



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

EDER DE OLIVEIRA SANTOS

**ADUBAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL EM MUDAS MICROPROPAGADAS
DE BANANANEIRA CV PRATA CATARINA DURANTE A ACLIMATIZAÇÃO**

FORTALEZA – CE
NOVEMBRO – 2014

EDER DE OLIVEIRA SANTOS

**ADUBAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL EM MUDAS MICROPROPAGADAS
DE BANANANEIRA CV PRATA CATARINA DURANTE A
ACLIMATIZAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Solos.

Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Thales Vinícius de Araújo Viana.

Co-orientadora: Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho.

**FORTALEZA – CE
NOVEMBRO – 2014**

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação
Universidade Federal
do Ceará
Biblioteca de Ciências e
Tecnologia

S234a Santos, Eder de Oliveira.
Adubações orgânica e mineral em mudas micropropagadas de banananeira cv prata
catarina durante a aclimatização / Eder de Oliveira Santos. – 2014.
81f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.
Orientação: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.
Coorientação: Profa. Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de
Carvalho.

1. Banana prata. 2. Nutrição mineral. 3. Insumo orgânico. I. Título.

CDD 631.4

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida concedida, pelas vitórias alcançadas e pela fé que me fez romper barreiras e realizar os meus objetivos nos momentos mais difíceis da trajetória;

A minha família, pelo amor, apoio, compreensão e que sempre esteve disposta a me apoiar nas minhas decisões;

À Universidade Federal do Ceará – UFC, em especial ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade oferecida para cursar o Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas;

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo;

A minha professora, orientadora e pesquisadora Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, pela confiança, orientação e importantes contribuições na minha formação científica e pessoal, pelo cuidado, carinho, amizade, afeto e convivência. Meus sinceros agradecimentos;

Ao professor Dr. Thales Vínicius de Araújo Viana (UFC) pelo empenho, orientação, confiança, e pela amizade formada ao longo dessa jornada;

Ao pesquisador do PNPd/CAPES/UFC/ Dr. Geocleber Gomes de Sousa pela orientação segura e criteriosa na realização deste trabalho, pelos conhecimentos compartilhados, pela paciência e amizade;

Ao professor Dr. Boanerges Freire Aquino (UFC), pelas contribuições e ensinamentos durante o mestrado, por ter aceitado o convite e participado da banca examinadora;

Aos professores da UFC Dr. Ismail Soares, Dr. Raimundo Nonato de Assis Júnior, Dr. Jaedson Cláudio Anunciato Mota pelos conhecimentos passados;

Aos pesquisadores da Embrapa Agroindústrias Tropical Dr. Lindimbergue Araujo Crisostomo e Dr. Carlos Alberto Kenji Tanigushi por me autorizarem a usar o Laboratório de solos e água da Embrapa para realizar minhas análises, pelas dicas, contribuições, orientação, ensinamentos e compreensão;

À Embrapa Agroindústria Tropical, por ter sempre disponibilizado condições físicas e materiais para a realização do experimento e das análises;

Aos meus grandes amigos Davi Germano, Flávio, Leidiane, Rodrigo, Ricardo pela força, orações, apoio, dicas;

Aos meus grandes amigos que estão comigo desde a graduação: Anderson, Esdras, Evaldo e Iury pela força, conselhos, paciência e que sempre estiveram dispostos a me aturar em todos os momentos;

A minha turma do mestrado: Gabrielle, Keivianne, Jackson, Magnum, Fabiana Gadelha, Mirele, Fabiana Albuquerque, Tiago, Gleidson e Jones por todos os momentos vividos durante a pós graduação;

As estagiárias, bolsistas e funcionárias do Laboratório de Cultura de Tecidos Vvegetais da EMBRAPA: Myrella Tabosa, Gislane Mendes, Cecilia Moreira, Priscila Bezerra, Arlene Santisteban e Sandra pelo convívio, carinho, amizade, companhia;

Aos estagiários, bolsistas e funcionários do Laboratório de Solos e Água da EMBRAPA: Marina Monteiro, Maíra Saldanha, Marcelo Pinheiro, Rafaela Magalhães, Erica Calvet, Thais Martins, Jones Oliver, Vanderleia Bezerra e Raimundo, pela companhia, ensinamentos e descontrações;

A galera da estação meteorológica da UFC: Aldiel, Felype, Krishna, Anderson Galvão, Fabricio e Keivia pela ajuda, indispensável, no pleno desenvolvimento e condução do trabalho de campo;

Ao funcionário do departamento de solos da UFC Edilson por ser sempre prestativo com relação aos assuntos burocráticos da pós-graduação. Aos funcionários da FUNCEME: Antonio José e Geórgia pela atenção e orientação;

A todos, que de certo modo, contribuíram para o sucesso do meu trabalho.

RESUMO

A banana é uma das frutas mais produzida e consumida no mundo. A cultivar 'SCS451 Catarina' também chamada de Prata Catarina apresenta diversas vantagens com relação à cultivar Prata. A micropropagação é uma técnica que permite a produção de mudas com alta qualidade fitossanitária em curto período de tempo. A utilização de produtos orgânicos como fonte de adubação tem gerado bons resultados no desenvolvimento das plantas. Com base nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo, os teores e a extração de elementos minerais em mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina, durante a fase de aclimatização em função da aplicação de diferentes doses de biofertilizantes e de adubação mineral. O experimento foi constituído de duas etapas, a de micropropagação, foi efetuada no laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais na Embrapa Agroindústria Tropical, e a de aclimatização, na estação Agrometeorológica da UFC. O delineamento experimental foi em blocos casualizados no arranjo fatorial $2 \times 5 + (2)$, referentes a 2 tipos de biofertilizantes líquidos (B1 = biofertilizante a base de esterco bovino com fermentação aeróbica e B2 = biofertilizante a base de esterco bovino com fermentação anaeróbica), 5 doses (25, 50, 75, 100 e 125%) de ambos biofertilizantes e dois tratamentos adicionais (controle, sem fertilização e adubação química). As variáveis altura das mudas, diâmetro do pseudocaule, área foliar e massa seca das folhas apresentaram efeitos significativos para doses e os tipos de adubação mineral e controle. A massa seca do pseudocaule e o teor de clorofila foram significativos apenas para os tipos de biofertilizantes e a massa seca das raízes apenas para as doses de biofertilizantes. Na dose de 100% dos biofertilizantes houve um maior desenvolvimento vegetativo das mudas micropropagadas de bananeira Prata Catarina e acima desse limite ótimo, redução do crescimento. Com relação ao teor dos elementos minerais nas folhas, no pseudocaule e nas raízes, verificou-se que para o tipo de biofertilizante utilizado apenas os teores de fósforo no pseudocaule e de potássio no pseudocaule e na raiz não foram significativos. Para as dosagens, apenas as concentrações de potássio nas folhas não foi significativo. A interação foi significativa para os teores de nitrogênio nas folhas e no pseudocaule para o fósforo nas raízes e para o sódio apenas no pseudocaule. Com o aumento das doses houve um aumento no teor dos nutrientes estudados exceto para o sódio. O biofertilizante bovino com fermentação anaeróbia supre as necessidades nutricionais das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina até os 90 dias na fase de aclimatização, devido ao teor de nutrientes que se sobrepõe aos encontrados no biofertilizante aeróbio. A adubação com 100% do biofertilizante anaeróbio promove um maior desenvolvimento vegetativo para grande parte das variáveis estudadas equiparando-se a adubação de referência. Os biofertilizantes promoveram um maior acúmulo dos nutrientes nas folhas, pseudocaule e raízes, contudo houve uma resposta diferente quanto ao percentual e fermentação para cada parte.

Palavras chave: Nutrição mineral, *Musa spp.*, Insumo orgânico.

ABSTRACT

Banana is one of the most produced and consumed fruit in the world. The cultivar 'SCS451 Catarina' also called Prata Catarina has several advantages with respect to cultivar Prata. Micropropagation is a technique that enables plant production with high phytosanitary quality in a short period of time. The use of organic products as a fertilizer source has given good results in plant development. Within this context, the objective of this study was to evaluate the vegetative growth, the contents and the extraction of mineral elements in micropropagated banana plantlets cv. Prata Catarina, during the acclimatization phase due to the application of different biofertilizers doses and mineral fertilizer. The experiment consisted of two stages, the micropropagation was performed in the Plant Tissue Culture laboratory in Embrapa Tropical Agroindustry, and the acclimatization, at the UFC Agrometeorology Station. The experimental design was randomized blocks with factorial $2 \times 5 + (2)$, corresponding to two types of liquid biofertilizers (B1 = biofertilizer the basis of animal manure with aerobic fermentation and B2 = biofertilizer the basis of animal manure with anaerobic fermentation) 5 doses (25, 50, 75, 100 and 125%) of both biofertilizers and two additional treatments (control without fertilization and chemical fertilization). The variables plant height, pseudostem diameter, leaf area and dry mass of leaves showed significant effect for doses and for the types of mineral fertilizer and control. The dry mass of pseudostem and the chlorophyll content were significant only for the types of biofertilizers and dry mass of roots only at doses of biofertilizers. At 100% biofertilizers dose the vegetative growth of micropropagated banana plantlets cv. Prata Catarina was greater and above this limit, the growth was reduced. With respect to the mineral elements in the leaves, in the roots and in the pseudostem, it was found that for the type of biofertilizer used only phosphorus contents in the pseudostem and potassium in the pseudostem and root were not significant. For the measurements, only potassium concentration in leaves was not significant. The interaction was significant for nitrogen content in the leaves and pseudostem, for phosphorus in the roots and for sodium only for the pseudostem. With increasing doses there was an increase in the content of nutrients studied except for sodium. The bovine biofertilizer with anaerobic fermentation meets the nutritional needs of micropropagated banana plantlets cv. Prata Catarina up to 90 days in acclimatization phase due to nutrient content that overlaps those found in aerobic biofertilizer. The fertilization with 100% of the anaerobic biofertilizer promotes greater plantlet vegetative growth for the majority of the studied variables equating to the values registered in the mineral fertilizer reference and promoted a greater accumulation of nutrients in the leaves, pseudostem and roots of the plantlets.

Keywords: Mineral nutrition, *Musa spp*, organic input.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Esquema dos vasos com substrato formulado da mistura de areia grossa, vermiculita e brita. Fortaleza, CE, 2014..... 28
- Figura 2 – Caixa d'água de polietileno com capacidade de 500L utilizada no preparo do biofertilizante com fermentação aeróbia, Fortaleza, CE 2014..... 29
- Figura 3 – Bombonas utilizadas na produção de biofertilizante bovino com fermentação anaeróbio, Fortaleza, CE, 2014..... 30
- Figura 4 – Avaliação de características de crescimento das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina aos 90 dias de aclimatização: A) Altura de plantas; B) Diâmetro do pseudocaule; C) Número de folhas vivas; D) Área foliar. UFC, Fortaleza, CE 2014..... 35
- Figura 5 – Curva de regressão para altura das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... 42
- Figura 6 – Curva de regressão para diâmetro do pseudocaule das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... 44
- Figura 7 – Curva de regressão para área foliar das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014 46
- Figura 8 – Gráfico de comparação de médias para teor de clorofila nas folhas das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE 2014..... 47
- Figura 9 – Curva de regressão para as variáveis massa seca das folhas e pseudocaulares das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza,

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CE, 2014..... | 50 |
| Figura 10 – Curva de regressão para variável massa seca das raízes das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE 2014..... | 52 |
| Figura 11 – Curva de regressão para variável teor de nitrogênio na folha, pseudocaule e raiz das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 58 |
| Figura 12 – Curva de regressão para variável teor de P nas raízes das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE 2014..... | 61 |
| Figura 13 – Curva de regressão para variável teor de Na nas folhas, pseudocaulos e raízes das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 66 |
| Figura 14 – Sintomas de intoxicação por sódio no limbo folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina, em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização UFC, Fortaleza, CE 2014..... | 69 |

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Identificação dos tratamentos utilizados na fase de aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina, Fortaleza, CE, 2014..... 28
- Tabela 2 – Resultado da análise química do substrato utilizado mistura de areia grossa com vermiculita na proporção de 1:1, Fortaleza, CE, 2014..... 29
- Tabela 3 – Análise química dos biofertilizantes aeróbio e anaeróbio aos 30 dias de fermentação, Fortaleza, CE, 2014..... 30
- Tabela 4 – Quantidades de nutrientes recomendados, presentes no substrato e necessidades de complementação nutricional, Fortaleza, CE, 2014..... 31
- Tabela 5 – Quantidade de nutrientes fornecidos a partir da aplicação dos biofertilizantes, nas diferentes doses, Fortaleza, CE, 2014..... 32
- Tabela 6 – Fornecimento total de nutrientes as mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina, Fortaleza, CE, 2014..... 32
- Tabela 7 – Percentual de nutrientes fornecidos as mudas de bananeira cv Prata Catarina nas diferentes doses e tipos de biofertilizante, em relação à recomendação mineral, Fortaleza, CE, 2014..... 33
- Tabela 8 – Concentrações dos nutrientes que compõem o meio de cultura MS aplicado nas mudas micropropagadas de bananeira Prata Catarina, Fortaleza, CE, 2014..... 34
- Tabela 9 – Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), altura da muda (AM), diâmetro do pseudocaule (DP), teor de clorofila (TC), área foliar (AF), massa seca da folha (MSF), pseudocaule (MSPC) e raiz (MSR) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função das

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE. 2014..... | 40 |
| Tabela 10 – Teste de comparação de médias para altura das mudas em (cm) micropropagadas de bananeira cv.Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 41 |
| Tabela 11 – Teste de comparação de médias para diâmetro do pseudocaule em (mm) de mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 na fase de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 43 |
| Tabela 12 – Teste de comparação de médias para área foliar em (cm ²) de mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014..... | 45 |
| Tabela 13 – Teste de comparação de médias para massa seca em (g) das folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’ em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará,2014..... | 49 |
| Tabela 14 – Teste de comparação de médias para massa seca do pseudocaule em (g) das mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’ em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 49 |
| Tabela 15 – Teste de comparação de médias para massa saca da raiz em (g) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 51 |
| Tabela 16 – Resumo da análise de variância para concentração de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) nas folhas, no pseudocaule e nas raízes das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina, em função das doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE. 2014..... | 55 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 17 – Teste de comparação de médias para teor de nitrogênio em (g kg^{-1}) nas folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 56 |
| Tabela 18 – Teste de comparação de médias para teor de nitrogênio em (g kg^{-1}) nos pseudocauls das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 57 |
| Tabela 19 – Teste de comparação de médias para teor de nitrogênio em (g kg^{-1}) nas raízes das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 57 |
| Tabela 20 – Teste de comparação de médias para teor de fósforo nos pseudocauls em (g kg^{-1}) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 60 |
| Tabela 21 – Teste de comparação de médias para teor de fósforo nos pseudocauls em (g kg^{-1}) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 61 |
| Tabela 22 – Teste de comparação de médias para teor de potássio nos pseudocauls em (g kg^{-1}) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 63 |
| Tabela 23 – Teste de comparação de médias para teor de potássio nas raízes em (g kg^{-1}) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 64 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 24 – Teste de comparação de médias para teor de sódio nas folhas em (g kg^{-1}) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 65 |
| Tabela 25 – Teste de comparação de médias para teor de sódio nos pseudocaulos em (g kg^{-1}) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 65 |
| Tabela 26 – Teste de comparação de médias para teor de sódio nas raízes em (g kg^{-1}) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE, 2014..... | 66 |

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 17 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 19 |
| 2.1 Origem, importância e características da cultura da bananeira | 19 |
| <i>2.1.1 Nutrição da bananeira</i> | 20 |
| 2.2 Micropropagação | 23 |
| 2.3 Ambiente protegido | 24 |
| 2.4 Aclimatização | 24 |
| 2.5 Biofertilizantes | 25 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 3.1 Localização do experimento | 28 |
| 3.2 Clima da região | 28 |
| 3.3 Delineamento experimental | 28 |
| 3.4 Enchimento dos vasos | 29 |
| 3.5 Preparo do Biofertilizante | 30 |
| 3.6 Origem das mudas | 34 |
| 3.7 Aclimatização | 34 |
| <i>3.7.1 Casa de vegetação</i> | 35 |
| 3.8 Características avaliadas | 35 |
| <i>3.8.1 Altura da muda, diâmetro do pseudocaule, número de folhas e área foliar</i> 35 | |
| <i>3.8.2 Massa seca das folhas, pseudocaule e raízes</i> | 36 |
| <i>3.8.3 Teores de macronutrientes (N, P, K, Na) nas folhas, pseudocaule e raízes</i> . 36 | |
| <i>3.8.4 Teor de clorofila nas folhas</i> | 36 |
| 3.9 Análise estatística | 37 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 38 |
| 4.1 Crescimento | 38 |
| <i>4.1.1 Altura das muda</i> | 41 |
| <i>4.1.2 Diâmetro do pseudocaule</i> | 43 |
| <i>4.1.3 Área foliar</i> | 45 |
| <i>4.1.4 Teor de clorofila nas folhas</i> | 46 |
| <i>4.1.5 Massa seca das folhas, pseudocaule e raízes</i> | 48 |
| 4.2 Nutrição | 54 |
| <i>4.2.1 Teor de nitrogênio nas folhas, pseudocaule e raízes</i> | 56 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <i>4.2.2 Teor de fósforo nas folhas, pseudocaule e raízes</i> | 60 |
| <i>4.2.3 Teor de potássio nas folhas, pseudocaule e raízes</i> | 63 |
| <i>4.2.4 Teor de sódio nas folhas, pseudocaule e raízes</i> | 64 |
| 5. CONCLUSÃO | 70 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 71 |

1. INTRODUÇÃO

A banana é uma das frutas mais produzida e consumida no mundo, apresentando importante papel na nutrição alimentar das mais variadas classes sociais tanto pela sua composição química e conteúdo em vitaminas e minerais, quanto por sua versatilidade em seu uso (processada, frita, cozida, consumo in natura, etc.).

São mais de 125 países que se dedicam ao cultivo da banana no mundo. Em alguns deles, a atividade se destaca como uma das principais fontes de arrecadação e geração de emprego e renda. O continente Asiático lidera a produção dessa fruta, com 58% do volume produzido; o Americano vem em segundo lugar, com 25% (América do Sul, com 17%; América Central, com 8%) e o Africano, em terceiro lugar, com 14%.

Nos sete primeiros meses de 2013, as exportações brasileiras de banana alcançaram 62,6 mil toneladas e representaram US\$ 21,7 milhões, sendo 20,5% e 7,2%, respectivamente, maior que igual período de 2012. A área de produção no país de médio a alto nível tecnológico em 2013 totalizam 71.253 hectares nas regiões produtoras.

Essa cultura possui uma grande importância socioeconômica na região Nordeste, sendo geralmente explorada por pequenos agricultores, predominando a mão de obra familiar. Constitui parte integrante da alimentação de populações de baixa renda, não só pelo seu alto valor nutritivo, mas também pelo seu baixo custo, tendo papel fundamental na fixação do homem no campo.

Devido a sua grande escala de produção e consumo, tem-se buscado mudas com alta qualidade. A utilização de mudas micropropagadas na bananicultura é uma prática que vem ocorrendo de forma mais presente nos sistemas de produção, devido aos fatores de qualidade fisiológica, genética e fitossanitária, além da possibilidade de rápida multiplicação e uniformidade da produção.

