,21 ab	0	68,35 a
SN	72,41 b	1	66,47 a
SN	136,60 ab	2	65,47 a
*SN	132,98 ab	3	62,63 a
*SN+P	203,43 a		

\*Médias seguidas por letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, P < 0,005.

\* SN: solução nutritiva de Hewitt, SN +P: solução nutritiva + Fósforo.

### 6.3.3. Respiração Basal do Solo (RBS)

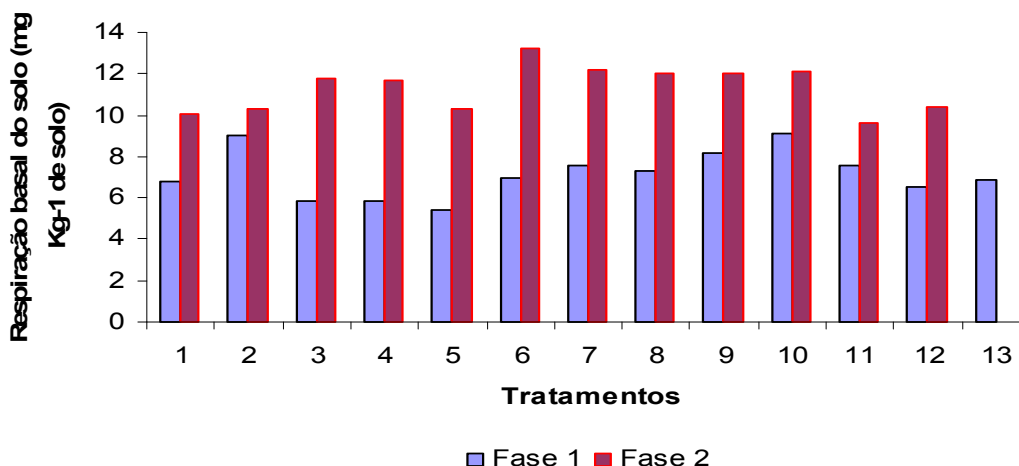
A respiração do solo reflete diretamente a atividade de microrganismos heterótrofos e estes são importantes nos processos de ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica (SILVA JÚNIOR, 2008). Os valores da RBS para as Fases 1 e 2 do experimento (Tabela 24), demonstraram diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan, nas duas fases do experimento. A respiração basal após o cultivo de bananeira apresentaram, na Fase 1, o maior índice com a D1-60DIAS (9,11 mg C-CO<sub>2</sub> 50 g de solo<sup>-1</sup>) e na Fase 2, o D1-45Dias apresentou o maior valor (13,264 mg C-CO<sub>2</sub> 50 g de solo<sup>-1</sup>).

**Tabela 24** - Respiração basal acumulada (10 dias de incubação) na mistura solo – areia, cultivada com plantas de bananeira nas Fase 1 e 2 do experimento.

Tratamentos	Fase 1	Fase 2
	RBS (mg C-CO <sub>2</sub> 50 g de solo <sup>-1</sup> )	RBS (mg C-CO <sub>2</sub> 50 g de solo <sup>-1</sup> )
DO-30-Dias	6,79 ab	10,06 ab
D1-30-Dias	9,01 a	10,27 ab
D2-30-Dias	5,86 b	11,76 ab
D3-30-Dias	5,83b	11,69 ab
DO-45-Dias	5,40b	10,34 ab
D1-45-Dias	6,97ab	13,26 a
D2-45-Dias	7,57ab	12,20 ab
D3-45-Dias	7,29ab	12,06 ab
DO-60-Dias	8,14ab	12,02 ab
D1-60-Dias	9,11a	12,13 ab
D2-60-Dias	7,54ab	9,66 b
D3-60-Dias	6,51ab	10,39 ab
SN + P	6,90ab	-

\*Médias seguidas por letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, P< 0,005. . DO, D1, D2 e D3 está relacionado as diferentes doses de biofertilizante aplicado as plantas, respectivamente as concentrações (0, 25, 50 e 100%), nos períodos de 30, 45 e 60 dias após a aclimação. SN+P = Solução nutritiva de Hewitt + fósforo.

A Figura 16 representa o comportamento da respiração basal durante todo o experimento, nas duas fases. Observa-se que, após o início da biofertilização, houve um incremento da taxa de respiração, estando seu maior índice entre os tratamentos T6 e T7. Não houve, entretanto, diferença estatística significativa para as doses de biofertilizante aplicadas na Fase 2.