A cultura de tecidos é uma prática que possibilita a obtenção de mudas com essas características. A micropropagação, técnica da cultura de tecidos, permite uma elevada produção num curto intervalo de tempo proporcionando homogeneidade e vigor as mudas. A aclimatização que é uma etapa desse processo que consiste na fase de transição, adaptação das mudas produzidas em laboratório ao campo para que as mesmas sofram menor estresse com a mudança de ambiente.

O sucesso da bananicultura depende de informações técnicas que possam ser aplicadas na cadeia produtiva com objetivo de aumentar a produtividade e reduzir o custo de produção. Bananais conduzidos de forma adequada, onde o manejo da

adubação é realizado de forma eficaz, podem alcançar até 15 anos de idade, com produção economicamente viável.

A cultivar ‘SCS451 Catarina’ também chamada de Prata Catarina é um mutante natural do subgrupo Prata, originário da cultivar ‘Branca’, que foi selecionado em 1999, no município de Sombrio (SC) e apresenta diversas vantagens em comparação com a banana cv. Prata tais como: cachos e frutos maiores, maior percentual de cachos comerciais na primeira safra, melhor coloração de casca, casca sem danos e maior tolerância ao “mal-do-panamá”. O sabor da polpa se assemelha muito ao da ‘Prata Anã’, largamente aceita no mercado nacional.

As adubações efetuadas nas mudas provenientes da micropropagação nesta região são basicamente realizadas com uréia, cloreto de potássio, sulfato de magnésio, sulfato de zinco, MAP, ácido bórico dentre outros. Esses adubos se aplicados inadequadamente podem gerar efeitos negativos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Uma das possibilidades para se reduzir o emprego de insumos sintéticos nos solos, nas plantas e no ambiente é a utilização de produtos orgânicos no estado sólido ou líquido. Dentre os produtos orgânicos possíveis de utilização, tem-se o biofertilizante, pode ser produzido de diversas formas, sendo sua forma mais comum, a mistura de material orgânico com água.

Das fontes de matéria orgânica, o esterco bovino é considerado um dos produtos com maior potencial para produção de fertilizantes orgânicos e de fácil acesso. Entretanto, há carência de maiores informações no País sobre as dosagens adequadas desses fertilizantes a serem utilizadas, bem como a variação dessas dosagens em função dos constituintes do mesmo, principalmente do seu uso em mudas provenientes do cultivo *in vitro*.

Portanto o objetivo desse estudo foi avaliar o crescimento, os teores e a extração de elementos minerais nas mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina, durante a fase de aclimatização em função da aplicação de diferentes doses de biofertilizantes e de adubação mineral.

1 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem, importância e características da cultura da bananeira

O Sudeste da Ásia e o Oeste do Pacífico são apontados como os principais centros de origem da bananeira, hoje cultivada em uma extensa área desde os trópicos até os subtropicais sendo introduzida na África, nas Américas e Sul do Pacífico; onde ganhou popularidade e importância econômica (DE LANGHE et al., 2009).

Na evolução das espécies comestíveis participaram as bananeiras diplóides representadas pelas letras A (*Musa acuminata*) e B (*Musa balbisiana*), de modo que cada cultivar contém combinações variadas dos genomas dessas duas espécies parentais, que resultaram nos grupos diploides (AA, BB e AB), triploides (AAA, AAB e ABB) e tetraploides (AAAA, AAAB, AABB e ABBB) (COSTA, 2008).

A bananeira (*Musa* sp.) é uma planta monocotiledônea e herbácea, possui um pseudocaule formado por bainhas foliares e caule subterrâneo com raízes fibrosas. O caule verdadeiro é subterrâneo, denominado rizoma, geralmente apresenta-se com um diâmetro superior a 30 cm, sendo a parte onde todos os órgãos estão apoiados. A inflorescência sai de dentro da copa, apresentando brácteas ovaladas. O sistema radicular é fasciculado, que dependendo da variedade e das condições do solo pode atingir até cinco metros de profundidade (BORGES; SOUZA; ALVES, 2010).

Essa fruteira tem um ciclo de vida definido que se inicia com a formação do rebento e seu aparecimento em nível do solo. Ao longo do seu crescimento há formação da planta, que produzirá um cacho cujos frutos se desenvolvem, amadurecem e caem, verificando-se, em seguida, o secamento de todas as suas folhas, culminando com sua morte (COSTA; SCARPARE FILHO, 2002).

A bananeira possui dois ciclos: o ciclo vegetativo e o de produção, onde, o primeiro compreende o período entre o aparecimento do rebento (ou perfilho) na superfície do solo até a colheita de seu cacho, e o segundo é o intervalo de tempo entre a colheita do cacho da planta matriz e a colheita do cacho do seu filho (MOREIRA, 1999).

A banana é a fruta mais produzida e a segunda mais consumida no mundo, com 11,4 kg hab⁻¹ ano⁻¹. Atrás apenas da laranja, com 12,2 kg hab⁻¹ ano⁻¹. O continente americano é o maior consumidor, com 15,2 kg hab⁻¹ ano⁻¹, destacando-se a América do Sul, com 20,0 kg hab⁻¹ ano⁻¹ e a América Central, com 13,9 kg hab⁻¹ ano⁻¹ (FAO, 2013).

Essa fruta é consumida de diversas formas: in natura, frita e como produtos derivados (doces, caldas, etc.). É cultivada na maioria dos países tropicais e de Norte a Sul do Brasil, garantindo emprego e renda para milhares de brasileiros. Constitui um importante alimento, contendo vitaminas (A, B e C), minerais (cálcio, potássio e ferro), carboidratos, proteínas, gordura e baixo teor calórico (BORGES; SOUZA, 2013).

Essa cultura é cultivada principalmente nas regiões tropicais, onde é fonte de alimento e renda para milhões de pessoas. É produzida por grandes, médios e pequenos produtores, sendo 60% da produção proveniente da agricultura familiar (EMBRAPA, 2013).

No Brasil a bananicultura é efetuada na maioria dos estados. As diversas condições de clima (temperatura, umidade relativa, precipitação e insolação) favorecem que a produção da banana seja distribuída durante todo o ano (EPAGRI, 2013).

O cultivo dessa frutífera na região Nordeste é observado em todos os principais biomas: tabuleiros costeiros, semiárido, cerrado, sendo em muitas regiões predominantemente cultivada sem o uso da irrigação, apesar de poder ser classificada como planta hidrófita diante da sua alta exigência em suprimento hídrico (COELHO, 2009).

Os fatores que influenciam no crescimento e produção dessa espécie classificam-se em fatores internos e externos. Os fatores internos estão relacionados com as características genéticas da variedade utilizada, enquanto que os externos referem-se às condições edáficas, ambientais, agentes bióticos e a ação do homem interferindo nos fatores edáficos e climáticos (BORGES; SOUZA, 2004).

2.1.1 Nutrição da bananeira

A nutrição mineral é uma área de pesquisa fundamental, onde as altas produtividades agrícolas dependem da fertilização com nutrientes minerais, tanto para agricultura moderna quanto para proteção ambiental onde as altas produtividades agrícolas dependem da fertilização com nutrientes minerais (TAIZ E ZEIGER, 2013).

A demanda de nutrientes pela planta depende da sua taxa de crescimento e da sua eficiência em promover a produção de biomassa a partir dos nutrientes absorvidos (NOMURA et al., 2008).

A bananeira é uma espécie de crescimento rápido e necessita de concentrações adequadas de nutrientes em formas disponíveis para seu desenvolvimento

e produção. Segundo López e Espinosa (1995), a nutrição é um fator indispensável à produção e de extrema importância para a cultura devido à alta eficiência dessas plantas em produzir grandes quantidades de fitomassa.

A produção de banana é influenciada por fatores fisiológicos, ou seja, internos da planta, como os genéticos, e fatores externos, que são as condições de clima, solo e manejo agrônômico praticado na cultura, como a adubação.

O crescimento e o desenvolvimento da bananeira dependem, além de outros fatores como luz, água e gás carbônico, de um fluxo contínuo de sais minerais. Os minerais, embora requeridos em pequenas quantidades, são de fundamental importância para o desempenho das principais funções metabólicas da célula (UFRB, 2014).

A quantidade de nitrogênio (N) para a bananeira é contínua durante a maior parte de seu ciclo, principalmente durante o período de desenvolvimento vegetativo. O N favorece a emissão e o desenvolvimento dos perfilhos, além de aumentar a quantidade de matéria seca. A falta do nutriente reduz o número de folhas, aumenta o número de dias para a emissão de uma folha, os cachos são raquíticos e o número de pencas menor (BORGES, 2002).

Adubação orgânica é a melhor forma de fornecer N no plantio, principalmente quando se utiliza mudas convencionais, pois as perdas são mínimas; além disso, estimula o desenvolvimento das raízes (BORGES, 2002).

Já o fósforo (P) favorece o desenvolvimento vegetativo e o sistema radicular, é praticamente imóvel no solo e, por isso, recomenda-se aplicação na cova de plantio e a falta do nutriente, as plantas apresentam crescimento atrofiado e raízes pouco desenvolvidas. Além disso, as folhas mais velhas são tomadas por uma clorose marginal em forma de dentes de serra e os pecíolos se quebram (BORGES, 2002).

O principal nutriente requerido pela bananeira é o potássio (K). No entanto, ocorrem diferenças entre cultivares e até mesmo dentro de um grupo genômico nas quantidades absorvidas, em razão das características genéticas, dos teores de nutrientes no solo, do tipo de manejo, entre outros (BORGES; OLIVEIRA, 2000).

O K^+ é o cátion mais abundante na planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes. Tem importante função no estado energético da planta, na translocação e no armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos

tecidos vegetais.

O K é um elemento essencial para o crescimento, desenvolvimento e maturação dos grãos e dos frutos. Esse nutriente é um regulador da atividade celular promovendo a síntese de carboidrato e de proteína. A falta de K faz com que ocorra acúmulo de produtos nitrogenados e de açúcares solúveis. Uma série de doenças das plantas é atenuada pela aplicação de K no solo (MEURER, 2006). Em ordem decrescente, a bananeira absorve os seguintes macronutrientes: $K > N > Mg > Ca > S > P$ (BORGES et al., 2006).

O magnésio (Mg) é absorvido pela planta na forma iônica Mg^{2+} da solução do solo e acessado pelas raízes principalmente pelo mecanismo de interceptação radicular e fluxo de massa. A absorção de Mg esta associada, também, às suas relações de equilíbrio com Ca e K na solução do solo (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007). As principais funções do Mg nas plantas atua na participação na clorofila, como ativador de um grande número de enzimas e carregador do P (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006).

Na bananeira, o cálcio (Ca) interfere nas qualidades palatáveis do fruto. Estimula o crescimento das raízes e radículas e das gemas apical e lateral. Ele participa da estrutura das células e quando mobilizado para outra parte da planta, provoca grandes e acentuadas necroses. O Ca participa junto com o Mg na formação da membrana celular, que controla a entrada e a saída de outros nutrientes na célula. Participa das reações com hormônios vegetais e ativações enzimáticas. Produz juntamente com o K e o Mg, ação antitóxica contra certos ácidos orgânicos considerados inibidores do metabolismo da bananeira. Atua na assimilação do nitrato, que formará as proteínas e outros compostos nitrogenados. Atua na fixação do K nas folhas e tem ação na absorção de outros nutrientes (RIBEIRO et al. 1999)

Como a maior atividade química e fisiológica ocorre nas folhas a análise desse órgão é o melhor indicador do estado nutricional do bananal. A análise química foliar diagnostica o elemento deficiente, quando há sintomas semelhantes para mais de um nutriente ou quando há várias deficiências ocorrendo simultaneamente. As informações obtidas sobre as concentrações de nutrientes na cultura são úteis para determinar deficiências e/ou toxidez, pois os teores adequados são conhecidos (BORGES, 2004).

2.2 Micropropagação

A micropropagação pode ser definida como a propagação clonal massal de um genótipo selecionado. Esta técnica compreende o cultivo asséptico de partes da planta em condições controladas de nutrição, de luminosidade, de fotoperíodo e temperatura, como forma de propagação vegetativa (OLIVEIRA, 2007).

É um procedimento que permite a produção de plantas geneticamente idênticas em larga escala. Esse processo pode ser dividido em quatro estágios que envolvem a seleção de explantes, desinfestação e cultivo em meio nutritivo sob condições assépticas (I); produção de propágulos mediante sucessivos subcultivos em meio próprio para multiplicação (II) e a transferência das partes aéreas produzidas para meio de enraizamento (III) e subsequente transplantio das mudas obtidas para substrato ou solo, isto é, aclimatização (IV) (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998).

Dentre as diversas vantagens, merecem destaque a produção grande e rápida de materiais propagativos, livres de doenças e pragas, com elevada qualidade genética em reduzido espaço de tempo. Por meio dessa técnica é possível produzir uma elevada quantidade de plantas uniformes durante todo o ano, sob condições controladas, sem a influência das variações climáticas (ROCHA, 2009).

Lee (2006) enfatiza que as mudas micropropagadas apresentam maior taxa de sobrevivência e demandam menor aplicação de insumos para o controle de pragas e doenças, no campo, além de crescerem mais rapidamente do que as mudas convencionais nos primeiros estádios de desenvolvimento (ARIAS, 1992), resultando, assim, em plantas mais vigorosas (TEIXEIRA; BETTIOL NETO, 2011). Além disso, são precoces na emissão de brotações e produzem mais mudas por ano (PEREIRA et al., 2001).

Em relação à produção de banana, as mudas provenientes da cultura de tecidos apresentam crescimento e desenvolvimento mais uniforme dos frutos, possibilitando a programação da colheita, que pode ser antecipada em 60 a 70 dias, quando comparada com a das mudas convencionais (SINGH et al., 2011).

2.3 Ambiente protegido

O ambiente protegido, conhecido como casas de vegetação, telados e/ou estufas, é um instrumento de proteção ambiental para produção de plantas, como hortaliças, flores, bulbos, dentre outras. Por definição, são estruturas construídas com diversos tipos de materiais, como madeira, concreto, ferro, alumínio, etc, cobertas com material transparente que permite a passagem da luz solar para crescimento e desenvolvimento das mesmas (REIS, 2005).

O uso destas estruturas pode ser de caráter parcial ou pleno, dependendo das características exploradas. Um exemplo prático do uso parcial é a utilização de cobertura, com efeito ‘guarda-chuva’, muito comum em regiões tropicais. Por outro lado, é possível explorar todo o potencial, construindo-se uma estrutura completa, com todos os controles em relação a parâmetros meteorológicos adversos, como a precipitação pluviométrica, e com cortinas laterais para geração e aprisionamento do calor. Neste último caso, utiliza-se o efeito estufa desta estrutura, motivo pelo qual os ambientes protegidos são mais conhecidos como estufas, embora sua utilização seja restrita à proteção das culturas utilizando-se somente o efeito ‘guarda-chuva’ da estrutura (REIS, 2005).

As estufas são classificadas em três tipos: climatizadas, semi climatizadas e as não climatizadas. As estufas climatizadas são aquelas nas quais se exerce o controle total e preciso sobre as variáveis micrometeorológicas, como temperatura, umidade, luz (quantidade e qualidade), fotoperíodo e concentração de CO₂. As semi climatizadas são caracterizadas pelo controle das variáveis micrometeorológicas em faixas, não dispendo de aparelhagem adequada para controle preciso das mesmas, com controle parcial de temperatura e umidade relativa. Já as não climatizadas caracterizam-se pela ausência total de acessórios para controle de variáveis micrometeorológicas (SILVA, 2012).

O uso destas estruturas possibilita a exploração de culturas antes inviáveis, em determinadas condições climáticas, passou a ser possível a partir da adoção correta de técnicas de cultivo em ambiente protegido, consolidando-se com isso em mais uma estratégia para a obtenção de êxito na produção agrícola (FILGUEIRA, 2000).

2.4 Aclimatização

A aclimatização é conceituada como a transferência e/ou transposição de um organismo, em especial uma planta, para um novo ambiente, sendo que todo o processo realizado artificialmente (TOMBOLATO & COSTA, 1998).

Esse processo também é considerado a fase final da propagação *in vitro*, etapa na qual a planta é retirada das condições de laboratório (com ambiente controlado, asséptico e com alta umidade), para as condições *ex vitro* (ambiente hostil, com estresse, baixa umidade, presença de patógenos, dentre outros) (PINHEIRO, 2010).

A adaptação das mudas produzidas *in vitro* para as condições *ex vitro* deve ser progressiva e com cuidados especiais, de maneira a evitar os estresses que podem proporcionar a morte da planta, devido a grande mudança gerada pelo seu transplântio para o campo. O objetivo principal da aclimatização é de reduzir os estresses promovidos pela mudança brusca entre as condições do cultivo *in vitro* e condições externas de crescimento (SOUSA et al., 2006).

.Para bananeira essa etapa é realizada em estufas utilizando-se mudas com parte aérea e raízes bem desenvolvidas, apresentando de 4 cm a 6 cm de altura. As mudas devem ser cuidadosamente retiradas dos frascos de cultivo, lavadas abundantemente com água corrente até que todo o meio de cultura tenha sido retirado. Após esse procedimento, as raízes devem ser podadas, deixando as mudas com raízes de 1 cm de comprimento (CARVALHO et al., 2012).

Os substratos escolhidos para a aclimatação das mudas de bananeira devem ter boas características físicas, químicas e biológicas, de modo a proporcionar rápido desenvolvimento da muda, com formação de sistema radicular abundante, resultante de uma boa relação água/ ar deste substrato e da disponibilidade e facilidade de absorção dos nutrientes (NOMURA et al., 2009).

2.5 Biofertilizantes

A utilização de biofertilizantes foi realizada pela primeira vez no início da década de 1980, por extensionistas da EMATER-RIO, em lavouras de café e cana-de-açúcar como complementação nutricional (SANTOS 1991). Nos últimos anos, os biofertilizantes vêm sendo uma importante alternativa para nutrição de plantas, visando melhorar o rendimento das culturas e proporcionar nutrientes no primeiro ano de cultivo (SOUSA et al., 2013).

De acordo com Tesseroli Neto (2006) o biofertilizante é um produto fermentado por microrganismos e tem como base a matéria orgânica, possuindo em sua composição grande variedade de nutrientes, variando em suas concentrações,

dependendo muito diretamente da matéria prima a ser fermentada. Por isso, a concentração da solução, a mistura da matéria prima e dos minerais e o pH deverão estar compatibilizados, para que quimicamente o produto final seja benéfico à planta e não cause injúrias.

Uma vantagem do seu uso é que o biofertilizante pode ser produzido pelo próprio agricultor o que gera economia de insumos importados e melhora o saneamento ambiental (MEDEIROS et al., 2008). Diferentemente dos fertilizantes químicos, os biofertilizantes podem ser produzidos em qualquer lugar a partir de uma grande variedade de matéria prima, incluindo-se resíduos de processamento agrícola (OGBO, 2010).

Esses biofertilizantes podem ser aplicados no solo e também nas folhas para aumentar a resistência da planta contra pragas e doenças, por conter nas suas formulações alguns elementos coadjuvantes no controle fitossanitário; seu preparo pode ser realizado na propriedade rural utilizando-se esterco fresco de animais, restos de cultura dentre outros ingredientes específicos, através dos processos de fermentação aeróbia e anaeróbia (SANTOS e SANTOS, 2008).

Souza e Alcântara (2008) classificam os fertilizantes ou adubos orgânicos em quatro tipos: a) fertilizantes orgânicos simples: fertilizante de origem animal ou vegetal; b) fertilizantes orgânicos mistos: produto da mistura de dois ou mais fertilizantes orgânicos simples; c) fertilizantes orgânicos compostos: obtido por um processo químico, físico, físico-químico ou bioquímico, sempre a partir de matéria-prima orgânica, tanto vegetal como animal, e, d) fertilizantes organominerais: produto da simples mistura de fertilizantes orgânicos (simples ou compostos) com fertilizantes minerais, sendo estes naturais (não processados quimicamente) e de baixa solubilidade. Na agricultura, os adubos orgânicos são usados nas formas sólida e/ou líquida. O esterco bovino é a fonte mais utilizada, especialmente em solos pobres em matéria orgânica (FILGUEIRA, 2008).

A maior importância do material orgânico como fertilizante não está somente na quantidade de nutrientes presentes na sua composição, mas na diversidade de produtos minerais, que podem formar compostos quelatizados e serem disponibilizados pela atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal (PRATES e MEDEIROS, 2001), além de ter a vantagem de melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (ARAÚJO et al., 2008).

De forma geral na aclimatização são aplicados adubos de liberação lenta como Osmocote e químicos, tais como uréia, sulfato de amônio, superfosfato simples, superfosfato triplo, cloreto de potássio, etc. As adubações em cobertura devem ser feitas em círculo, numa faixa de 10 a 20 cm de largura e 20 a 40 cm distante da muda, aumentando-se a distância com a idade da planta. No bananal adulto, os adubos são distribuídos em meia-lua em frente à planta filha e neta (BORGES, 2000)

No cultivo da bananeira, existem poucas informações que demonstram que mudas micropropagadas dessa fruteira apresentaram resultados significativos quanto à utilização de biofertilizantes na fase de aclimatização.

Contudo Saraiva (2009) utilizando biofertilizantes na forma líquida aplicada em mudas micropropagadas de bananeira, observou um maior desenvolvimento e maiores teores de macronutrientes nas mudas adubadas com esse composto. Santos (2011) também observaram resultados positivos quanto ao uso de biofertilizante bovino com fermentação aeróbia e anaeróbia na cultura da bananeira Pacovan, as plantas apresentaram maior altura e número de folhas, acumularam mais matéria seca, extraíram mais N, P e K.

Santos (2012) avaliando o crescimento de mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Anã observou que adubação mineral promoveu maior crescimento e extração de nutrientes quando comparadas com as adubações com resíduo cultural, com adubação com biofertilizante a base de esterco bovino e adubação com restos dos cachos de bananeiras. E que as doses aplicadas (100 e 200 ml/vaso/semana) do composto orgânico melhoraram significativamente o crescimento e extração de nutrientes pelas mudas de bananeira, entretanto esse ganho foi limitado devido o aumento da salinidade do solo pelo mesmo.

Nomura et al. (2013) estudando aplicação de biofertilizantes HUMITEC® e RUTER AA® em mudas micropropagadas de bananeira ‘Grand Naine’ verificaram que esses fertilizantes favoreceram todas as características de desenvolvimento avaliadas como altura da planta, diâmetro do colo rente superfície do solo, biomassas fresca e seca da parte aérea, das raízes e área foliar total e por folha.

2 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental da Estação Agrometeorológica do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), no município de Fortaleza, Ceará, com coordenadas geográficas 03° 45' S, 38° 33' W e 19,6 m.

3.2. Clima da região

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw', tropical chuvoso, com temperaturas elevadas e com estação chuvosa predominante no outono. Durante a condução do experimento foram coletados valores médios mensais das variáveis climáticas (UR e Temp) no interior do ambiente protegido durante os 90 dias de aclimatização das mudas micropropagadas da bananeira cv. Prata Catarina.

3.3. Delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados no arranjo fatorial $2 \times 5 + (2)$, referentes a 2 tipos de biofertilizantes líquidos (B1 = biofertilizante a base de esterco bovino com fermentação aeróbica e B2 = biofertilizante a base de esterco bovino com fermentação anaeróbica), 5 doses de ambos biofertilizantes e dois tratamentos adicionais (controle, sem fertilização e com adubação química de acordo com Borges (2010) para plantio de mudas de bananeiras em campo, adaptado para o plantio em vaso).

Na Tabela 1 constam os tratamentos definidos, combinando tipo de biofertilizante e doses de adubação, para o estudo.

Tabela 1 – Identificação dos tratamentos utilizados na fase de aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina. Fortaleza – CE, 2014.

| Tratamentos | Tipo de biofertilizantes | Concentração (%) | Doses |
|-------------|--------------------------|------------------|-------|
| T1 | Aeróbio | 25 | 1 |
| T2 | Aeróbio | 50 | 2 |
| T3 | Aeróbio | 75 | 3 |
| T4 | Aeróbio | 100 | 4 |
| T5 | Aeróbio | 125 | 5 |
| T6 | Anaeróbio | 25 | 1 |
| T7 | Anaeróbio | 50 | 2 |
| T8 | Anaeróbio | 75 | 3 |
| T9 | Anaeróbio | 100 | 4 |
| T10 | Anaeróbio | 125 | 5 |
| T11 | Controle | 0 | - |
| T12 | Mineral | 100 | - |

As aplicações foram efetuadas durante 60 dias na fase de aclimatização, ou seja, ciclo inicial da cultura.

3.4. Enchimento dos vasos

A parcela experimental foi constituída de 60 vasos de polietileno preto de tamanho 24 x 24 x 23 cm e capacidade para cinco litros de substrato, correspondendo a 5 Kg de solo, preenchidos com uma camada de brita de 2,0 cm (para facilitar a drenagem) juntamente com uma mistura de areia grossa, adquirida em depósito de construção, com vermiculita comercial grossa na proporção de 1:1 Figura 1, cuja análise química do substrato constituído se encontra na tabela 2.

Figura 1 – Esquema dos vasos com substrato formulado da mistura de areia grossa, vermiculita e brita. Fortaleza, CE, 2014.



Tabela 2 – Resultado da análise química do substrato utilizado mistura de areia grossa com vermiculita na proporção de 1:1, Fortaleza, CE, 2014.

| Características químicas | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------|-----|
| MO | N | Ca ²⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | H ⁺ + Al ³⁺ | SB | CTC | V | P | pH |
| (g k ⁻¹) | | | | | | cmol _c dm ⁻³ | | | (%) | (mg kg ⁻¹) | |
| 0,31 | 0,02 | 1,0 | 0,07 | 0,80 | 0,14 | 0,33 | 2,0 | 2,3 | 87 | 29 | 7,2 |

*MO- matéria orgânica, SB- soma de bases, CTC- capacidade de troca de cátions, V-saturação de bases.

3.5. Preparo dos biofertilizantes

No preparo do biofertilizante com fermentação aeróbica utilizou-se uma caixa d'água de polietileno com capacidade de 500 litros, colocando-se os seguintes ingredientes: 200 L de esterco bovino (obtido num curral próximo a estação agrometeorológica), e 200 L de água na proporção 1:1. Deixou-se fermentar a mistura durante 30 dias. Nesse período o biofertilizante era revolvido manualmente com um pedaço de caibro de madeira até ficar uniforme Figura 2. O processo era repetido uma vez por dia para melhor aeração do mesmo.

Figura 2 – Caixa d'água de polietileno com capacidade de 500L utilizada no preparo do biofertilizante a base de esterco bovino com fermentação aeróbia, Fortaleza, CE,



No preparo do biofertilizante bovino com fermentação anaeróbia foi utilizado esterco bovino e água na proporção 1:1. Para obter-se o sistema anaeróbio, a

mistura foi colocada em bombonas plásticas de 240 litros, 100 litros de esterco para 100 litros de água deixando-se um espaço vazio de 15 a 20 cm no seu interior e fechada hermeticamente, Figura 3. Na tampa foi adaptada uma mangueira fina com 1 m de comprimento com a outra extremidade mergulhada numa garrafa pet com água na altura de 20 cm, para a saída de gases (SANTOS, 1992).

Figura 3 – Bombonas utilizadas na produção de biofertilizante bovino com fermentação anaeróbia, Fortaleza, CE, 2014.



Os biofertilizantes foram utilizados após 30 dias do preparo. Este é o tempo necessário para que ocorra o metabolismo de alterações nos componentes do esterco, mediante ação dos microrganismos, liberando os macros e micronutrientes e formando proteínas, vitaminas e hormônios, aumentando a sua disponibilidade para promover o crescimento das plantas, segundo Penteadó (2010). Antes da aplicação, os biofertilizantes foram passados numa peneira (a mesma utilizada para peneirar areia grossa) para tirar todos os resíduos sólidos, materiais inertes ingeridos pelos bovinos.

Tabela 3 – Análise química dos biofertilizantes bovinos aeróbios e anaeróbios aos 30 dias de fermentação, Fortaleza, CE, 2014.

| Após 30 dias de fermentação | | |
|---------------------------------------|----------------|------------------|
| Biofertilizantes | | |
| Nutrientes (mg L⁻¹) | Aeróbio | Anaeróbio |
| N | 115,33 | 236 |
| P | 263,3 | 516,7 |
| K | 1450 | 3386,7 |
| Ca | 463,3 | 900 |
| Mg | 5383,3 | 5930 |
| Na | 1669 | 2611,67 |

Para atender as exigências nutricionais durante a fase de aclimatização das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina adotou-se a recomendação máxima da adubação química fornecida por Borges et al. (2002) correspondente a: 200 kg de N, 180 kg de P₂O₅ e 450 kg ha⁻¹ de K₂O para as plantas em campo e os valores foram calculados e ajustados para aplicação em vaso.

A partir das análises químicas do substrato e dos biofertilizantes e das estimativas de fornecimento total dos nutrientes (Tabelas 4, 5, 6 e 7) procurou-se fornecer no tratamento com maior dosagem a recomendação máxima para N P e K. Após estimativas, adotou-se como dosagem máxima 1L planta⁻¹ semana⁻¹, para tentar suprir a recomendação para o N, P e K (Tabela 9).

Tabela 4 – Quantidades de nutrientes recomendados, presentes no substrato e necessidades de complementação nutricional, Fortaleza, CE, 2014.

| Características Químicas | Nutrientes | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|------|-------|
| | N | P | K |
| | g planta⁻¹ | | |
| Recomendação | 15 | 5 | 30 |
| | 0,28 | 0,02 | 0,07 |
| Substrato | g 15,4 kg⁻¹ | | |
| | 4,31 | 0,31 | 1,08 |
| Necessidade de complementação | g planta⁻¹ | | |
| | 10,41 | 4,69 | 28,92 |

Para um maior entendimento das estimativas realizadas, ressalta-se, que a densidade do substrato foi de 1,4 ; o volume do substrato foi de 11 L, perfazendo 15,4 kg; ocorreram 13 aplicações dos biofertilizantes, em conformidade com os tratamentos (Tabela5).

Tabela 5 – Quantidade de nutrientes fornecidos a partir da aplicação dos biofertilizantes, nas diferentes doses, Fortaleza, CE, 2014.

| Aeróbio | N | P | K |
|--------------------|-------------------------------------|----------|----------|
| Tratamentos | g 13 aplicações⁻¹ | | |
| D1 (250 mL) | 3,74 | 0,85 | 4,72 |
| D2 (500mL) | 7,48 | 1,69 | 9,43 |
| D3 (750mL) | 11,22 | 2,56 | 14,15 |
| D4 (1000mL) | 14,22 | 3,38 | 18,85 |
| D5 (1250mL) | 18,69 | 4,23 | 23,57 |
| Anaeróbio | N | P | K |
| Tratamentos | g 13 aplicações⁻¹ | | |
| D1 (250 mL) | 7,67 | 1,69 | 11,02 |
| D2 (500mL) | 15,34 | 3,38 | 22,04 |
| D3 (750mL) | 23,01 | 5,07 | 33,06 |
| D4 (1000mL) | 30,68 | 6,76 | 44,07 |
| D5 (1250mL) | 38,35 | 8,45 | 55,09 |

Tabela 6 – Fornecimento total de nutrientes as mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina, Fortaleza, CE, 2014.

| Acúmulo de nutrientes | | | |
|------------------------------|------------------------------|----------|----------|
| Aeróbio + Substrato | | | |
| Tratamentos | N | P | K |
| | g planta⁻¹ | | |
| D1 (250 mL) | 4,02 | 0,87 | 4,79 |
| D2 (500mL) | 7,76 | 1,71 | 9,50 |
| D3 (750mL) | 11,50 | 2,58 | 14,22 |
| D4 (1000mL) | 15,23 | 3,40 | 18,92 |
| D5 (1250mL) | 18,71 | 4,25 | 23,64 |
| Anaeróbio + Substrato | | | |
| Tratamentos | N | P | K |
| | g planta⁻¹ | | |
| D1 (250 mL) | 7,95 | 1,71 | 11,09 |
| D2 (500mL) | 15,62 | 3,40 | 22,11 |
| D3 (750mL) | 23,29 | 5,09 | 33,13 |
| D4 (1000mL) | 30,96 | 6,78 | 44,14 |
| D5 (1250mL) | 38,63 | 8,47 | 55,16 |

Tabela 7 - Percentual de nutrientes fornecidos as mudas de bananeira cv Prata Catarina nas diferentes doses e tipos de biofertilizante, em relação à recomendação mineral, Fortaleza, CE, 2014.

| Recomendação mineral | Nutrientes | | |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|
| | N | P | K |
| | 15 | 5 | 30 |
| | g planta ⁻¹ | | |
| | Biofertilizante Aeróbio | | |
| Doses | N | P | K |
| | % | | |
| D1 (250 mL semana ⁻¹ planta ⁻¹) | 26,80 | 17,40 | 15,96 |
| D2 (500mL semana ⁻¹ planta ⁻¹) | 51,73 | 34,20 | 31,66 |
| D3 (750mL semana ⁻¹ planta ⁻¹) | 76,66 | 51,60 | 47,40 |
| D4 (1000mL semana ⁻¹ planta ⁻¹) | 101,53 | 68,00 | 63,06 |
| D5 (1250mL semana ⁻¹ planta ⁻¹) | 124,73 | 85,00 | 78,80 |
| | Biofertilizante Anaeróbio | | |
| Doses | N | P | K |
| | % | | |
| D1 (250 mL semana ⁻¹ planta ⁻¹) | 53,00 | 34,20 | 36,96 |
| D2 (500mL semana ⁻¹ planta ⁻¹) | 104,13 | 68,00 | 73,70 |
| D3 (750mL semana ⁻¹ planta ⁻¹) | 155,26 | 101,80 | 110,43 |
| D4 (1000mL semana ⁻¹ planta ⁻¹) | 206,40 | 135,60 | 147,13 |
| D5 (1250mL semana ⁻¹ planta ⁻¹) | 257,53 | 169,40 | 183,86 |

3.6 Origem das mudas

As mudas utilizadas foram de bananeira cultivar Prata Catarina oriundas do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da Embrapa Agroindústria Tropical, obtidas do cultivo in vitro e produzidas por meio do processo de micropropagação, a partir da cultura de ápice caulinas.

3.7 Aclimatização das mudas

Seguindo o protocolo estabelecido por Carvalho et al. (2012), as mudas micropropagadas de bananeira apresentavam parte aérea e raízes bem desenvolvidas, apresentando de 4 cm a 6 cm de altura. Foram cuidadosamente retiradas dos frascos de

cultivo, lavadas abundantemente com água corrente até que todo o meio de cultura tenha sido retirado. Após esse procedimento, as raízes foram podadas, deixando - as aproximadamente com 1,5 cm de comprimento. As mudas constavam de 3 a 4 folhas.

Após esse procedimento, foram levadas para estufa, plantadas nos vasos, contendo substrato e umedecidas com solução nutritiva. A solução é composta pela metade da concentração dos macronutrientes e micronutrientes do meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) tabela 8. Foram aplicados 3,0 ml da solução nutritiva com borrifador uma vez por semana durante 28 dias para garantir o equilíbrio nutricional das mudas, foi implantada antes da diferenciação dos tratamentos.

Tabela 8 – Concentrações dos nutrientes que compõem o meio de cultura MS aplicado nas mudas micropropagadas de bananeira Prata Catarina, Fortaleza, CE, 2014.

| Componentes | Fórmula | Concentração (mg L⁻¹) |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Macronutrientes | | |
| Nitrato de amônio | NH ₄ NO ₃ | 1650 |
| Nitrato de potássio | KNO ₃ | 1900 |
| Cloreto de cálcio | CaCL ₂ .2H ₂ O | 441 |
| Sulfato de magnésio | MgSO ₄ .7H ₂ O | 370 |
| Fosfato de potássio | KH ₂ PO ₄ | 170 |
| Sódio EDTA | Na ₂ EDTA | 37,25 |
| Iodeto de potássio | KI | 0,83 |
| Micronutrientes | | |
| Sulfato de ferro | FeSO ₄ .7H ₂ O | 27,85 |
| Sulfato de manganês | MnSO ₄ .H ₂ O | 16,9 |
| Sulfato de zinco | ZnSO ₄ .7H ₂ O | 8,6 |
| Ácido bórico | H ₃ BO ₃ | 6,2 |
| Molibdato de sódio | Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O | 0,25 |
| Cloreto de cobalto | CoCL ₂ .6H ₂ O | 0,025 |
| Sulfato de cobre | CuSO ₄ .5H ₂ O | 0,025 |
| Vitaminas | | |
| Ácido nicotínico | C ₆ H ₅ NO ₂ | 0,5 |
| Cloridrato de piridoxina | C ₆ H ₁₂ CINO ₂ | 0,5 |
| Cloridrato de tiamina | C ₁₂ H ₁₈ CL ₂ N ₄ OS | 0,5 |
| Glicina | C ₂ H ₅ NO ₂ | 2 |
| Mio-inositol | C ₆ H ₁₂ O ₆ | 100 |

3.7.1 Casa de Vegetação

O ambiente protegido utilizado foi uma estufa com dimensões de 6,4 x 12,0 m com o pé direito de 3,0m coberta por plástico de 100 μ m com lateral coberta por tela antiafídica com 0,24mm de malha.

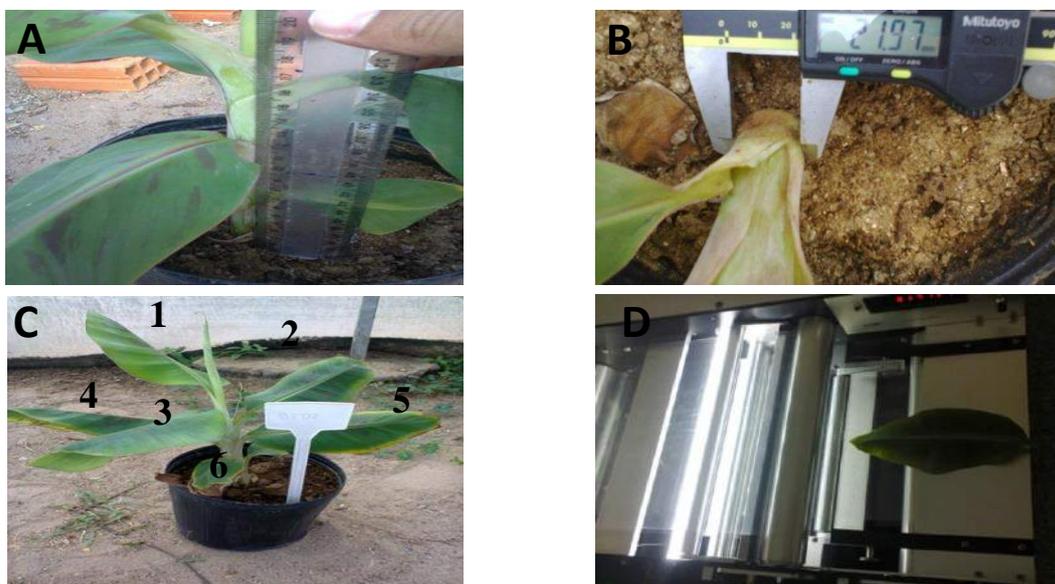
3.8 Características avaliadas

3.8.1 Altura da muda, diâmetro do pseudocaule, número de folhas e área foliar.

Após 90 dias de aclimatização, a altura da planta foi mensurada da região do colo até a inserção da folha mais nova por intermédio de régua em centímetro (cm), o diâmetro do colo do pseudocaule foi medido com o auxílio de um paquímetro digital expresso em milímetros (mm).