**Figura 16** – Respiração basal para todos os tratamentos nas duas fases do experimento, em solo cultivado.

Na Tabela 25, encontram-se os valores da RBS nos diferentes períodos. Consta diferença estatística apenas na Fase 1, aos 60 dias (7, 896 mg C-CO<sub>2</sub> 50 g de solo<sup>-1</sup>). Verifica-se que, para a RBS, houve um aumento com a aplicação do biofertilizante, diferentemente do que aconteceu com o CBM. A interação Dose *versus* Período de aplicação não foi significativa para a RBS. Fialho et al.(2006) encontraram que a alta liberação de C-CO<sub>2</sub>, possivelmente, está associada ao tamanho da biomassa microbiana.

**Tabela 25** – Respiração basal do solo entre os períodos nas Fases 1 e 2.

FASE 1		FASE 2	
Período	RBS(mg C-CO <sub>2</sub> 50 g de solo <sup>-1</sup> )	Período	RBS (mg C-CO <sub>2</sub> 50 g de solo <sup>-1</sup> )
30	6,638 b	30	11,064 a
45	6,822 ab	45	11,97 a
60	7,896 a	60	11,054 a

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, P< 0,005.

#### 6.3.4. Quociente Metabólico (qCO<sub>2</sub>)

O quociente metabólico tem sido considerado um bom indicador das alterações dos processos no solo. Este índice prediz que a biomassa microbiana torna-se mais eficiente, a partir do momento em que menos carbono é perdido na forma de CO<sub>2</sub>, pela respiração, possibilitando assim, uma maior incorporação de carbono aos tecidos microbianos. O qCO<sub>2</sub> é usado para quantificar o consumo de carbono prontamente mineralizável, uma vez que não são desejados valores elevados de qCO<sub>2</sub> sob o risco de se elevarem as perdas de CO<sub>2</sub> (FIALHO et al., 2006).

Os dados do quociente metabólico (Tabela 26), revelaram diferença estatística nas Fases 1 e 2. Na Fase 1, o D1-60Dias apresentou um índice maior, o que não é desejável, pois implica em maior liberação de CO<sub>2</sub> e, conseqüentemente, um menor acúmulo de carbono no solo pelos microrganismos. Por conseguinte, na Fase 2, o tratamento D2-45Dias apresentou o maior valor para qCO<sub>2</sub>, e finalmente, o tratamento D1-60Dias, como sendo o mais adequado para a obtenção dos dados, para as condições do estudo em questão.

**Tabela 26** – Quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) na mistura solo - areia cultivada com mudas de bananeira, em relação aos tratamentos aplicados nas Fases 1 e 2 do experimento.

Tratamentos	Fase 1	Fase 2
	qCO <sub>2</sub>	qCO <sub>2</sub>
DO-30-Dias	0,253 b	0,184 b
D1-30-Dias	0,1294 b	0,334 ab
D2-30-Dias	0,0261 b	0,348 ab
D3-30-Dias	0,0405 b	0,213 b
DO-45-Dias	0,0202 b	0,234 b
D1-45-Dias	0,0641 b	0,227 b
D2-45-Dias	0,1281 b	0,512 a
D3-45-Dias	0,0372 b	0,318 ab
DO-60-Dias	0,1967 b	0,155 b
D1-60-Dias	1,0974 a	0,131 b
D2-60-Dias	0,1748 b	0,207 b
D3-60-Dias	0,1699 b	0,196 b
SN + P	0,1885 b	

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, P < 0,005. DO, D1, D2 e D3 está relacionado as diferentes doses de biofertilizante aplicado as plantas, respectivamente as concentrações (0, 25, 50 e 100%), nos períodos de 30, 45 e 60 dias após a aclimatação. SN+P = Solução nutritiva de Hewitt + fósforo.

Durante a Fase 1 (Tabela 27), houve diferença estatística significativa, com relação aos valores do quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>), variando entre 0,083 e 0,189. Na Fase 2, apenas se verificou diferença estatística com a dose D2 (0,353). As demais doses não diferiam estatisticamente, em relação às plantas que receberam apenas a solução nutritiva. Fialho et al. (2006) encontraram que os menores valores de qCO<sub>2</sub> nas áreas cultivadas, oferecem melhores condições de equilíbrio.

**Tabela 27** – Quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) na mistura solo - areia cultivada com mudas de bananeira, em relação às doses aplicadas nas Fases 1 e 2 do experimento.