O número de folhas ativas foi obtido pela contagem do número emitido por planta e a área foliar foram utilizadas as 5 folhas mais jovens de cada planta e o cálculo feito por intermédio do LI-3100 que é um medidor de área foliar que funciona em tempo real, ou seja, a área é retornada no momento em que a folha passa pelo sensor. Seu visor apresenta medidas de no mínimo 1 mm², resolução de até 0,1 mm², e apresenta uma precisão de $\pm 2,0\%$ para a resolução 1 mm² e $\pm 1,0\%$ para a resolução 0,1 mm². É um aparelho integrador de área, cuja teoria operacional baseia-se na simulação de células de grade, de área conhecida, na superfície foliar (LI-COR, 1996) (Figura 4).

Figura 4 – Avaliação de características de crescimento das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina aos 90 dias de aclimatização: A) Altura de plantas; B) Diâmetro do pseudocaule; C) Número de folhas ativas; D) Área foliar. UFC, Fortaleza, CE, 2014.



3.8.2 Massa seca das folhas, pseudocaules e raízes.

As folhas foram retiradas com tesoura. O pseudocaulo cortado com tesoura de poda sendo o corte efetuado na base bem rente ao substrato. As raízes foram extraídas do substrato cuidadosamente, após umedecimento do mesmo, facilitando o processo. Após a retirada foram cortadas na base do pseudocaulo com tesoura de poda. As partes foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação de ar, temperatura de 60°C. Após 72h foram determinados os pesos.

3.8.3 Teores de macronutrientes (N, P, K, Na) nas folhas, pseudocaulo e raízes

Ao término do período de 90 dias da aclimatização foram coletadas as terceiras folhas a contar do ápice, os pseudocaules e as raízes que foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados e postas para secar em estufa de ventilação forçada de ar, a 60°C, até massa constante. As amostras secas em estufa foram finamente trituradas em moinho tipo Wiley e acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados, sendo estas, utilizadas nas determinações dos teores dos elementos minerais (N, P, K, Na).

Os teores de N foram determinados em soluções obtidas de extratos preparados por digestão sulfúrica pelo método micro-Kjeldahl, (TEDESCO et al., 1995). Os teores de K e Na foram determinados através de fotometria de chama, os teores de P por fotolorimetria (MALAVOLTA et al., 1992).

3.8.4 Teor de clorofila nas folhas

A determinação de clorofila na folha foi efetuada com o clorofilômetro marca Minolta (modelo SPAD-502), o resultado foi obtido da média de três leituras que foram realizadas em pontos separados da terceira folha totalmente expandida.

3.9 Análise estatística

Os dados para cada variável avaliada foram submetidos à análise de variância (Anova). Posteriormente, os dados referentes aos dois biofertilizantes bovinos,

quando significativos pelo teste F, foram submetidos a teste de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Já os dados referentes às dosagens dos biofertilizantes (tratamentos quantitativos) foram submetidos à análise de regressão. Nessa análise, as equações que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (**) e 5% (*) de significância pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R^2). Quando houve interação foram confeccionados gráficos com linhas de tendências que mais se adequavam as médias. O programa Computacional utilizado foi o Software ASSISTAT 7.7 beta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento

Os resultados da análise de variância para as características de crescimento avaliadas: altura da planta, diâmetro dos pseudocaule, número de folhas, área foliar, teor de clorofila, massa seca das folhas, dos pseudocaulos e das raízes das mudas de bananeira micropropagadas em função das doses de biofertilizantes aos 90 dias de aclimatização estão apresentados na Tabela 9.

O número de folhas não mostrou resposta significativa para as fontes de variação. Os resultados obtidos por Borges et al. (2002) em estudo com adubação nitrogenada para mudas tipo 'chifrão' de bananeira 'Terra' em uma área de produção com Latossolo Vermelho Amarelo, também evidenciaram que o número de folhas não foi significadamente influenciado pelas doses de nitrogênio e adubação orgânica com esterco de curral.

Corroborando com esses resultados Araújo (2008), em experimento de crescimento e de marcha de absorção de nutrientes em mudas micropropagadas de bananeira cv. Grande Naine, também não observou variação significativa quanto ao número de folhas.

Já Santos (2012) constatou que aplicação de 100 mL da solução nutritiva de Hoagland modificada por Johnson *et al.* (1957) utilizada como adubação mineral não influenciou o número de folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata

Anã aos 94 dias de idade, apresentando os valores de 9,0 e 8,57 folhas, para dose de 100 e 0 ml respectivamente.

As variáveis alturas da muda, diâmetro do pseudocaule, área foliar e massa seca das folhas mostraram diferença significativa para as fontes de variação biofertilizantes e doses. O teor de clorofilas nas folhas foi significativo apenas para os biofertilizantes (Tabela 8).

A massa seca dos pseudocaulos foi significativa quanto aos biofertilizantes, doses e interação. A massa seca das raízes só mostrou-se significativa apenas para as doses.

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), altura da muda (AM), diâmetro do pseudocaule (DP), teor de clorofila (TC), área foliar (AF), massa seca da folha (MSF), pseudocaule (MSPC) e raiz (MSR) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função dos tipos e das doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE. 2014.

| Fonte de variação | GL | NF | AM | DP | TC | AF | MSF | MSPC | MSR |
|-------------------------|----|---------|-----------|-----------|------------|--------------|----------|-----------|----------|
| Biofertilizantes | 1 | 0,37 ns | 167,45 ** | 120,31 ** | 227,27 * | 586884,28** | 13,73 ** | 962.46 ** | 3,29 ns |
| Doses | 4 | 0,83 ns | 27,76 ** | 22,71 ** | 35,57 ns | 186601,15** | 7,24 ** | 83.54 ** | 6,32 ** |
| Bio x Doses | 4 | 0,05 ns | 2,36 ns | 3,40 ns | 56,65 ns | 41974,66 ns | 1,96 ns | 41.73 * | 1,99 ns |
| Bio x Adc+Tes | 1 | 5,60 ** | 8,67 ns | 12,55 ns | 10,30 ns | 8554,04 ns | 4,38 * | 7.02 ns | 0,00 ** |
| Adc x Tes | 1 | 8,10 ** | 445,625** | 289,98 ** | 1008,02 ** | 1875002,58** | 51,57 ** | 581.71 ** | 15,73 ** |
| Tratamentos | 11 | 1,39 ** | 68,38 ** | 47,94 ** | 146,77 ** | 307704,01** | 9,68 ** | 186.57 ** | 4,75 ** |
| Resíduo | 48 | 0,43 | 3,08 | 3,20 | 33,79 | 24217,02 | 0,96 | 12,25 | 1,61 |
| Total | 59 | | | | | | | | |
| CV(%) | | 7,49 | 8,81 | 7,69 | 16,16 | 17,04 | 17,51 | 31,34 | 24,74 |

** e * Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente

4.1.1 Altura das muda

A partir da Tabela 10, com o teste de comparação de médias da altura das mudas micropropagadas de bananeira ‘Prata Catarina’ percebe-se que as médias obtidas no biofertilizante com fermentação anaeróbia foram superiores as da fermentação aeróbia, os valores mostraram-se crescentes com o aumento percentual das dosagens até os 100% da aplicação.

Quanto às doses, os valores médios da altura das mudas variaram entre 16,5 cm em 25% da dose a 19,7 cm em 100% para o biofertilizante aeróbio. Do mesmo modo, para o biofertilizante anaeróbio, variaram de 18,6 a 23,7 cm. O maior desenvolvimento em altura foi obtido no fertilizante com fermentação anaeróbia atingindo 23,7 cm nos 100% da dose e na adubação mineral recomendada com 25,8 cm. O menor valor foi obtido no tratamento controle (aplicado somente água) com média de 12,3 cm (Tabela 10).

Tabela 10 – Teste de comparação de médias para altura em (cm) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|------------------------|---------------------|----------------|---------|--------|--------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Altura em (cm) | | | | |
| Aeróbio | 16,5 b | 17,6 b | 18,5 b | 19,7 b | 18,9 b |
| Anaeróbio | 18,6 a | 21,1 a | 22,5 a | 23,7 a | 23,6 a |
| Tratamentos adicionais | | | | | |
| Controle | 12,3 cm | Mineral | 25,8 cm | | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estes resultados estão de acordo com os de Rivera-Cruz *et al.* (2008), Ezz *et al.* (2011) e Saraiva (2009) que também observaram maior desenvolvimento e crescimento de plantas de bananeira com o aumento de doses de biofertilizante.

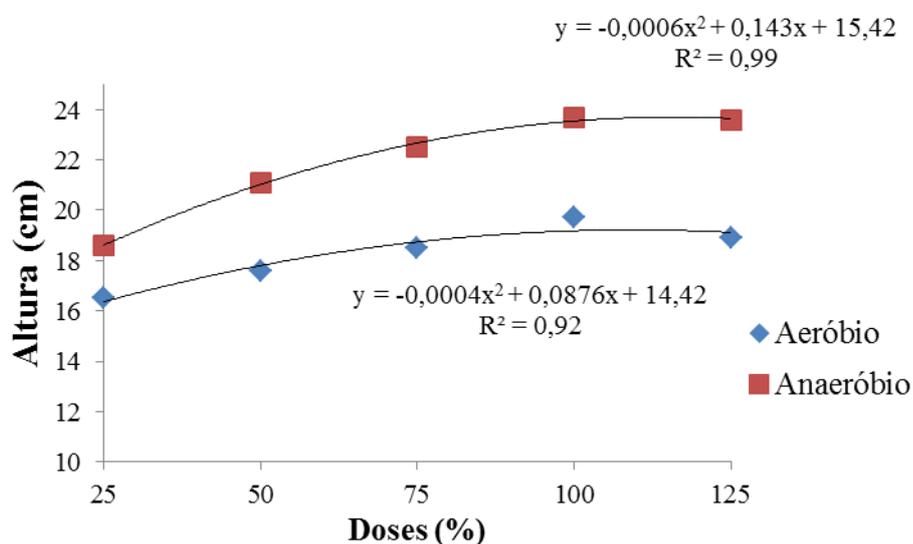
Santos (2012) avaliando o crescimento de mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Anã aos 94 dias de idade, com adubação mineral e orgânica verificou que maior altura de 32,98 cm foi registrada no tratamento que recebeu somente adubação mineral, entretanto as mudas aumentaram significativamente com a aplicação do biofertilizante.

Oliveira et al. (2008) em trabalho realizado com aclimatização de mudas de bananeira nas condições da Amazônia Sul-Occidental, obtiveram resultados positivos com a adição de esterco de curral bovino, que promoveu o melhor desenvolvimento vegetativo das plantas.

Em trabalho realizado por Lins et al. (2013) foram utilizados 12, 15, 18 e 24 g de torta de mamona por planta, aplicados em cobertura em mudas tipo ‘chifrinho’ de bananeira cv. Terra plantadas em sacos de 15 kg com mistura de solo e substrato a cada 2 meses os autores constataram relação positiva desta fonte de matéria orgânica somente nas avaliações de altura de plantas, sendo que todas as dosagens utilizadas resultaram em maiores valores em relação à testemunha; entretanto não apresentaram diferenças entre doses.

A altura das mudas de bananeira cv. Prata Catarina apresentou tendência quadrática para os dois biofertilizantes com aumento até os 100% das dosagens com coeficiente de determinação (R^2) de 0,92 e 0,99, para o aeróbio e anaeróbio, respectivamente (Figura 5).

Figura 5 – Curva de regressão para altura das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.



Martins et al. (2011) trabalhando com aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira “Nanicão Williams” em diferentes substratos e fontes de nutrientes observaram que o crescimento em altura foi crescente durante todo o período das avaliações, sendo que os tratamentos com esterco de curral e Osmocote® proporcionaram maior desenvolvimento com relação a torta de mamona

independentemente do substrato utilizado o que se repetiu para a variável diâmetro do pseudocaule, na região do colo da planta.

Os valores da altura das mudas no presente trabalho foram superiores no biofertilizante anaeróbico isso decorrido devido às quantidades de nutrientes encontrado no mesmo em relação ao biofertilizante aeróbico (tabela 3), destacando o N, um nutriente importante para o crescimento vegetativo, sobretudo nos três primeiros meses iniciais, quando a planta está em desenvolvimento (BORGES, 2002).

4.1.2 Diâmetro do pseudocaule

O diâmetro do pseudocaule das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina se comportou da mesma forma que a variável altura da planta, nota-se que com o aumento percentual das doses independentemente do biofertilizante utilizado, não há diferença quanto expansão do diâmetro do pseudocaule, contudo, as maiores médias foram registradas no biofertilizante com fermentação anaeróbica. A maior dose de 100% do biofertilizante com fermentação anaeróbica promoveu uma média de 26,55 mm, aproximando-se aos 100% da adubação mineral de referência que atingiu a média de 27,63 mm (Tabela 11).

Tabela 11 – Teste de comparação de médias para diâmetro do pseudocaule de mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 na fase de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------|-------------------------------|----------------|-----------|----------|----------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Diâmetro em (mm) | | | | |
| Aeróbico | 20,18 aB | 21,47 bAB | 21,26 bAB | 23,63 bA | 23,06 bA |
| Anaeróbico | 21,92 aB | 25,26 aA | 25,95 aA | 26,55 aA | 25,40 aA |
| | Tratamentos adicionais | | | | |
| Controle | 16,86 mm | Mineral | 27,63 mm | | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

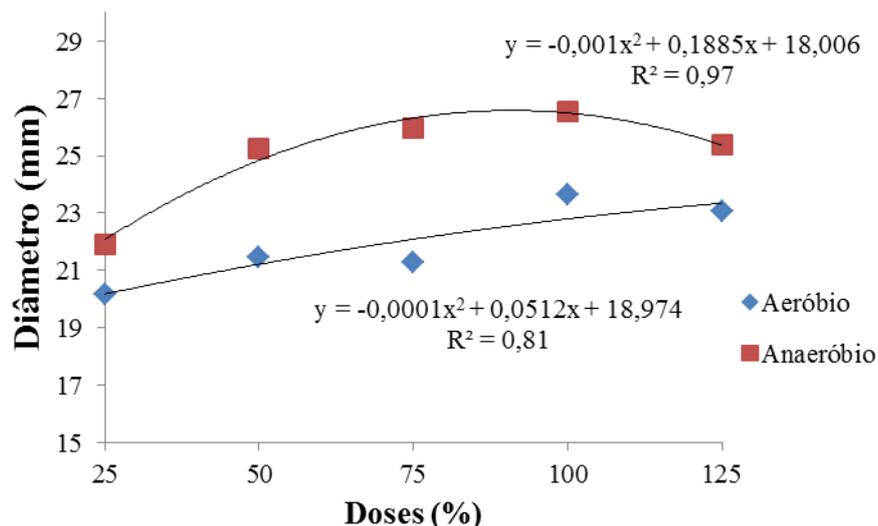
Santos (2012) observou que dentro dos tratamentos sem adubação mineral o diâmetro do pseudocaule de mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Anã aumentou com as doses de 100 e 200 ml de biofertilizante, entretanto não houve diferença significativa entre elas. No presente estudo mostra-se significativo para o tipo e doses de biofertilizante.

Negreiros (2013) em estudo comparativo dos efeitos de biofertilizantes no crescimento e produção da bananeira cv. Nanica em dois ciclos sucessivos constatou um aumento significativo do diâmetro do pseudocaule com o aumento da dose de biofertilizante até o limite ótimo estimado de 1,56 L/planta/vez, proporcionando um diâmetro máximo de 19,64 cm no primeiro ciclo.

O tamanho do diâmetro do pseudocaule das mudas de bananeira é uma característica importante, pois demonstra vigor das mesmas. Segundo Shongwe *et al.* (2008), o pseudocaule da bananeira é composto de bainhas, e portanto há uma relação positiva entre número de folhas e circunferência do mesmo, quanto maior o número de folhas, maior o diâmetro. Como no presente estudo o número de folhas não foi significativo, a maior espessura do pseudocaule nos tratamentos pode estar relacionada com a nutrição e/ou acúmulo, armazenamento de água e sais minerais nos tecidos.

O diâmetro do pseudocaule das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina apresentou tendência quadrática para ambos biofertilizantes, atingindo a espessura máxima de 26,55 mm no anaeróbio e 23,63 mm no aeróbio nos 100 % da dosagem (Figura 6).

Figura 6 – Curva de regressão para diâmetro do pseudocaule das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.



Silva et al. (2008) trabalhando com aplicação de potássio, magnésio e calcário em mudas micropropagadas de bananeira 'Prata Anã' observaram que a altura e o diâmetro do pseudocaule aumentaram de forma quadrática com as doses de K. No início do desenvolvimento da planta, o pseudocaule parece ser o maior

depositário de K, seguido pelas folhas e rizomas. No ciclo reprodutivo os órgãos mais concentrados em K são o pseudocaule, folhas, rizomas e ráquis (HOFFMANN et al., 2010).

4.1.3 Área foliar

O mesmo padrão de comportamento e desenvolvimento das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina foi constatado para variável área foliar, na dose de 100% do biofertilizante com fermentação anaeróbia o valor médio foi de 1191,43 cm² próximo ao maior valor registrado no tratamento com adubação mineral com 1319,42 cm² de área, não havendo diferença entre os percentuais das doses nos dois biofertilizantes (Tabela 12).

Tabela 12 – Teste de comparação de médias para área foliar em (cm²) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|----------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Área foliar em (cm²) | | | | |
| Aeróbico | 683,35 b | 707,18 b | 819,81 b | 949,2 b | 891,01 b |
| Anaeróbico | 743,1 b | 1027,54 a | 1174,33 a | 1191,43 a | 997,55 a |
| | Tratamentos adicionais | | | | |
| | Controle | 453,4 cm ² | Mineral | 1319,42 cm ² | |

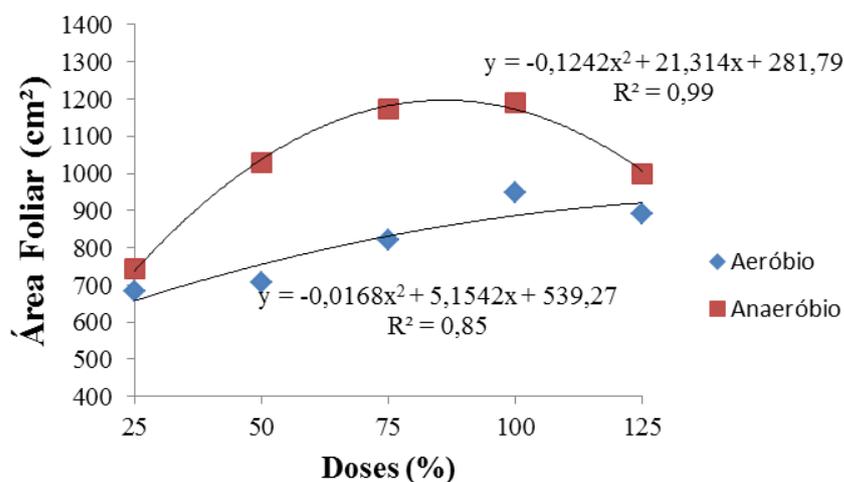
Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No estudo conduzido por Martins et al. (2011) com mudas micropropagadas de bananeira “Nanicão Williams” em diferentes substratos aos 105 dias de aclimatização, os autores relataram que a área foliar total das mudas não apresentou diferenças estatísticas em relação aos três substratos utilizados mas evidenciou o bom desempenho quanto a adição de Osmocote® nos mesmos, sendo que os resultados foram superiores registrando médias de 2094,1; 2347,0 e 2307,1 cm² comparadas aos encontrados nos tratamentos com esterco de curral de 1314,0; 1425,8 e 1507,3 cm² e torta de mamona com 465,5; 474,8 e 519,9 cm².