Doses	Fase 1	Doses	Fase 2
	qCO <sub>2</sub>		qCO <sub>2</sub>
SN	0,157 ab	0	0,191 b
SN	0,130 ab	1	0,231 b
SN	0,110 b	2	0,356 a
*SN	0,083 b	3	0,243 b
*SN+P	0,189 a		

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, P< 0,005. \* SN: solução nutritiva de Hewitt, SN +P: solução nutritiva + Fósforo.

Com relação aos períodos (30, 45 e 60 dias), os resultados do quociente metabólico mostraram diferença estatística significativa, entre todos os períodos, nas Fases 1 e 2, exceto aos 30 dias, quando não diferiram. O período de 60 dias apresentou o maior valor de qCO<sub>2</sub> na Fase 1 (0,40), e o menor, na Fase 2 (0,17) (Tabela 28).

**Tabela 28** - Quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) na mistura solo+areia cultivada com mudas de bananeira, em relação ao período de aplicação nas Fases 1 e 2 do experimento.

Período	Fase 1	Período	Fase 2
	qCO <sub>2</sub>		qCO <sub>2</sub>
30	0,09 b	30	0,23a
45	0,08 b	45	0,32a
60	0,40 a	60	0,17b

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan, P< 0,005.

Infere-se, pelo descrito por Fialho et al. (2006), que ao se avaliar a estabilidade biológica do solo, por volta de 60 dias, apresentou-se mais estável que os demais, mesmo tendo apresentado o maior valor absoluto.

## 7. CONCLUSÕES

- ✚ A biofertilização na dose 100%, a partir dos 30 dias de transplântio, promoveu o maior desenvolvimento das mudas e maiores teores dos macronutrientes (N, P, K, S, Ca, Na e Mg);
- ✚ A utilização do biofertilizante não promoveu efeito negativo à microbiota do solo. Os menores valores do quociente metabólico ocorreram no tratamento que recebeu a maior dose do biofertilizante;
- ✚ A colonização micorrízica arbuscular não foi influenciada pela biofertilização.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M. I. N.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A.C. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos de cerrado com diferentes usos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.23, n.3, p.617-625, jul./set., 1999.
- ANDRÉA, M. M.; HOLLWEG M. J. M. Comparação de métodos para determinação de biomassa microbiana em dois solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:981-986, 2004.
- ANDERSON, J. P. & DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biol. Biochem.*, 10: 215-221, 1978.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2003, Disponível em <[http://www.anuarios.com.br/port/2003/fruticultura/versao\\_pdf\\_03.php#](http://www.anuarios.com.br/port/2003/fruticultura/versao_pdf_03.php#)>Acessado em 23/02/2008.
- ARAÚJO, J. S. Composto orgânico e biofertilizante da nutrição do cafeeiro em formação no sistema orgânico Lavras. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2004.

AZEVEDO, A.D.; ZATORRE, N. P.; BERBARA, R. L. L; PEREIRA, M. G.  
Congresso de Ecologia do Brasil, 8., Caxambu, 2007. Anais. Caxambu, Sociedade  
de Ecologia do Brasil, 2007.

BARSA, Enciclopédia Barsa Universal, V. 02, 2ª. Edição, Editora Planeta, Espanha,  
2009.



- BORGES, A. J. da S.; TRINDADE, A. V.; MATOS, A. P.; PEIXOTO, M. F. da S. Redução do mal-do-panamá em bananeira-maçã por inoculação de fungo micorrízico arbuscular. Revista Agropecuária Brasileira. Brasília, v.42, n.1, p.35-41, jan. 2007.
- BORGES, A.L., OLIVEIRA, A.M.G. Avaliação do Estado Nutricional da Bananeira – Diagnóstico Visual. Comunicado Técnico 117 – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas, BA. [online]. 1ª. ed. 2006.
- BRASIL, E. C.; OEIRAS, A. H. L.; MENEZES, A. J. E. A. de; VELOSO, C. A.C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.12, p.2407-2414, dez. 2000.
- BRESSAN, W.; SIQUEIRA, J. O.; VASCONCELLOS, C. A.; PURCINO, A. A.C. Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 2, p. 315-323, fev. 2001.
- CARDOSO FILHO, J. A. Quantificação do micélio extramicelial de *Glomus etunicatum* e da atividade em simbiose com milho. 119f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1994.
- CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. de. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. Bragantia, Campinas, v.67, n.2, p.455-462, 2008.
- COLLARD, F. H.; ALMEIDA, A. de M.; COSTA, C. R. ROCHA, M. C. Efeito do uso de biofertilizante agrobio na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg). Revista Biociência, Taubaté, v.7, n.1, p.15-21, jan.-jun. 2001.

- COSTA, C. M. C.; MAIA, L. C.; CAVALCANTE, U. M. T.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 6, p. 893-901, jun. 2001.
- DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. Avaliação nutricional em folhas de bananeira 'Prata anã' adubadas com composto orgânico. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.28, n.1,p.109-112, 2006.
- DELEITO, C. S. R.; CARMO, M. G. F. do; FERNANDES, M. do C. de A.; ABOUD, A. C. de S. Ação do biofertilizante Agrobio sobre a mancha-bacteriana e desenvolvimento de mudas de pimentão. Horticultura Brasileira, v. 23, n. 1, jan.-mar. 2005.
- DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; LEAL, M. A. de A.; SCHIMIDT, L. T. Efeito do biofertilizante líquido na produtividade e qualidade da Alfafa (*Medicago sativa* L.), no município de Seropédica-RJ. Agronomia, v.37, n.º.1, p. 16 - 22, 2003.
- DINIZ, P. F. de A. Influência do fungo micorrízico arbuscular (*Glomus clarum*) sobre características biofísicas, nutricionais, metabólicas e anatômicas em plantas jovens de seringueira. Mestrado (Dissertação). Universidade Federal de Lavras, 2007.
- ETGES, D.; HOPPE, M.; DELEVATTI, D.; FAGGION, .; FOGLIATTO, C.; PREDIGER, M.; GEWEHR, L. Avaliação do desenvolvimento em pomar de pêsego em transição para orgânico após a aplicação de biofertilizante supermagro e calda sulfocálcica. Revista Brasileira de Agroecologia, v.2, n.1, p. 1445-1448. fev. 2007.
- ESPINDOLA, J. A. A. et al. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]. 2006, vol.30, n.2, pp. 321-328.

- ESPINDOLA, J. A. A. et al. Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de nitrato e amônio de solo coberto com *Paspalum notatum* em um agroecossistema. Floresta e Ambiente. V. 8, n.1, p.104 - 113, jan./dez. 2001.
- FANCELLI, M. Cultivo da Banana para o Estado do Amazonas. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção, Versão eletrônica. Jan/2003. Disponível em <<<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaAmazonas/importancia.htm>>> Acesso em: 20 de Fevereiro de 2008.
- 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, n3, p.250-257, 2006.
- GAINES, T. P.; PARKER, M. B.; GASCHO, G. J. Automated determinations of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. Agronomy Journal, v.76, p. 371-374, 1984.
- GERDEMANN, J. W. & NICHOLSON, T. H. Spore of mycorrhizal Endogone specie extracted from soil by wet sieving and decanting. Transactive British Mycology Society, v.46, p. 235-244, 1963.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. Na evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist, v.84, p. 489-500. 1980.
- GOMES, J.A.; HAAG, H.P.; NOBREGA, A.C. Acúmulo de macronutrientes pela bananeira cv. prata em diferentes estádios de desenvolvimento. An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz [online]. 1989, vol.46, n.1, pp. 1-40.
- GONDIM, A. R. de O. et al. Produtividade de banana submetida a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação: segundo ciclo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 1, n. 10, p.38-42, 2006.

- HEWITT, E. J. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. London: Commonwealth Agricultural Bureau, 1996. 547p.
- HOFFMANN, R. B. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em cultivares de bananeira irrigada. Mestrado (Dissertação). Universidade Federal da Paraíba, 2008.
- ISLAM, K. R. & WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for measurement of microbial biomass carbon. *Biology and Fertility of soils*, v.27, p. 408-416, 1998.
- JUNIPER S.; ABBOTT L. K. Soil salinity delays germination and limits growth of hyphae from propagules of arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* v. 16: 371–379. (2006).
- KUMMER, L. et al. Respiração e biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de uso. *Scientia Agrária*, Curitiba, v.9, n.4, p.559-563, 2008.
- LEAL, P. L.; MARTINS, M. A.; RODRIGUES, L. A.; SCHIAVO, J. A. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal – SP, v.27, n.1, p. 84-87, Abril 2005.
- LEMOS, E. E. P. de; FERREIRA, M. de S.; ALENCAR, L. M. C. de; OLIVEIRA, J. G. L.; MAGALHÃES, V. S. Micropropagação de clones de banana cv. Terra em biorreator de imersão temporária. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal - SP, v. 23, n. 3, p. 482-487, dezembro 2001.
- LESSA, L. S., PEIXOTO, C. P., LEDO, C.A. da S., et al. Desempenho fisiológico de mudas de bananeira na fase inicial de crescimento. *Magistra*, Cruz das Almas-BA, v. 20, n. 3, p. 305-312, jul./set., 2008.
- LIMA, J. D., BELLICANTA, G. S., MORAES, W. da S. Uso de fertilizante organo-mineral líquido na aclimatação de mudas de bananeiras micropropagadas. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia Garça/FAEF*, ano V, n. 09, junho de 2006.