De acordo com Kozłowski et al. (1991), quanto maior a área foliar da muda (em geral), melhor o crescimento inicial a campo, devido à maior produção de fotoassimilados disponíveis para o desenvolvimento vegetativo das mesmas.

Com a aplicação dos diferentes percentuais das doses de biofertilizante, a área foliar das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina ajustaram-se ao modelo quadrático para os dois tipos de biofertilizantes, com R^2 de 0,85 e 0,99 registrados no biofertilizante com fermentação aeróbia e anaeróbia respectivamente (Figura 7).

Figura 7. Curva de regressão para área foliar das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.



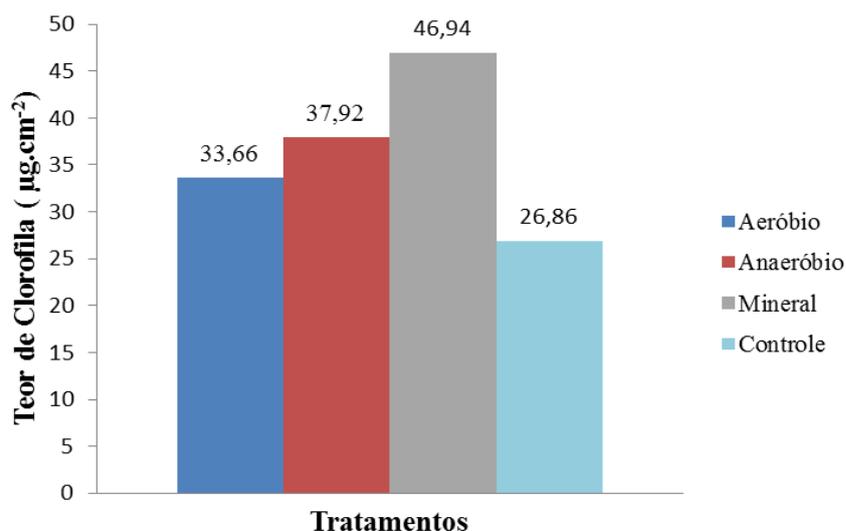
Mudas de bananeira com maior área foliar total e maior número de folhas, provavelmente, apresentarão maior índice de pegamento, crescimento inicial e desenvolvimento, por causa da maior produção de fotoassimilados (Santos *et al.*, 2004).

Damatto Junior et al. (2009) constataram que os aumentos do diâmetro do pseudocaule, da área foliar unitária e da área foliar total da planta verificados nos dois primeiros ciclos da bananeira cv Nanica com o aumento das doses de biofertilizantes foram devido à adição de macro e micro nutrientes pelos biofertilizantes aplicados, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo, com o decorrer do tempo. De mesma forma, no presente estudo os melhores valores para essas variáveis foi promovido pelas quantidades de nutrientes encontrados no biofertilizante anaeróbio.

4.1.4 Teor de clorofila nas folhas

Para o teor de clorofila observa-se que a média do biofertilizante com fermentação anaeróbia foi bem superior ao com fermentação aeróbia (Figura 8), um efeito esperado uma vez que o primeiro tem uma quantidade de nutrientes maior que o segundo respectivamente (Tabela 3).

Figura 8 – Gráfico de comparação de médias para teor de clorofila nas folhas das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.



Os valores de clorofila da folha se têm sido correlacionados positivamente com o teor de N na planta (Argenta et al., 2001), relação essa atribuída principalmente ao fato do nitrogênio ser um elemento com função estrutural na planta, fazendo parte de moléculas de aminoácidos e proteínas, além de ser constituinte de bases nitrogenadas e ácidos nucleicos, participando ainda de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular uma vez que 50 a 70% do N total das folhas são integrantes de enzimas associadas aos cloroplastos (Epstein & Bloom, 2006).

Como o número de folhas não foi significativo, os valores para essa variável pode estar atribuído as concentrações de Mg, elemento que faz parte da clorofila, cuja as principais funções na planta é ativar de um grande número de enzimas e carregador do P (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006).

Segundo Santos (1992), esses resultados obtidos nas variáveis de crescimento como altura, diâmetro do pseudocaule, área foliar, estão relacionados ao modo de preparo do biofertilizante, pois a população de microrganismos nos biofertilizantes é diferente, onde predominam bactérias aeróbias e anaeróbias

facultativas ou não, fungos, dentre outros, que são capazes de tornar uma maior quantidade de nutrientes minerais que se encontram em forma não disponível para forma disponível na solução.

Os melhores resultados atribuídos ao biofertilizante com fermentação anaeróbia se deve a concentração de potássio, fosforo, cálcio, magnésio e principalmente o nitrogênio. O N é o elemento que as plantas exigem em maior quantidade, pois ele participa de diversos compostos considerados indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas, destacando-se aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e clorofilas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

4.1.5 Massa seca das folhas, pseudocaule e raízes

Na tabela 13 encontram-se às médias para variável massa seca das folhas. Constatou-se que houve diferença entre os biofertilizantes para massa seca das folhas com maiores médias obtidas de 6,38 g, 7,34 g e 7,21 g nas dosagens de 50, 75 e 100% do anaeróbio respectivamente, nas doses 25 e 125 % não houve diferença entre os biofertilizantes e o maior valor nos 100% do biofertilizante anaeróbio equipara-se à adubação mineral que registrou 7,27 g e menor média obtida no controle com 2,73 g.

Tabela 13 – Teste de comparação de médias para massa seca em (g) das folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’ em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------|-------------------------------|--------|----------------|--------|--------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Massa seca em (g) | | | | |
| Aeróbico | 4,18 a | 4,55 b | 5,53 b | 5,92 b | 5,81 a |
| Anaeróbico | 4,73 a | 6,38 a | 7,34 a | 7,21 a | 5,58 a |
| | Tratamentos adicionais | | | | |
| | Controle | 2,73 g | Mineral | 7,27 g | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para variável massa seca do pseudocaule nota - se que não houve diferença entre as médias do biofertilizante aeróbico com relação ao percentual das doses, enquanto o anaeróbio comportou-se de forma crescente atingindo o máximo de 21,34 g na dose de 100% desse composto ultrapassando a adubação mineral 19,56 g com menor valor observado no controle com 4,31 g (Tabela 14).

Tabela 14 – Teste de comparação de médias para massa seca do pseudocaule das mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’ em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------|------------------------|----------|----------------|----------|----------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Massa seca em (g) | | | | |
| Aeróbico | 5,14 aA | 6,55 bA | 6,87 bA | 7,43 bA | 7,16 bA |
| Anaeróbico | 8,26 aC | 14,87 aB | 14,18 aBC | 21,34 aA | 18,36 aA |
| | Tratamentos adicionais | | | | |
| | Controle | 4,31 g | Mineral | 19,56 g | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Santos (2012) verificou que a produção de matéria seca pela parte aérea (folha e pseudocaule) de mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Anã foi superior nos tratamentos que receberam adubação mineral (média 21,58 g), daqueles que não receberam adubação mineral (média 14,09 g), para os tratamentos sem adubação mineral a produção de matéria seca da parte aérea aumentou com as doses de 100 mL e 200 mL de biofertilizante.

Normura *et al.* (2012) observaram que aos 98 dias após o transplante em sacos de polietileno preto (15 x 15 cm), as mudas micropropagadas de bananeira cv. Grand Naine acumularam maior biomassa seca da parte aérea na dose de 4,0 mL/planta de biofertilizantes comerciais HUMITEC® e RUTER AA® (15,1 g), no período de inverno/2010, com redução desse acúmulo com o aumento da dose dos dois produtos. No período de verão/2011, os autores observaram esta tendência, porém, em menor escala.

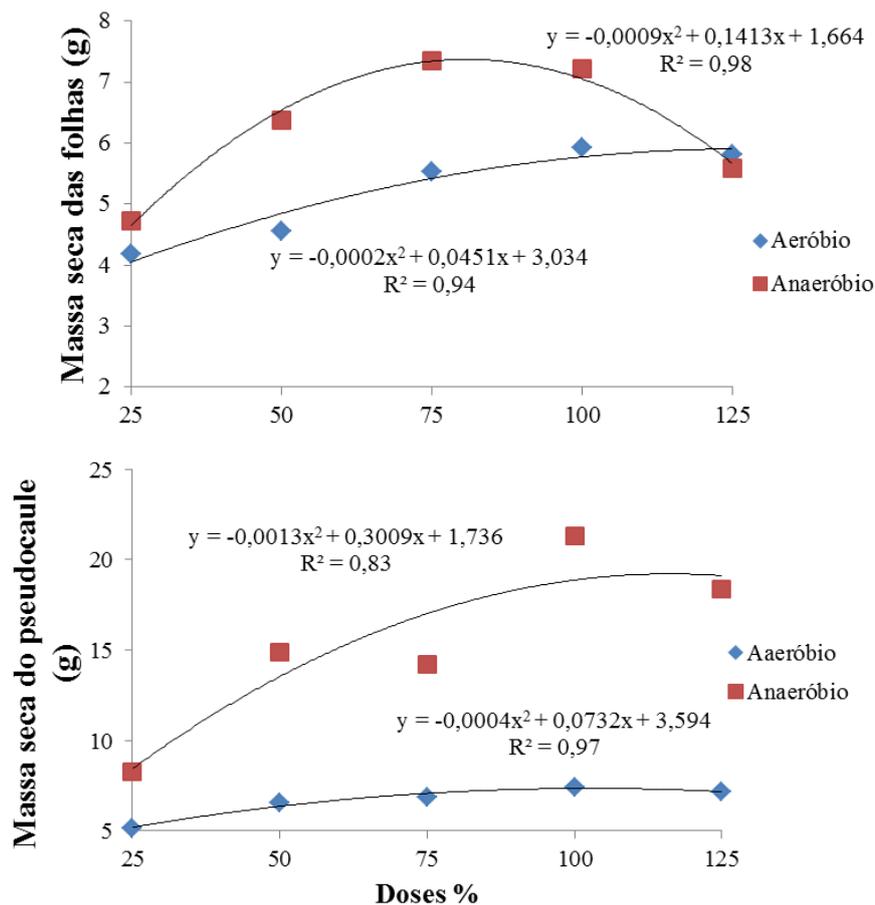
Segundo Baldotto *et al.* (2009), a aplicação de compostos orgânicos em conjunto com ácidos húmicos isolados de vermicomposto e de torta de filtro promoveram o crescimento vegetal de plantas originadas de cultura *in vitro* de abacaxizeiro ‘Vitória’, na fase de aclimatização. Os autores constataram incrementos no crescimento da parte aérea, do sistema radicular e nos conteúdos de N, P, K, Ca e Mg, além de resultar em aumento da relação clorofila *a*/clorofila *b*.

Rivera-Cruz *et al.* (2008) e Saraiva (2009) também verificaram aumentos significativos na biomassa da parte aérea de planta (*Musa paradisiaca* AAA Simmonds) e mudas micropropagadas de bananeira respectivamente adubadas com biofertilizantes.

Na Figura 9, observa-se uma tendência quadrática para massa seca das folhas e dos pseudocaulos das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina

nos dois biofertilizantes utilizados, contudo o valor máximo para MSF foi atingido nos 75% da dosagem no anaeróbio.

Figura 9 – Curva de regressão para as variáveis massa seca das folhas e dos pseudocaules das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.



Saraiva (2009) aplicando biofertilizante em mudas micropropagadas de bananeira em duas fases de aclimatização verificou que durante a fase 1, nos períodos de 30 e 45 dias após aclimatização, a MSPA das plantas variou de 0,47 a 2,16 g nos 50 e 100% da adubação respectivamente. Na fase 2, o autor obteve as maiores médias 10,63 g, 10,85 g e 11,45 g nos 100% da adubação. Em síntese, o autor enfatiza que a dose máxima (D3 - 100%) aplicada na fase 2 no período inicial de 30, 45 e 60 dias, foi a que proporcionou um maior desenvolvimento das plantas. Contudo, as mudas que receberam a biofertilização apenas aos 45 e 60 dias, após a aclimatização, cresceram menos que as plantas que receberam o biofertilizante de forma contínua desde os 30 dias de aclimatização.

Silva et al. (2008), constataram, em seu estudo, que a produção da massa seca das mudas micropropagadas de bananeira cv 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 MSPA 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. Com isso, enfatiza-se a importância da escolha do biofertilizante e do teor de macronutrientes presentes nesses compostos orgânicos.

O mesmo padrão quanto aos tipos de biofertilizantes foi observado para massa seca das raízes, as médias no anaeróbio foram maiores, contudo na dose de 100% a média do aeróbio 6,26 g não diferiu da média do anaeróbio 6,31 g enquanto que na dose de 125%, o biofertilizante aeróbio 5,3g superou o anaeróbio 4,55g (Tabela 15).

Tabela 15 – Teste de comparação de médias para massa seca da raiz das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------|------------------------|--------|----------------|--------|--------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Massa seca em (g) | | | | |
| Aeróbico | 3,82 b | 4,33 b | 4,67 b | 6,26 a | 5,3 a |
| Anaeróbico | 4,44 a | 5,45 a | 6,19 a | 6,31 a | 4,55 b |
| | Tratamentos adicionais | | | | |
| | Controle | 3,88 g | Mineral | 6,38 g | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A aplicação de biofertilizante no solo, conforme Baalasha et al. (2006), pode induzir aumento no ajustamento osmótico às plantas pela acumulação de solutos orgânicos, promovendo a absorção de água e nutrientes. No presente estudo o fato da dose de 125% do biofertilizante com fermentação aeróbia ter sido maior em relação ao anaeróbio pode estar relacionado a quantidade de nutrientes na dose e possivelmente devido ao mesmo ser menos sólido e de fácil absorção.

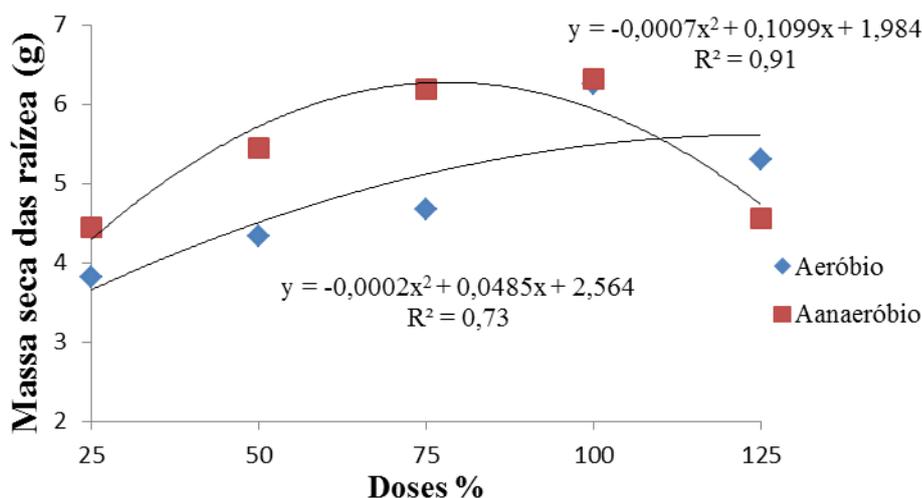
Em oposição aos resultados do presente trabalho, Santos (2012) não observou efeito positivo quanto ao uso do biofertilizante, o autor constatou que a produção de massa seca pelas raízes e pelos rizomas nas mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Anã foi maior para os tratamentos com adubação mineral (média 13,42g) comparado com os que não receberam adubação mineral (média 11,44g). Com relação à interação adubação mineral x biofertilizante, o autor verificou que nos

tratamentos que receberam adubação mineral a adição de biofertilizante tendeu a reduzir o acúmulo de matéria seca das raízes e rizomas.

Foi observado que a MSP das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina obtiveram maiores valores registrados no biofertilizante com fermentação anaeróbia, superando o valor encontrado na adubação mineral (Tabela 14).

A partir da Figura 10, nota-se que a massa seca das raízes das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina aumenta de forma quadrática até os 100% da dosagem, registrando valores similares de 6,26 e 6,31 g nos biofertilizantes aeróbio e anaeróbio, respectivamente.

Figura 10 – Curva de regressão para variável massa seca das raízes das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.



Lima et al. (2006) também obtiveram resultados semelhantes quanto ao acúmulo de biomassa no sistema radicular de mudas micropropagadas de bananeira cv Nanicão adubadas com fertilizante orgânico líquido e respectivos valores na biomassa seca da parte aérea das plantas; as mudas tratadas com fertilizante orgânico-mineral fluído apresentaram quase três vezes mais matéria seca acumulada na parte aérea em relação à raiz. Os autores relatam que os valores foram obtidos devido ao maior teor de nutrientes disponíveis no substrato utilizado com a aplicação do fertilizante, e ressaltou que esses resultados podem ser benéficos quanto ao estabelecimento das mudas em campo.

De acordo com Turner; Fortescue e Thomas (2007) a capacidade das folhas de uma planta em interceptar luz e fixar carbono é medida pelo índice de área foliar

(IAF), que inclui a área de todas as folhas, interceptando a radiação solar para fixar o dióxido de carbono e sintetizar carboidratos, que são utilizados no crescimento da planta. Esse incremento sobre a massa seca na parte aérea das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina pode ser atribuído pela maior área foliar, e maior taxa de produção de fotoassimilados, tanto pelas folhas quanto pelo pseudocaule, proporcionando mudas mais vigorosas.

Assim como Santos (2012), na ocasião da avaliação das plantas aos 90 dias de aclimatização, foi observado que no tratamento que não recebeu adubação, foi registrado o maior crescimento de radículas, isso deve ter acontecido devido a um mecanismo natural da planta em emitir raízes finas para explorar o máximo possível os nutrientes no solo e/ ou substrato.

Constatou-se no presente estudo que os valores médios registrados no biofertilizante com fermentação anaeróbia com relação às dosagens foram em sua maioria superiores aos obtidos na fermentação aeróbia, apesar de que os dois compostos apresentaram uma resposta crescente com o aumento do percentual das doses, para todas as variáveis analisadas.

Acima de cada limite ótimo das variáveis mencionadas das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina os valores foram reduzidos podendo estar associados ao crescimento da população de microrganismos em função do aumento percentual das doses de biofertilizantes ocorrendo, em consequência, aumento acentuado do consumo de nutrientes com redução da sua disponibilidade para as plantas (Malavolta et al., 1997), bem como o um decréscimo causado por inibição de algum elemento mineral em excesso denominado antagonismo (Malavolta, 2006).