- LINS, G. M. de L.; TRINDADE, A. V.; ROCHA, H. S. Utilização de *Gigaspora margarita* em plantas micropropagadas de bananeira em diferentes estádios de enraizamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal – SP, v. 25, n.1, p. 143-147, Abril 2003.
- MAIA, A. M., Atividade da microbiota do solo associada ao melão cultivado com o composto orgânico bokashi. Fortaleza. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MATOS, R. M. B.; SILVA, E. M. R. da; BRASIL, F. da C. Micorriza arbuscular e matéria orgânica na aclimatização de mudas de bananeira, cultivar nanicão. *Bragantia*, Campinas, v. 61, n. 3, 277-283, 2002.
- MATSUOKA, M.; MENDES, I. C., LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online]. 2003, vol.27, n.3, pp. 425-433.
- MEDEIROS, D. C. de; FREITAS, K. C. de S.; VERAS, F. de S.; ANJOS, R. S. B. dos; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; NUNES, G. H. de S.; FERREIRA, H. A. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. *Horticultura Brasileira*., v. 26, n. 2, abr.-jun. 2008.
- MELLONI, R. Quantificação de micélio extra-radicular de fungos micorrízicos arbusculares em plantas críticas. Piracicaba, 1996. 83p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MENDONÇA, de S. E.; MATOS, da S. E.; Matéria orgânica do solo: métodos de análises. Viçosa: UFV, 2005, 107p.

- MONTEIRO, M. T. M., Desenvolvimento do pimentão inoculado com fungos micorrízicos arbusculares em substratos com pó de coco. Fortaleza. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, 2007.
- MONTEIRO, M. T.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28: p 819-826, 2004.
- MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*, 2. ed. atual. e ampliada – Lavras, UFLA 2006, 729P.
- MOREIRA-SOUZA, M.; CARDOSO, E. J. B. N. Dependência micorrízica em *Araucária angustifolia* (Bert) O. Ktze. Sob doses de fósforo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, n.4, p.905, 2002.
- NEVES, L. L. de M., SIQUEIRA, D. L. de, MARTINEZ, H. E. P., et.al. Composição Mineral da bananeira ‘Prata’ submetida a diferentes doses de sódio e cálcio em solução nutritiva. *Revista Ceres*, Viçosa: Minas Gerais, Vol. 50, N. 287: (61-84), 2003.
- NOMURA, E. S. et al. Influência do substrato e do tipo de fertilizante na aclimação de mudas de bananeira ‘prata-anã’. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, n. 3, p. 773-779, maio/jun., 2009.
- OLIVEIRA A. N. de; OLIVEIRA L. A. de. Colonização por fungos micorrízicos arbusculares e teores de nutrientes em cinco cultivares de bananeiras em um latossolo da Amazônia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29: p 481-488, 2005.
- OLIVEIRA, M. A. S. Nível tecnológico e seus fatores na bananicultura do município de Mauriti-Ce. 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado) Curso de Economia Rural, Departamento de Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003. Disponível em: <<http://www.economiarural.ufc.br/aparecida2003.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