Outro fato relevante é que os valores médios das variáveis estudadas para a dosagem de 100% do biofertilizante anaeróbio equiparou-se aos 100% da adubação mineral de referência a cultura.

A superioridade apresentada na maior concentração de biofertilizante bovino confirma a sugestão de Penteado (2007), ao revelar que esse insumo orgânico aumenta a fertilidade do solo e funciona como promotor de crescimento de plantas.

Portanto os melhores resultados constatados na maioria das variáveis estudadas foram verificados no biofertilizante com fermentação anaeróbia uma vez que grande parte dos nutrientes essenciais ao desenvolvimento das mudas nesse composto orgânico chega a ser mais que o dobro aos 30 dias de fermentação (Tabela 3).

4.2 Nutrição

De acordo com a análise de variância dos dados de teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) nas folhas, no pseudocaule e nas raízes das mudas micropropagadas de bananeira 'Prata catarina' aos 90 dias de aclimatização com aplicação de biofertilizantes, verificou-se que para o tipo de fertilizante utilizado apenas os teores de P no pseudocaule, e de K no pseudocaule e na raiz não foram significativos. Para as dosagens apenas as concentrações de K nas folhas não foi significativo. Já a interação foi significativa para os teores de N nas folhas e no pseudocaule, para o P apenas nas raízes e Na no pseudocaule (Tabela 16).

Tabela 16 – Resumo da análise de variância para concentração de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio(K) e sódio (Na) nas folhas, no pseudocaule e nas raízes das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina, em função das doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, CE. 2014.

| | GL | N | | | P | | | K | | | Na | | |
|-------------------------|----|-----------|-------------|----------|---------|-------------|----------|-----------|-------------|------------|-----------|-------------|----------|
| | | Folha | Pseudocaule | Raiz | Folha | Pseudocaule | Raiz | Folha | Pseudocaule | Raiz | Folha | Pseudocaule | Raiz |
| Biofertilizantes | 1 | 222,18 ** | 76,48 ** | 41,26 ** | 2,47 ** | 0,53 ns | 0,41 ** | 457,83 ** | 0,48 ns | 36,89 ns | 230,74 ** | 31,13 ** | 13,44 ** |
| Doses | 4 | 87,86 ** | 30,25 ** | 6,81 ** | 0,54 * | 1,23 ** | 2,05 ** | 16,87 ns | 618,76** | 159,73 ** | 34,36 ** | 25,28 ** | 42,88 ** |
| Bio x Doses | 4 | 9,00 ** | 12,14 ** | 0,50 ns | 0,22 ns | 0,75 ns | 0,18 * | 13,12 ns | 251,95 ns | 67,17 ns | 5,54 ns | 5,21 ** | 2,63 ns |
| Bio x Adc+Tes | 1 | 27,39 ** | 8,53 ** | 0,85 ns | 0,32 ns | 0,49 ns | 12,09 ** | 229,86 ** | 14112,39 ** | 3253,81 ** | 207,57 ** | 135,74 ** | 23,26 ** |
| Adc x Tes | 1 | 706,44 ** | 166,14 ** | 69,17 ** | 1,83 ** | 0,06 ns | 0,11 ns | 118,34 * | 18186,81 ** | 1353,73 ** | 40,04 ** | 25,06 ** | 11,69 ** |
| Tratamentos | 11 | 122,13 ** | 166,15 ** | 12,77 ** | 0,70 ** | 0,82 * | 1,96 ** | 84,18 ** | 3252,96 ** | 504,73 ** | 58,00 ** | 28,53 ** | 20,94 ** |
| Resíduo | 48 | 1,43 | 0,51 | 0,39 | 0,19 | 0,32 | 0,05 | 24,36 | 140,71 | 26,55 | 3,69 | 1,38 | 1,55 |
| Total | 59 | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | | 4,76 | 5,10 | 6,85 | 14,00 | 15,34 | 9,59 | 12,82 | 13,79 | 14,81 | 17,67 | 9,19 | 21,00 |

** e * Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente

Adc – Controle Adicional, Tes- Testemunha

4.2.1 Teor de nitrogênio nas folhas, pseudocaule e raízes

Percebe-se que com o aumento percentual nas doses do biofertilizante com fermentação aeróbia ocorre um maior acúmulo de nitrogênio nas folhas variando de 18,12 g kg⁻¹ em 25% a 26,71 g kg⁻¹ nos 125% da dosagem. Com relação ao biofertilizante com fermentação anaeróbia, as médias foram maiores em relação ao aeróbio, sendo o maior valor alcançado na dosagem de 100% de 30,40 g.kg⁻¹. O maior teor de N de 32,01 g kg⁻¹ foi registrado na adubação mineral (Tabela 17).

Tabela 17 – Teste de comparação de médias para teor de nitrogênio em (g kg⁻¹) nas folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------|----------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Teor em (g kg ⁻¹) | | | | |
| Aeróbico | 18,12 bD | 21,19 bC | 24,03 bB | 26,50 bA | 26,71 bA |
| Anaeróbico | 25,66 aBC | 24,73 aC | 27,27 aB | 30,40 aA | 29,57 aA |
| | Tratamentos adicionais | | | | |
| | Controle | 15,2 g.kg ⁻¹ | Mineral | 32,01 g.kg ⁻¹ | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de N presentes nas folhas nas tanto no tratamento com biofertilizantes aeróbio quanto anaeróbio encontram-se dentro da faixa considerada adequada para folhas da bananeira registradas para as variedades Nanica, Nanicão e Grande Naine foram de 27 a 36 g kg⁻¹ (IFA, 1992), para Prata Anã, 25 a 29 g kg⁻¹ (SILVA et al, 2002) e para Pacovan, 22 a 24 g kg⁻¹ (BORGES & CALDAS, 2002).

Para os teores de nitrogênio acumulados no pseudocaule, com relação ao tipo de biofertilizante, as médias no anaeróbio foram maiores que a do aeróbio, exceto na dosagem de 25% com 10,78 g kg⁻¹. Com relação às doses, observa-se um aumento crescente com o aumento percentual com valores máximos de 14,22 g kg⁻¹ e 17,60g kg⁻¹ nos 125% das doses dos biofertilizantes aeróbio e anaeróbio respectivamente. Vale salientar que a média nos 100% de 17,52 g kg⁻¹ do biofertilizante anaeróbio foi maior que a média da adubação de recomendação que acumulou 17,19 g kg⁻¹ de N (Tabela 18).

Tabela 18 – Teste de comparação de médias para teor de nitrogênio nos pseudocaulos em (g kg^{-1}) das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------|----------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Teor em (g kg^{-1}) | | | | |
| Aeróbico | 12,18 aB | 12,44 bB | 12,21 bB | 13,41 bAB | 14,22 bA |
| Anaeróbico | 10,78 bC | 15,53 aB | 15,40 aB | 17,52 aA | 17,60 aA |
| Tratamentos adicionais | | | | | |
| | Controle | 9,04 g.kg^{-1} | Mineral | 17,19 g.kg^{-1} | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os teores de nitrogênio nas raízes, verifica-se que as médias no sistema anaeróbico foram maiores que as do aeróbico. A maior média foi registrada no controle mineral com $11,45 \text{ g.kg}^{-1}$ (Tabela 19).

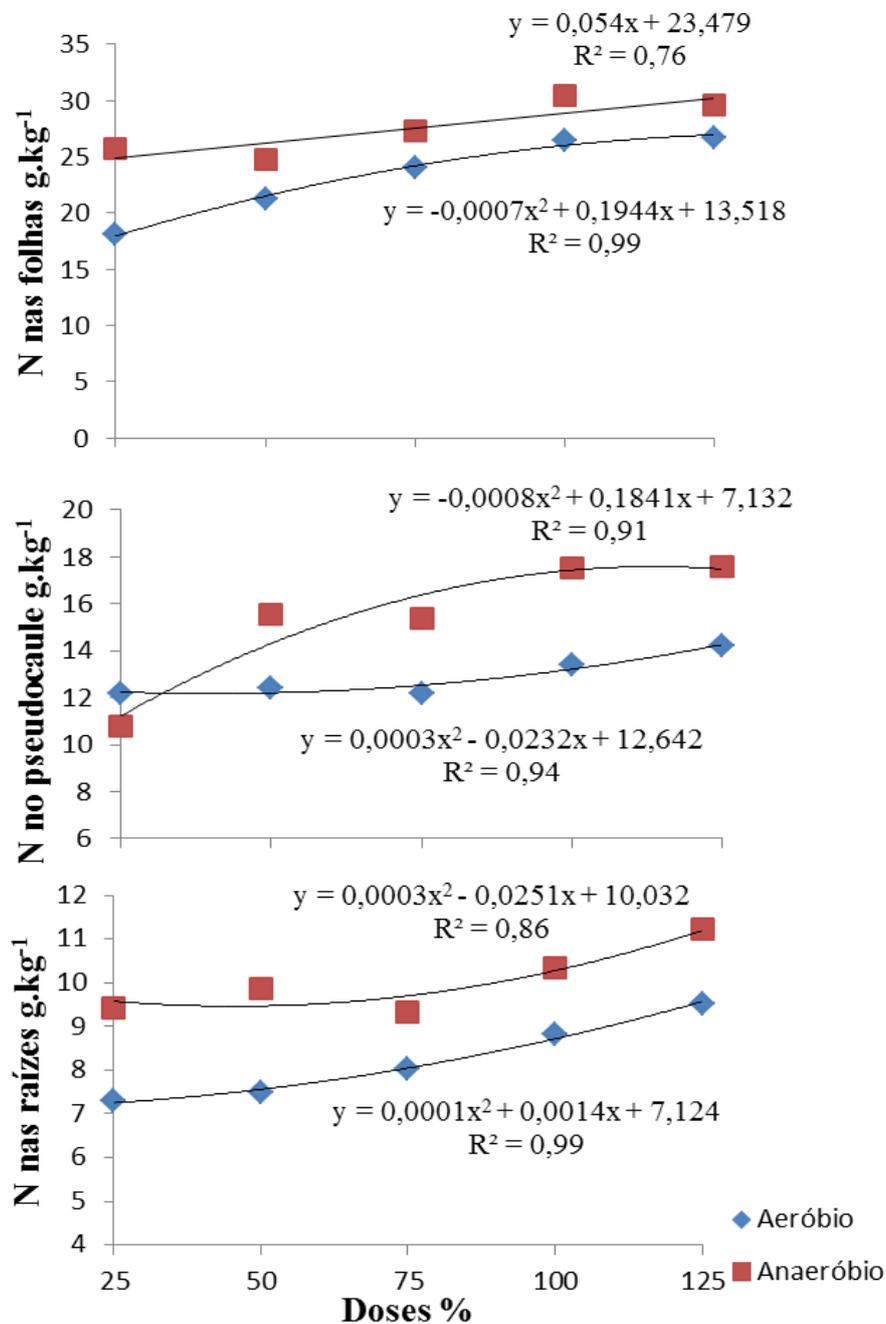
Com aumento percentual das doses dos biofertilizantes houve um aumento linear no teor de N nas folhas para o biofertilizante anaeróbico e quadrático para o aeróbico até a dose de 100%, a partir desse ponto, não houve diferença. Para os teores de N no pseudocaulo observa-se um aumento quadrático para os dois biofertilizantes e nas raízes, houve aumento quadrático do teor de N até 125% da dose para ambos fertilizantes (Figura 11).

Tabela 19 – Teste de comparação de médias para teor de nitrogênio nas raízes das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------|---------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Teor em (g.kg^{-1}) | | | | |
| Aeróbico | 7,29 b | 7,48 b | 8,03 b | 8,81 b | 9,52 b |
| Anaeróbico | 9,43 a | 9,88 a | 9,33 a | 10,35 a | 11,22 a |
| Tratamentos adicionais | | | | | |
| | Controle | 6,19 g.kg^{-1} | Mineral | 11,45 g.kg^{-1} | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 11. Curva de regressão para variável teor de nitrogênio na folha, pseudocaule e raiz das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.



Os resultados então de acordo com os obtidos por Santos (2012), apesar de o autor ter verificado que o conteúdo de N na parte aérea (folhas e pseudocaule), a aplicação de biofertilizante elevou a concentração desse elemento nas mudas micropropagadas de bananeira, porém com maior expressividade nos tratamentos com adubação mineral, o autor relata que esse maior acúmulo é decorrente da quantidade de N adicionado pelos tratamentos com biofertilizante. No presente trabalho as mudas

absorveram uma quantidade semelhante de N tanto na adubação mineral quanto nos maiores percentuais das doses dos biofertilizantes,

Saraiva (2009) estudando os teores de macronutrientes da parte aérea de mudas micropropagadas de bananeira cultivadas em substrato com aplicação de biofertilizantes, em duas fases de aclimatização (fase 1: colonização de micorrizas e fase 2: aplicação de biofertilizantes) verificou que, em relação à dose, na primeira fase, as mudas acumularam $53,01 \text{ g kg}^{-1}$ de nitrogênio na dose 1 (25% do biofertilizante), na segunda fase, $15,35 \text{ g kg}^{-1}$ de nitrogênio que foi registrado na dose 3 (100% do biofertilizante). Com relação ao período, o autor registrou na primeira e segunda fase uma concentração de $41,19$ e $13,73 \text{ g kg}^{-1}$ de N aos 30 e 60 dias de aclimatização, respectivamente.

Considerando a parte aérea (folhas e pseudocaule) no presente estudo, nota-se que os maiores concentrações de N nas mudas micropropagadas da cultivar estudada registrou maior valor de $40,93$ e $47,92 \text{ g kg}^{-1}$ nos 125 e 100% da dose no biofertilizante aeróbio e anaeróbio, respectivamente, aos 90 dias de aclimatização (Tabelas 17 e 18).

Ressalta-se que os teores foliares encontrados nas mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina foram maiores que os valores de N preconizados por Silva e Borges (2008) para a bananeira cv. 'Prata Anã' irrigada e cultivada no Norte de Minas, que são de 25 a 29 g kg^{-1} , nas doses de 100 e 125% do biofertilizante aeróbio e a partir dos 75% do anaeróbio (Tabela 17).

Segundo Faquin (2005), as plantas são capazes de absorver N na forma mineral como amônio (NH_4) e nitrato (NO_3), e a maior absorção de uma forma em relação à outra é acompanhada por variação do pH do meio. Para a manutenção da neutralidade elétrica interna no citoplasma, com a absorção do NH_4^+ há redução de um próton (H^+) para o meio; da mesma maneira para o NO_3^- com o OH^- ou HCO_3^- , o que provoca elevação do pH do meio. Provavelmente o biofertilizante modificou as propriedades químicas do substrato elevando o pH e promovendo maior absorção de NO_3^- .

Taiz e Zeiger (2013) ressaltam que a concentração de íons hidrogênio afeta o crescimento das raízes que se desenvolvem normalmente em solos levemente ácidos com pH de $5,5$ e $6,5$; e dos microrganismos sendo que fungos predominam em solos ácidos e bactérias solos alcalinos (pH superior a 7).

4.2.2 Teor de fósforo nas folhas, pseudocaule e raízes

A partir do resultado do teste de média, pode-se observar que o teor de P nas folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina cultivadas com o biofertilizante bovino aeróbio (3,38 g kg⁻¹) foi superior à obtida com as plantas cultivadas com o biofertilizante anaeróbio (2,94 g kg⁻¹).

As médias obtidas nos biofertilizantes ultrapassaram os valores considerados adequados segundo IFA (1992) de 1,6 a 2,7 g kg⁻¹ para as variedades Nanica, Nanicão e Grande Naine; Silva et al. (2002) de 1,5 a 1,9 g kg⁻¹ para variedade Prata Anã e Borges & Caldas (2002) de 1,7 a 1,9 g kg⁻¹ para variedade Pacovan.

Pode-se ter ocorrido no presente trabalho uma contaminação por esse elemento uma vez que as essas médias foram superiores as citadas na literatura, uma vez que os biofertilizantes não contém uma concentração elevada do mesmo.

Para os teores de P no pseudocaule, nas doses 25, 75 e 125 % não houve diferença quanto ao tipo de biofertilizante. Já na dose 50% o biofertilizante anaeróbio registrou maior valor 3,83 g kg⁻¹ e nos 100 % da aplicação, 3,77 g kg⁻¹ registrado no biofertilizante aeróbio (Tabela 20).

Tabela 20 – Teste de comparação de médias para teor de fósforo em (g kg⁻¹) no pseudocaule das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|--------|----------------|-------------------------|--------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Teor em (g kg⁻¹) | | | | |
| Aeróbico | 4,23 a | 3,13 b | 3,99 a | 3,77 a | 3,52 a |
| Anaeróbico | 3,97 a | 3,83 a | 3,79 a | 3,03 b | 3,02 a |
| | Tratamentos adicionais | | | | |
| Controle | 3,95 g kg ⁻¹ | | Mineral | 3,79 g kg ⁻¹ | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já para as concentrações de P nas raízes na qual foram significativas nas doses e interação (Tabela 11). Foi constatado que as médias em ambos fertilizantes foram crescentes e que os valores registrados nos percentuais de 25, 100, 125% não diferiram entre eles com maiores resultados no maior percentual (Tabela 21).

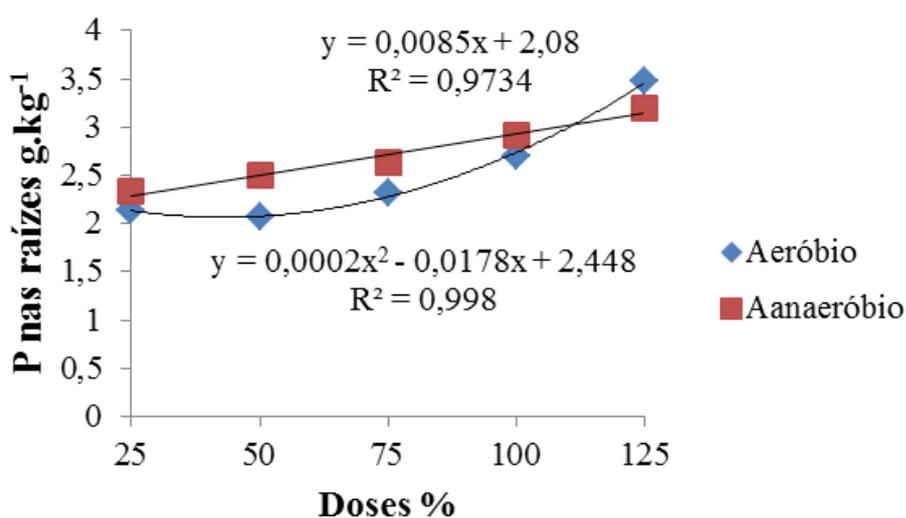
Tabela 21 – Teste de comparação de médias para teor de fósforo nas raízes das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|---------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Teor em (g kg⁻¹) | | | | |
| Aeróbico | 2,13 aC | 2,07 bC | 2,31 bBC | 2,70 aB | 3,47 aA |
| Anaeróbico | 2,34 aC | 2,50 aBC | 2,63 aBC | 2,92 aAB | 3,19 aA |
| | Tratamentos adicionais | | | | |
| | Controle | 1,32 g kg ⁻¹ | Mineral | 1,53 g kg ⁻¹ | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à aplicação das diferentes doses de biofertilizantes, os teores de fósforo nas raízes das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina ajustaram-se a um modelo quadrático aumentando de forma crescente com maior valor de 3,47 g kg⁻¹ registrado no biofertilizante com fermentação aeróbia no maior percentual da dose utilizado (Figura 12). Vale salientar que apesar da diferença de concentração de P entre os biofertilizantes não se obteve um limite de absorção.