- PEREIRA, J. C. R.; PEREIRA, J. R.; CASTRO, GASPAROTTO, M. E. A. L. Ocorrência do Mal-do-Panamá em Bananeira do Subgrupo Figo, em Piau, Minas Gerais. *Fitopatologia Brasileira*. 30(5), set - out 2005.
- PEREZ, L. H. Banana: expansão das exportações brasileiras perde fôlego em 2007. *Análises e indicadores do agronegócio*. v.3, n.3, março 2008. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br>, acesso em: 15 de Janeiro de 2009.
- PHILLIPS, J. M. & HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society.*, London, 55: 158-161,1970.
- PLENCHETTE, C.; FORTIN, J.A.; FURLAN, V. Growth response of several plant species to mycorrhizaa in a soil of moderate P-fertility. *Plant and Soil*, v.70,n.2, p.199-209, 1983.
- PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL, PAM. Culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro v. 33, p.1-133, 2006, ISSN 0101-3963.
- REIS JUNIOR, F. B., MENDES, I. C. Biomassa microbiana do solo. 1ª. ed. Planaltina: DF, Embrapa Cerrados, 2007.
- ROCHA, M. C.; GEDDA, A. E. di C.; MANERA, T. C.; SILVA, D. A. G. da; CARMO, M. G. F. do; POLIDORO, J. C.; FERNANDES, M. do C. A. Produtividade e exportação de n e de k na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) influenciada pela aplicação foliar de biofertilizante e bactericidas. *Revista Agronômica*, v.37, nº.1, p. 42 – 45, 2003.
- RODOLFO JUNIOR, F.; CAVALCANTE, L. F.; BURITI, E. de S. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK. *Revista Caatinga Mossoró - RN*, v.21 n.5 (Número Especial), p.134-145, dezembro de 2008.
- RODRIGUES, A. C. Biofertilizante supermagro: efeitos no crescimento, produção, qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*

Deg.) e na fertilidade do solo. Areia. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, 2007.

SANTOS D. R. dos; COSTA, M. da C. S.; MIRANDA, J. R. P. de; SANTOS, R. V. dos. Micorriza e rizóbio no crescimento e nutrição em N e P de mudas de angico-vermelho. Revista Caatinga, Mossoró, v.21, n.1, p.76-82, janeiro/março de 2008

SAS INSTITUTE. SAS/STAT: users guide, release 6.03. SAS Institute INC., Cary. 1998.

SILVA, E. A. da; BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. de S. Avaliação de cultivares de bananeira (*Musa* sp) na região de Selvíria – MS. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 1, p. 101-103, Abril 2006.

SILVA, M. C. S.; CAMPOS, D. T. S.; CARVALHO A. M. X.; KASUYA M. C. M. Colonização ectomicorrízica e crescimento de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora* inoculados com *Pisolithus* sp., *Paxilus involutus* e *Laccaria laccata*. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31. Gramado, 2007. Anais. Gramado. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

SILVA, J. T. A. da; SILVA, I. P. da; MOURA NETO, A. de, COSTA, É. L. da. Aplicação de potássio, magnésio e calcário em mudas de bananeira 'Prata-anã' (AAB). Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p. 782-786, Setembro 2008.

STANCATO, G. C.; SILVEIRA, A. P. D. da. Associação de fungos micorrízicos arbusculares e cultivares micropropagadas de antúrio. Bragantia, Campinas, v.65, n.3, p.511-516, 2006.

TAVARES, R. C. de Efeito da inoculação com fungo micorrízico arbuscular e da adubação orgânica no desenvolvimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinaefolia* Benth.), sob estresse salino. Fortaleza. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, 2007.



- TEIXEIRA, L. A. J.; NATALE, W.; MARTINS, A. L. M. Nitrogênio e potássio via fertirrigação e adubação convencional-estado nutricional das bananeiras e produção de frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 1, p. 153-160, Abril 2007.
- TRISTÃO. F. S. M.; ANDRADE S. A. L.de; SILVEIRA A. P. D. da. Fungos micorrízicos arbusculares na formação de mudas de cafeeiro, em substratos orgânicos comerciais. *Bragantia*, Campinas, v.65, n.4, p.649-658, 2006
- VANCE, E. D., BROOKES, P. C. & JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. ***Soil Biol. Biochem.*, 19: 703-707, 1987.**
- VIERHEILIG, H.; COUGHLAN, A. P.; WYSS, U.; PICHÉ, Y. Ink and vinegar, a simple technique for arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied and Environmental Microbiology*, v.64, n.12, p. 5004-5007, 1998.
- VILLELA JUNIOR, L. V. E.; ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. Comportamento do meloeiro em cultivo sem solo com a utilização de biofertilizante<sup>1</sup>. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 2, abr.-jun. 2003.

## **ANEXOS**

Neste anexo são apresentadas fotografias do experimento, mostrando os diferentes estádios de desenvolvimento das mudas de bananeiras.



**Figura 17 - Mudanças de plantas de bananeiras aos dez dias depois de transplantadas.**



**Figura 18 - Mudanças de plantas de bananeiras após quarenta dias de transplantadas.**



**Figura 19 - Mudanças de plantas de bananeiras após sessenta dias de transplantadas.**



**Figura 20 – Radicelas de plantas de bananeiras colonizadas com estruturas de fungos micorrízicos arbusculares**