Figura 12 – Curva de regressão para variável teor de P nas raízes das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.



Tesseroli Neto (2006), testando o efeito nutricional de biofertilizantes produzidos com fermentação aeróbica e anaeróbica, na cultura da alface americana e fresca, no município de Pinhais – PR; usando 6 dosagens (0; 0,5; 1; 2; 4 e 8%) com aplicação via foliar, observou que os biofertilizantes apresentaram composição química diferenciada em função do modo de preparo com médias de N, P e K, de 19,75; 10,60; 15,51 g Kg⁻¹ para o aeróbico e 20,02; 5,04; 14,26 g kg⁻¹ para o anaeróbico respectivamente, ou seja, o biofertilizante aeróbico apresentou maiores teores de P do que o anaeróbico, assim em comparação, o presente estudo diferiu quanto aos teores desse elemento.

Os maiores acúmulos de P nas folhas foram obtidos no fertilizante com fermentação aeróbia. Segundo Prado (2008) o pH do solo, é o fator que mais afeta a disponibilidade de nutrientes essenciais na solução do solo, sendo o pH próximo de 6,5 o que promove a maior disponibilidade dos nutrientes. O valor de pH do substrato foi de 7,2 (Tabela 2); a solubilidade das formas dominantes dos íons em solução e as reações de adsorção e dessorção dependem do pH. A aplicação do biofertilizante pode ter alterado o mesmo, promovendo a absorção do fósforo.

Segundo Borges e Oliveira (2000) e Borges (2004) o fósforo é um elemento que favorece o desenvolvimento vegetativo e o sistema radicular da bananeira, além de ser um componente integral de compostos importantes das células vegetais, incluindo fosfato-açúcares, intermediários da respiração e fotossíntese, bem como os fosfolípidos que compõem as membranas vegetais, fazendo parte também da composição de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (ATP e NADPH) e do DNA e RNA (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Marcolan (2006) relata que os solos diferem quanto à sensibilidade do fósforo lábil a alterações do fósforo da solução; essa resistência é denominada poder tampão ou fator capacidade de fósforo do solo. Solos com maior poder tampão, mantêm constantes os valores de P da solução quando submetidos à retirada do mesmo. O P lábil atua tamponando o sistema, isto é, procurando controlar os excessos e as carências, dentro dos limites de cada solo.

Viana et al. (2013) aplicando biofertilizantes em melão verificou teores de P mais elevados nas plantas cultivadas com o biofertilizante bovino com fermentação anaeróbia, segundo o autor, este resultado pode estar relacionado ao efeito sinérgico do Mg com o P quanto à absorção deste, ou seja, o magnésio proporciona um incremento na absorção do fósforo (PRADO, 2008). Esse autor relata que o Mg funciona como um

carregador do P, explicado pela ativação da ATPase nas membranas contribuindo com a absorção e também pela geração de ATP na fotossíntese e na respiração.

Os teores de K nas folhas foram significativos apenas para fonte de variação biofertilizante. Para o pseudocaule e raízes, houve efeito significativo apenas para as doses (Tabela 16).

4.2.3 Teor de potássio nas folhas, pseudocaule e raízes

A partir do resultado do teste de média, pode-se observar que o teor de K nas folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina no biofertilizante bovino com fermentação anaeróbia ($40,66 \text{ g kg}^{-1}$) foi superior à obtida com as plantas cultivadas com o biofertilizante aeróbio ($34,61 \text{ g kg}^{-1}$).

Os valores de K presentes nas folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina, para o biofertilizante aeróbio e anaeróbio, encontram-se dentro e acima da faixa, respectivamente, considerada adequada para as folhas de bananeira Prata Anã, que varia de 27 a 35 g kg^{-1} (SILVA e BORGES, 2008); dentro da faixa 32 a 54 g kg^{-1} para as bananeiras Nanica, Nanicão e Grande Naine (IFA, 1992) e acima dos valores de 27 a 35 g kg^{-1} Silva et al. (2002) e de 25 a 28 g kg^{-1} Borges & Caldas (2002) para bananeira Prata Anã e Pacovan, respectivamente.

As médias do teor de K no pseudocaule dentro das doses de 25 e 50 % foram maiores no biofertilizante com fermentação aeróbia, nos 75 % da adubação não houve diferença entre os fertilizantes, e nas maiores dosagens 100 e 125% os valores foram superiores no fertilizante anaeróbio, acumulando 107,06 e $104,04 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente. Esses valores ultrapassam as adubações de referência que registrou $94,36 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 22).

Tabela 22 – Teste de comparação de médias para teor de potássio em (g kg^{-1}) nos pseudocaulos das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|------------------|------------------------------------------------|----------------|--------------------------|----------|----------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Teor em (g kg^{-1}) | | | | |
| Aeróbio | 89,78 a | 92,18 a | 90,28 a | 97,36 b | 95,22 b |
| Anaeróbio | 77,46 b | 83,4 b | 91,88 a | 107,06 a | 104,04 a |
| | Tratamentos adicionais | | | | |
| Controle | 9,07 g kg^{-1} | Mineral | 94,36 g kg^{-1} | | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O acúmulo nas menores dosagens pode ter ocorrido devido à solubilidade do biofertilizante aeróbio que é maior em relação ao anaeróbio bem como a mobilidade do K. Já nas maiores doses do biofertilizante anaeróbio, decorrido da concentração do elemento que é bem maior em relação ao outro biofertilizante.

Para o acúmulo de K nas raízes não houve diferença significativa para as doses dos biofertilizantes aeróbio e anaeróbio nos 25, 50, 75 e 100 % da adubação. A diferença foi registrada nos 125% da adubação com maior valor 43,35 g kg⁻¹ registrado no biofertilizante com fermentação aeróbio (Tabela 23).

Tabela 23 – Teste de comparação de médias para teor de potássio em (g kg⁻¹) nas raízes das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|------------------|-------------------------------|------------------------|----------------|--------------------------|---------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Teor em (g kg ⁻¹) | | | | |
| Aeróbio | 44,88 a | 38,31 a | 34,75 b | 33,48 b | 43,35 a |
| Anaeróbio | 41,31 a | 42,1 a | 36,86 b | 31,96 b | 33,95 b |
| | Tratamentos adicionais | | | | |
| | Controle | 6,7 g kg ⁻¹ | Mineral | 29,97 g kg ⁻¹ | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estudando a interação adubação mineral x biofertilizante, dentro da dose 0 mL da adubação mineral, Santos (2012) verificou que houve um incremento acentuado do K extraído pela parte aérea das plantas com a elevação das doses do biofertilizantes que diferiram entre si.

O aumento no conteúdo de K na parte aérea das plantas com as doses do biofertilizante dentro das doses do resíduo cultural e das doses da adubação mineral se deve ao fato do K do biofertilizante não depender da mineralização para se tornar solúvel (RODRIGUES e CASALI, 1998).

Prado (2008) menciona que o processo de absorção do potássio pode ser interferido, em situações de elevadas concentrações de Ca²⁺ e Mg²⁺ podendo inibir a absorção do mesmo. O que explica a grande diferença na concentração de K nas raízes com aplicação do biofertilizante anaeróbio com valores máximos nas menores percentagens e baixo nas maiores (Tabela 23).

4.2.4 Teor de sódio nas folhas, pseudocaule e raízes

Para o teor de sódio (Na) nas folhas, verificou-se que as médias registradas no biofertilizante aeróbio foram maiores que as do anaeróbio nos 25, 100 e 125% da adubação com os biofertilizantes. Os maiores valores obtidos foram registrados nas doses 50 e 75% não havendo diferença entre os compostos orgânicos utilizados, enquanto a menor média foi verificada na adubação mineral de referência com 4,71 g kg⁻¹ de Na (Tabela 24).

Tabela 24 – Teste de comparação de médias para teor de sódio nas folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|---------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Teor em (g kg ⁻¹) | | | | |
| Aeróbico | 12,5 a | 15,13 a | 15,09 a | 13,01 a | 13,51 a |
| Anaeróbico | 6,89 c | 12,86 a | 11,53 a | 8,84 b | 7,64 b |
| Tratamentos adicionais | | | | | |
| | Controle | 8,71 g kg ⁻¹ | Mineral | 4,71 g kg ⁻¹ | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que para as médias das concentrações de Na no pseudocaule os valores encontrados nas doses 50, 100 e 125% do fertilizante aeróbio foram maiores, nas doses 25 e 75 % foram similares quando comparados com o anaeróbio e que esses valores registrados são maiores que os proporcionados pela adubação mineral. Com Relação às doses, há um incremento na concentração de Na dos 25% para 50% e com o aumento percentual a um decréscimo do valor no biofertilizante aeróbio. Já para o biofertilizante anaeróbio nas doses 25, 50 e 75 os teores de Na se mantêm e com o aumento do percentual a um decréscimo (Tabela 25).

Tabela 25 – Teste de comparação de médias para teor de sódio nos pseudocaulos das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------|----------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Teor em (g kg ⁻¹) | | | | |
| Aeróbico | 14,02 aB | 16,39 aA | 14,31 aAB | 14,10 aB | 12,34 aB |
| Anaeróbico | 13,81 Aa | 13,76 bA | 14,51 aA | 11,49 bB | 9,70 bB |
| Tratamentos adicionais | | | | | |
| | Controle | 7,82 g kg ⁻¹ | Mineral | 10,99 g kg ⁻¹ | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas raízes as médias do teor de Na não houve diferença significativa nas doses de 25, 50, 75 e 100% da adubação para ambos biofertilizantes. A diferença entre os biofertilizantes foi verificada nos 125% da dose com maior valor 5,88 g kg⁻¹ registrado no aeróbio (Tabela 26).

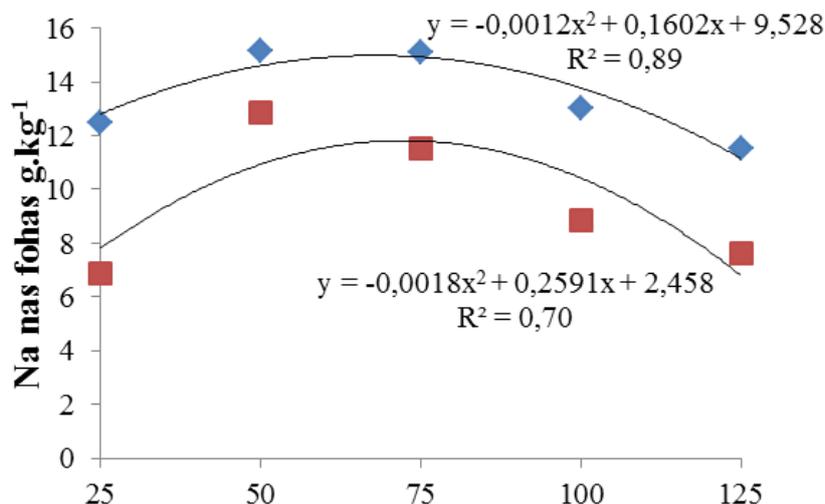
Tabela 26 – Teste de comparação de médias para teor de sódio nas raízes das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina em função de doses de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização, UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.

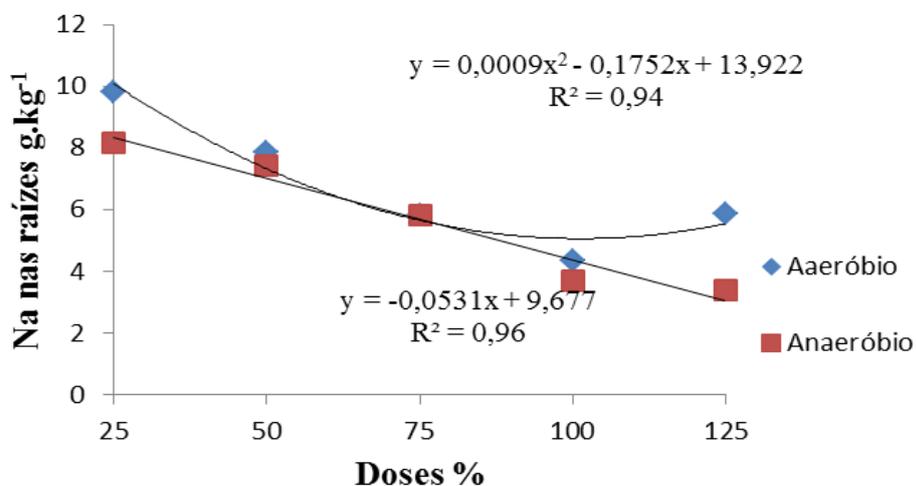
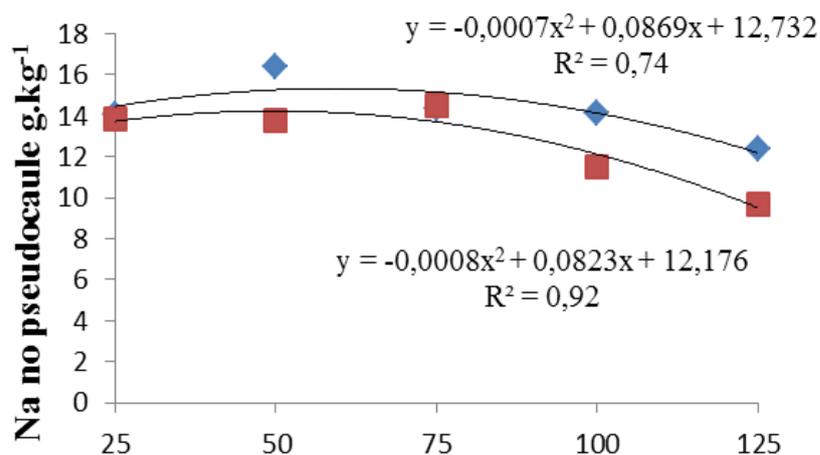
| Biofertilizante | Doses aplicadas (%) | | | | |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|--------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
| | Teor em (g kg⁻¹) | | | | |
| Aeróbico | 9,8 a | 7,84 a | 5,81 b | 4,33 c | 5,88 b |
| Anaeróbico | 8,15 a | 7,43 a | 5,82 b | 3,7 c | 3,38 c |
| Tratamentos adicionais | | | | | |
| | Controle | 3,46 g kg ⁻¹ | Mineral | 5,63 g kg ⁻¹ | |

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com aplicação das doses percentuais crescentes de biofertilizante houve um incremento de Na nas folhas até 50 %, com o aumento percentual, o valor decresce. Para a concentração de Na no pseudocaule houve um decréscimo quadrático, com maior valor registrado nos 50 e 75 % da dose dos biofertilizantes aeróbio e anaeróbio respectivamente. Já as raízes, observa-se um decréscimo quadrático para o aeróbio e decréscimo linear para o anaeróbio (Figura 13).

Figura 13 – Curva de regressão para variável teor de Na nas folhas, pseudocaulares e raízes das mudas de bananeira cv. Prata Catarina em função da aplicação de biofertilizantes, aos 90 dias de aclimatização UFC, Fortaleza, Ceará, 2014.





Possivelmente essa ascensão dos teores de Na nas doses do biofertilizante aeróbico registrados nas folhas, no pseudocaule e raízes pode estar associada à população de microrganismos, onde predominam bactérias aeróbicas facultativas e fungos actinomicetos. Os teores desse elemento no biofertilizante anaeróbico utilizado nas mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina são maiores (Tabela 3).

Tesseroli Neto (2006) estudando biofertilizantes aeróbicos (Fórmula IAPAR 2001/1) e anaeróbicos (Fórmula IAPAR 2001/2) produzidos a partir da fermentação de

esterco bovino fresco com farinha de osso, o fosfato natural, bórax, sulfato de magnésio, sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de manganês, água, leite e frutas em processo de apodrecimento. Verificou que os teores de Na foram mais elevados no meio aeróbico. Segundo o autor, provavelmente esses resultados estão relacionados ao modo de preparo do biofertilizante, pois a população de microrganismos nos biofertilizantes é diferente.

Já Santos (2012) verificou um aumento do Na extraído pelas raízes e rizoma das mudas de bananeira cv Prata Anã com as doses do biofertilizante que acompanhou o incremento de matéria seca pelas plantas, do mesmo modo que aconteceu para a parte aérea das mudas.

Silva Júnior et al. (2012) estudando os efeitos da adubação com Na em mudas micropropagadas de bananeira, constataram que o tratamento com 100 mol.m^{-3} de NaCl coincidiu com um aumento do teor de Na^+ no limbo foliar de todos os genótipos. Sendo que na cultivar Pacovan esse elemento acumulou-se preferencialmente nas raízes, nos rizomas e no pseudocaule, caracterizando um mecanismo de compartimentalização ao nível de órgão, protegendo a estrutura fotossintética do efeito tóxico desse cátion.

Para o pseudocaule, esses autores verificaram que a concentração de Na^+ de todos os genótipos aumentou com a elevação da dose de cloreto de sódio. O somaclone Sc3 apresentou, aproximadamente, cerca de 1,2 vezes o teor de sódio encontrado nas cultivares Pacovan e Nanicão e no somaclone Sc4, quando cultivados no nível mais elevado de salinidade (100 mol.m^{-3} de NaCl).

Os mesmos autores registraram diferenças entre os genótipos quanto ao teor de Na nas raízes e no rizoma onde a cultivar Pacovan apresentou $18,79 \text{ g kg}^{-1}$, em média neste órgão, cerca de uma vez e meia o teor de sódio em relação a cultivar Nanicão $15,20 \text{ g kg}^{-1}$ e aos somaclones Sc3 ($12,81 \text{ g kg}^{-1}$) e Sc4 ($11,21 \text{ g kg}^{-1}$) quando submetido ao nível mais elevado de salinidade (100 mol m^{-3} de NaCl).

O sódio é um elemento requerido por algumas culturas e absorvido na forma iônica, sendo relativamente móvel na planta. As concentrações de sódio em tecidos vegetais variam de 0,013 a $35,1 \text{ g kg}^{-1}$ na matéria seca e de 0,16 a $167,8 \text{ g kg}^{-1}$ nas cinzas (KORNDÖRFER, 2006).

O valor de sódio nas folhas e pseudocaule encontrado no presente trabalho encontra-se um pouco abaixo em relação aos estudados por Silva Júnior (2012), uma vez que os autores aplicaram dosagens de cloreto de sódio nas mudas de bananeira cv

Pacovan e enfatiza-se com isso, que as concentrações de Na nos biofertilizantes utilizados nas mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina são extremamente altos (Tabela 3).

É possível que essas divergências estejam associadas às diferenças no grau de inibição do crescimento e na capacidade da planta de extrair esse elemento na zona radicular (Lacerda, 2005). O sódio estimula o crescimento mediante a intensificação da expansão celular, além de poder, em parte, substituir o K como um soluto osmoticamente ativo (Taiz e Zeiger, 2013).

Silva Júnior et al. (2012) verificou que o acúmulo de Na^+ no limbo foliar coincidiu com uma maior intensidade dos sintomas característicos de toxidez na parte aérea da cultivar Nanicão e nos somaclones provocando enegrecimento dos bordos das folhas, seguida de necrose, além de uma clorose marginal das folhas mais velhas. O mesmo ocorreu nas mudas do presente estudo, sendo que esses sintomas se evidenciaram após 50 dias da aplicação do biofertilizante (Figura 14).

Figura 14 – Sintomas de intoxicação por sódio no limbo folhas das mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina, em função da aplicação de biofertilizantes, aos 50 dias da aplicação do biofertilizante, UFC, Fortaleza, CE, 2014.



Os efeitos adversos da salinidade sobre as plantas constituem um dos fatores limitantes da produção agrícola devido principalmente ao aumento da pressão osmótica do solo e à toxidez resultante da concentração salina e dos íons específicos. Em solos

sódicos, o problema maior é sobre as características físicas do solo, devido à dispersão da argila, criando problemas de compactação, diminuindo conseqüentemente aeração e dificultando o movimento da água e desenvolvimento radicular, além do efeito tóxico do sódio (CORDEIRO, 2002).

Segundo Lima (2009), no estudo da nutrição mineral de plantas é imprescindível considerar os nutrientes como um todo, pois um elemento é capaz de exercer influencia sobre o outro, resultando em possíveis interações que podem ocorrer na composição mineral das folhas. A interação significa o efeito da adição de um nutriente no teor de outro, que pode ser aumentado, diminuído ou não ser modificado (MALAVOLTA, 2006).

5. CONCLUSÃO

O biofertilizante bovino com fermentação anaeróbia supre nutricionalmente as mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina durante a fase de aclimatização em relação ao biofertilizante com fermentação aeróbia, adubação mineral e ao controle.

A dose de biofertilizante bovino de fermentação anaeróbio (1000 ml semana planta⁻¹) promove um maior crescimento vegetativo das mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina durante a fase de aclimatização para o diâmetro do pseudocaule, altura de planta e área foliar, massa seca da parte aérea, do pseudocaule e da raiz quando comparada ao biofertilizante com fermentação aeróbia e a adubação mineral e o controle.

O maior acúmulo de N ocorre com a adubação efetuada com o biofertilizante bovino de fermentação anaeróbio nas folhas, no pseudocaule e nas raízes de mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina durante a fase de aclimatização.

O biofertilizante bovino de fermentação aeróbio promove maior acúmulo de K no pseudocaule e nas raízes e de Na na folha, no pseudocaule e nas raízes de mudas micropropagadas de bananeira cv Prata Catarina durante a fase de aclimatização em comparação ao biofertilizante bovino de fermentação anaeróbio, a adubação mineral e ao controle.

6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ARAUJO, J.P.C. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira (*musa sp. AAA*), 'grande nine' no primeiro ciclo de produção.** Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, 80p, 2008.

ARAÚJO, L. A.; ALVES, A. S.; ANDRADE, R.; SANTOS, J. G. R.; COSTA, C. L. L. Comportamento do maracujazeiro-amarelo (*passiflora edulis f. Sims flavicarpa deg.*) Sob diferentes dosagens de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável.** Grupo verde de agricultura alternativa, mossoró, v.3, n. 4, p. 98-109, 2008.

ARIAS, O. Commercial micropropagation of banana. In: **Workshop on biotechnology applications for banana and plantain improvement**, 1992, San José. Proceedings... San José: Inibap, p. 139-142, 1992.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BARTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; TRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.2, p.158-167, 2001.

BAALOUSHA, M.; HEINO, M.M.; LE COUSTUMER, B.K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. Colloids and surfaces. **Physicochemical and Engineering Aspects**, v.222, n.1-2, p.48-55, 2006.

BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; GIRO, V. B.; CANELLAS, L.P.; OLIVARES, F.L.; BRESSAN-SMITH, R. Desempenho do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.979-990, 2009.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. nutrição calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z.J.M. banana. **Produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 2000. p.47-59. (frutas do brasil, 1).

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

BORGES, A. L.; SILVA, T. O.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, I. E. A. Adubação nitrogenada para bananeira terra (*Musa* sp. AAB, subgrupo Terra). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.189-193, 2002.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **Exigências edafoclimáticas**. In: borges, a. L.; souza, l. S. O cultivo da bananeira. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 15-23.

BORGES, A. L.; SOUZA; L. S.; CORDEIRO, Z. J. M. **Cultivo orgânico da bananeira**. Cruz das almas, BA, 2006. 10p. (Embrapa-CNPMF. Circular técnica, 81).

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. Nutrição e adubação na cultura da banana na região nordeste do Brasil. In: Godoy, I. J. G.; Gomes, J. M. **Tópicos sobre nutrição e adubação da banana**. Botucatu: FEPAF/UNESP, 2009. 143p.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **Recomendações de Calagem e Adubação para Bananeira**. Cruz das Almas, BA, 2010. 5p. (Embrapa – CNPMF. Comunicado Técnico, 137).

BORGES, F. R. M. **Cultivo do pimentão sob água tratada por energização e doses de biofertilizantes**. 2012. 97f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2012.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; ALVES, E. J. **Banana produção: exigência edafoclimática**. Disponível em : <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivoc/artigos-2322pdf> acesso em: 10 ago 2013.

CARVALHO, A. C. P. P.; RODRIGUES, A. A. J.; SANTOS, E. O. **Produção de Mudanças Micropropagadas de Bananeira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012, 14p. (Embrapa-CNPAT, Circular Técnica, 37).

COELHO, E. F. **Curso de bananicultura irrigada** [recurso eletrônico] / editor, Eugênio Ferreira Coelho; autores, Ana Lúcia Borges... [et al.]. - Dados eletrônicos. - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009.-(Documentos / Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, ISSN 1809-4996; 176).

CORDEIRO, Z. J. M. **Banana produção: aspectos socioeconômicos**. Brasília: EMBRAPA, 2002.

COSTA, J. N. M.; SCARPARE FILHO, J. A. Efeito do ensacamento de cachos de banana nanicão na produção e no intervalo entre a inflorescência e a colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1575-1580, nov. 2002.

COSTA, J. R. M. **Viabilidade agro-econômica de genótipos de bananeira do tipo terra com resíduos orgânicos**. 2008. 98 f. Tese (doutorado em recursos naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – Pb, 2008.

DAMATTO JÚNIOR, E.R.; NOMURA, E.S.; FUZITANI, E. J.; SAES, L.A. Experiências com o uso de adubação orgânica na cultura da banana. In: GODOY, L.J.G.; GOMES, J.M. **Tópicos sobre nutrição e adubação da banana**. Botucatu/SP: FEPAF/UNESP, 2009. 143p.

DE LANGHE, E.; VRYDAGHS, L.; MARET, P.; PERRIER, X.; DENHAM, T. **Why bananas matter: an introduction to the history of banana domestication**. Ethnobotany research and applications, Montpellier, v. 7, n. 1, p 165-177, 2009.

DINIZ, A. A. **Aplicação de condicionantes orgânicos do solo e nitrogênio na produção e qualidade do maracujazeiro-amarelo**. Tese (Doutorado) Universidade Federal da Paraíba, Areia. 98p., 2009.

Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Cultivo da banana para o estado de Rondônia**. Disponível em : <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/agencia40/ag01/abertura.html>. Acesso em :12 out 2013.

Epstein, E.; Bloom, A. J. **Nutrição mineral de plantas**. Londrina: Planta, 2006, 401p.

EZZ, T.M.; ALY, M. A.; SAAD, M.M.; EL-SHAIEB, F. Comparative study between bio-and phosphorus fertilization on growth, yield, and fruit quality of banana (*Musa* spp.) grown on sandy soil. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences** (2011), doi:10.1016/j.jssas.2011.03.007.

Fao - **Food and agriculture organization**, 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras:UFLA/FAEPE, 2005. 183p.

FIGUEROA E. A.; ESCOSTEGUY P. A. V.; WIETHÖLTER S. Dose de esterco de ave poedeira e suprimento de nitrogênio à cultura do trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.16, n.7, p.714–720, 2012.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 402p.

FREIRE, J.L. de O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro-amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. Tese (Doutorado em Agronomia / Centro de Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

Grattapaglia, D.; Machado, M. A. Micropropagação. In: torres, a. C.; caldas, l. C. (ed.). **Técnicas e aplicações da cultura de tecido de plantas**. Brasília: Embrapa - CNPH, p. 183-260, 1998.

HOFFMANN, C. A. L. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.1, p. 268-275, 2010.

IFA. **World fertilizer use manual**. Paris: International Fertilizer Industry Association, p.283-284, 1992.

INOUE, K. R. A.; SOUZA, C. F.; MATOS, A. T.; SANTOS, N. T.; FERREIRA, W. P. M. Concentração de nutrientes em plantas de milho adubadas e biofertilizantes obtidos na digestão anaeróbia da manipueira. **Engenharia na Agricultura**, v.19, p.236-243, 2011.

JOHNSON, G. M.; STOUT, P. R.; BROYER, T. C.; CARLTON, A. B. Comparative chlorine requirements of different plants species. **Plant and Soil**, v. 8, p.337-357,1957.

KORNDÖRFER, G. H. Elementos Benéficos. In: MANLIO, S. F. ed. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 356-354. 2006.

Kozlowski T, Kramer PJ & Pallardy SG (1991) **The physiological ecology of woody plants**. London: Academic. 657p.

LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R. J. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; Cavalcante, U. (ed.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, p.127-137, 2005.

LEE, S. W. **Micropropagation of cavendish banana in taiwan**. 2006. Disponível em: <<http://www.agnet.org/library/abstract/tb163a.html>.2006>. Acesso em: 21 out. 2013.

LI-COR. LI 3100 area meter instruction manual. Lincon, 1996. 34 p.

LIMA, J. D.; BELLICANTA, G. S.; MORAES, W. da S. Uso de fertilizante organo-mineral fluído na aclimação de mudas de bananeira micropropagadas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, ano V, n. 09, 2006.

LINS, L.C.R.; CONCEIÇÃO, P.J.; FREITAS, J.S.; OLIVEIRA, E.T.; FANCELLI, M.; RITZINGER, C.H.S.P.; COELHO FILHO, M. A.; LEDO, C. A. S. Torta de mamona no desenvolvimento de bananeira cv. Terra e infestação por *Cosmopolites sordidus*. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 35, n. 2, p. 493-499, 2013.

LÓPEZ M., A.; ESPINOSA M., J. **Manual de nutrition y fertilización del banano**. Quito: instituto de la potasa y el fósforo, 1995. 82p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 2006. 631p.

MARCOLAN A. L. **Suprimento e absorção de fósforo em solos submetidos a diferentes sistemas de preparo**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande Sul. Porto Alegre, 107 p., 2006.

MARTINS, A. N.; POZ, L. D.; SUGUINO, E.; DIAS, N. M. S.; PERDONÁ, M. J. Aclimação de mudas micropropagadas de bananeira “Nanicão Williams” em diferentes substratos e fontes de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n.1, p.65-72, 2011.

MEDEIROS, D.C.; FREITAS, K.C.S.; VERAS, F.S. et al. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p.186-189, 2008.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 281-298, 2006.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: fundação cargil, 1987. 335 p. 2. Ed. Campinas: Fundação Cargil, 1999.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, p. 473-497, 1962.

NEGREIROS, K. V. de. **Estudo comparativo dos efeitos de biofertilizantes no crescimento e produção da bananeira nanica em dois ciclos sucessivos**. 2013. 93p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba.

NOMURA, E.S. et al. Crescimento de mudas micropropagadas da bananeira cv. Nanicão em diferentes substratos e fontes de fertilizante. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.30, n.3, p.359-363, 2008.

NOMURA, E.S.; LIMA, J.D.; RODRIGUES, D.S.; GARCIA, V.A.; FUZITANI, E.J. Influência do substrato e do tipo de fertilizante na aclimação de mudas de bananeira 'Prata-Anã'. **Ciências e Agrotecnologia**, v.33, n.3, p.773-779, 2009.

NOMURA, E. S.; JUNIOR, E. R. D.; FUZITANI, E. J.; SAES, L. A.; JENSEN, E. Aclimação de mudas micropropagadas de bananeira 'Grand Naine' com aplicação de biofertilizantes em duas estações do ano. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.4, p. 518-529, 2012.

OGBO, F.C. conversion of cassava wastes for biofertilizer production using phosphate solubilizing fungi. **Bioresource Technology**, v.101, n.11, p.4120-4124, 2010.

OLIVEIRA, I. E. De A.; BORGES, A. L.; SILVA, S. De O. **Teores de nutrientes e produtividade em genótipos de bananeira**. In: congresso brasileiro de fruticultura, 16., 2000, fortaleza. Anais... Fortaleza: SBF, 2003 a. 1 cd rom.

OLIVEIRA, F. F. M. Micropropagação de *mimosa caesalpiniaefolia* benth. A partir de segmentos nodais e ápices caulinares. **Revista caatinga**, mossoró, rs, v. 20, n. 3, p. 152-159, 2007.

OLIVEIRA, J.P.; COSTA, F.H.S.; PEREIRA, J.E.S. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira aclimatizadas nas condições da Amazônia sul-ocidental sob a influência de diferentes substratos e recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.459-465, 2008.

PENTEADO, S. R. **Adubação Orgânica: Compostos orgânicos e biofertilizantes**. Campinas: Edição do autor, 2007. 162p.

PEREIRA, L. V.; SILVA, S. R. R.; ALVARENGA, A. A. Influência do tipo de muda no comportamento vegetativo e produtivo da bananeira cv. Prata anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 1, p. 164-167, 2001.

PRADO, R.M. **Nutrição de Plantas**, São Paulo: Editora Unesp, 407p, 2008.

PRATES, H. S.; MEDEIROS, M. B. “mb – 4”. **Entomopatógenos e biofertilizantes na citricultura orgânica**. Campinas – sp: saa/ coordenadoria de defesa agropecuária. 2001. (Folder).

RIVERA-CRUZ, M. C.; NARCÍA, A. T.; B, BALLONA, G.C.; KOHLER, J.; CARAVACA, F.; ROLDÁN, A. Poultry manure and banana waste are effective biofertilizer carriers for promoting plant growth and soil sustainability in banana crops. **Soil Biology & Biochemistry**. v 40, p. 3092–3095, 2008.

ROCHA, H. S. Biofábricas: estrutura física e organização. In: junghans, t. G.; souza, a. Da s. (ed.). **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p. 121-152, 2009.

RODOLFO JÚNIOR, F. **Respostas do maracujazeiro-amarelo e da fertilidade do solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK**. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Centro de Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

RODRIGUES, E.T. ; CASALI, V.W. D. Respostas da alface à adubação orgânica. 2 teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. **Revista Ceres**. v. 45, p. 437-449, 1998.

SANTOS, A. C. V. Dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido em nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.13, n. 4, p. 275 – 279, 1991.

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

SANTOS J. A; SILVA C. R. R; CARVALHO J. G; NASCIMENTO T, B. Efeito do calcário dolomítico e nitrato de potássio no desenvolvimento inicial de mudas da bananeira ‘Prata-Anã’ (AAB), provenientes de cultura *in vitro*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v 26, p. 150-154, 2004.

SANTOS, J.G.R; SANTOS, E.C.X.R. Adubos orgânicos e defensivos naturais. In: SANTOS, J.G.R; SANTOS, E.C.X.R. **Agricultura orgânica: teoria e prática**. Campina grande-pb: editora da Universidade Estadual da Paraíba, p.57-84. 2008.

SANTOS, J. W. G. **Estudo comparativo de respostas da banana às aplicações de fertilizante mineral e biofertilizante na Chapada do Apodi – CE**. . Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará, UFC, 53p., 2011.

SANTOS, A. M. **Avaliação do crescimento de mudas de bananeira cv. Prata-anã, com adubação mineral e orgânica**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará, UFC, 83p., 2012.

SARAIVA, J. P. B. **Atividade da microbiota do solo e desenvolvimento de mudas de bananeira biofertilizadas**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, UFC, 98p., 2009.

SHONGWE, V. D.; TUMBER, R.; MASARIRAMBI, M. T.; MUTUKUMIRA, A. N. Soil water requirements of tissue-cultured Dwarf Cavendish banana (*Musa spp. L*). **Physics and Chemistry of the Earth**, v 33, p. 768–774, 2008.

SILVA, J.T.A. da; BORGES, A.L.; DIAS, M.S.C.; COSTA, E.L. da; PRUDÊNCIO, J.M. **Diagnóstico nutricional da bananeira 'Prata-Anã' para o Norte de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Epamig, 2002. 16p. (Epamig. Boletim Técnico, 70).

SILVA, J. T. A. et al. Aplicação de potássio, magnésio e calcário em mudas de bananeira 'Prata Anã' (AAB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.3, p. 782-786, 2008.

SILVA, F. L. da. **Ambiência e biofertilização no cultivo orgânico de figo, em condições semiáridas**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Tese (Doutorado). 124 p, 2012.

SILVA JÚNIOR, G. de S.; CAMARA, T. R.; WILLADINO, L. G.; MARTINS, L. S.S.; SILVA, L.E. Parâmetros Biométricos, Nutricionais e Bioquímicos em Cultivares e Somaclones de Bananeira Submetidos à Salinidade. **Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades**. IFPE - v. 4, n. 1, p 11-36, 2012.

SINGH, H. P.; SELVARAJAN, S. U.; KARIHALOO, J. L. **Micropropagation for production of quality banana planting material in asia-pacific**. Nova delli: apcoab/apaari, 2011, 94p.

SOUZA, F. V. D.; JUNGHANS, T. G.; SOUZA, A. Da S.; SANTOS-SEREJO, J. A. Dos; COSTA, M. A. P. De C. Micropropagação. **Introdução à micropropagação de plantas**. Cruz das almas. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2006. 152 p.

SOUZA, R. B.; ALCÂNTARA, F. A. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Brasília/DF: Embrapa – CNPH, 2008. 8p. (Circular Técnica n.65).

SOUZA, G. G.; VIANA, T. V. A.; BRAGA, E. S.; AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A.B.; BORGES, F. R. M. Fertirrigação com biofertilizante bovino: efeitos no crescimento, trocas gasosas e na produtividade do pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. V.8, n.3, p.503-509, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Ed Artmed, 2013. 918 p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5).

TEIXEIRA, L . A . J.; BETTIOL NETO, J. E. Comportamento agrônômico de bananeira 'prata anã' em função do tipo de muda. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33. N. 1, p. 89-95, 2011.

TESSEROLI NETO, E. A. **Biofertilizantes: Caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura do Alface**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 52p., 2006.

TOMBOLATO, A. F. C.; COSTA, A. M. M. **Micropropagação de plantas ornamentais**. Campinas: instituto agrônômico, 1998. 72 p. (Instituto Agrônômico. Boletim Técnico, 174).

TURNER, D. W.; FORTESCUE, J. A.; THOMAS, D.S. Environmental physiology of the bananas (*Musa spp.*). **Brasilian Jurnal Plant Physiology**, v.19, n.4, p.463-484, 2007.

Universidade Federal do recôncavo da Bahia. Centro de ciências agrárias, ambientais e biológicas. **Nutrição mineral de plantas**. Disponível em: http://www.ufrb.edu.br/nutricao mineral//index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=27. Acesso 03 jun. 2014.

VIANA, T.V DE A; SANTOS; A.P.G; SOUSA, G.G DE; NETO, L.G.P.; AZEVEDO, B.M.DE; AQUINO, B. F. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. Recife, v.8, n.4, p.595-601, 2013.

VIEIRA, L. M. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2012-2013**. Banana. Epagri/Cepa, Florianópolis, SC, p. 18-25, 2013.

VITTI, G. C. LIMA; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.325 – 389, 2006.