

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE MESTRADO EM AGROECOLOGIA**

**CLÁUDIO MARCELO DE SOUZA**

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE TRÊS  
GENÓTIPOS DE BANANEIRA SOB DIFERENTES DOSES DE  
BIOSSÓLIDO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE SÃO  
LUÍS - MARANHÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Agroecologia da Universidade  
Estadual do Maranhão como requisito parcial  
à obtenção do Grau de Mestre em  
Agroecologia.

São Luís – MA  
2007

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE TRÊS  
GENÓTIPOS DE BANANEIRA SOB DIFERENTES DOSES DE  
BIOSSÓLIDO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE SÃO  
LUÍS - MARANHÃO**

**CLÁUDIO MARCELO DE SOUZA**

Orientador: Prof. Dr. **EDUARDO FERREIRA RODRIGUES**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Agroecologia, como requisito  
parcial à obtenção do Grau de Mestre em  
Agroecologia.

**São Luís - MA**

**2007**

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO EM TRÊS GENÓTIPOS DE  
BANANEIRA SOB DIFERENTES DOSES DE BIOSSÓLIDO NAS  
CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE SÃO LUÍS - MARANHÃO**

CLÁUDIO MARCELO DE SOUZA

Comissão Julgadora:

---

Prof. Dr. EDUARDO FERREIRA RODRIGUES  
Orientador

---

Prof. Dr. FRANCISCO SOLANO DE OLIVEIRA RODRIGUES FILHO

---

Prof. Dr. MOISÉS RODRIGUES MARTINS

Souza, Cláudio Marcelo de

Análise de crescimento e produção de três genótipos de bananeira sob diferentes doses de biofósforo nas condições edafoclimáticas de São Luís – Maranhão / Cláudio Marcelo de Souza.- São Luís, 2007

72p. : il.

Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, 2007.  
Bibliografia.

1. Banana musa sp. 2. Análise de Crescimento. 3. Biofósforo 4. Reciclagem agrícola 5.  
EIE Jaraçatã I. Título

CDU 634.772:631.547.2 (812.1)

## **AGRADECIMENTOS**

PRIMEIRAMENTE A DEUS.

À Letícia, tanto por seu exemplo quanto por seu apoio.

Ao Professor Eduardo Ferreira Rodrigues, meu orientador.

Ao Professor Francisco Solando pela eficiente ajuda no que se refere ao planejamento do experimento e na análise dos dados.

À minha mãe, por sempre ter sido uma mulher batalhadora e que não se acovarda diante das adversidades e ao meu pai, pelo carinho e dedicação.

À D. Cezarina, Sr. Clemente, D. Anália e Sr. Antônio, meus avós.

A todos meus professores do Curso de Mestrado em Agroecologia, especialmente ao professor Ricardo Teles por ter me apresentado este curso de mestrado.

À FAPEMA e ao Estado do Maranhão pela bolsa de estudo.

À CAEMA – Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão, principalmente na pessoa do Sr. Alberto Rodrigues pelas informações prestadas.

À Márcia Carvalho, ao Dionísio, ao Odilardo, Sr. René, Neto, Alberto e toda equipe que contribuiu na coleta de dados e aos trabalhos relativos aos tratamentos culturais, bem como todo corpo de funcionários do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural da Universidade Estadual do Maranhão.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de biofósforo proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do Jaracaty, localizada na ilha de São Luís - MA, na adubação da bananeira (*Musa sp.*) em substituição ao nitrogênio proveniente de fórmula comercial de sulfato de amônio nas condições edafoclimáticas do município de São Luís – MA, sobre o crescimento e produtividade de três genótipos de bananeira que têm sido promovidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura como capazes de proporcionar cultivos mais produtivos e menos suscetíveis a doenças e pragas. Os genótipos escolhidos para as comparações realizadas neste trabalho foram o híbrido Pacovan Ken e os cultivares Caipira e Thap Maeo. Foi instalado um delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas com os três genótipos, cinco tratamentos e três repetições, em área pertencente ao INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, contígua ao Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural da Universidade Estadual do Maranhão. Foram analisados, em intervalos de 30 dias a partir do trigésimo dia após o plantio das mudas (tipo chifrinho), o diâmetro do pseudocaule, a altura da planta-mãe, o número de folhas ativas, a área foliar da terceira folha e o número de filhos emitidos como parâmetros para acompanhamento do crescimento. Por ocasião da colheita do cacho, também foram analisados o número de dias do plantio até a colheita, o número de frutos por cacho, e o peso médio do cacho. Para todos os parâmetros estudados, o tratamento sem adubação nitrogenada apresentou índices de crescimento e produtividade inferiores em relação aos demais. Os tratamentos com diferentes dosagens de biofósforo proporcionaram resultados semelhantes aos obtidos com adubação mineral recomendada, ressaltando-se a maior dosagem ( $13 \text{ ton.ha}^{-1}$ ) como aquela que atingiu os melhores índices de produtividade. Considerando os genótipos, observou-se que o cultivar Caipira apresentou desempenho de crescimento e produtividade inferior aos demais, enquanto o Thap Maeo demonstrou um número de frutos por cacho e um peso médio do cacho maior que os demais, revelando-se o mais adaptado para as condições experimentais.

## ABSTRACT

This work had as objective to evaluate the effect of the application of biossolid originating from the Sewers Treatment Station (ETE) of Jaracaty, located in the island of São Luís - MA, in the manuring of the banana tree (*Musa sp.*) in substitution to the nitrogen originating from commercial formula of sulfate of ammonium in the environmental conditions of the municipal district of São Luís in Maranhão, Brazil, about the growth and productivity of three banana tree genotypes that have been promoted by Embrapa - Cassava and Fruticulture National Center (CNPMPF) as capable to provide more productive and less susceptible to diseases and curses cultivations. The chosen genotypes for the comparisons of this experiment were the Pacovan Ken, the Thap Maeo and the Caipira. A block randomized drawing was installed in portions subdivided with the three genotypes, five treatments and three replication, in area belonging to INPE – National Institute of Space Researches, next to the Technological Nucleus of Rural Engineering of the State University of Maranhão. The plants were analyzed, with the intervals of 30 days starting from the thirtieth day after the planting of the seedlings, the diameter of the pseudostem, the plant-mother's height, the number of active leaves, the foliar area of the third leaf and the number of children emitted as parameters of growth. For occasion of the crop of the bunch, it was also analyzed the number of days from the planting to the crop, the number of fruits for bunch, and the medium weight of the bunch. For all of the studied parameters, the treatment without nitrogen, presented smaller index of growth and productivity to the others. The treatments with different biossolid dosages provided results similar to the obtained with recommended mineral manuring. Would be emphasized the largest dosage ( $13 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) as that that reached the index best of productivity. Considering the genotypes, it was observed that Caipira presented smaller growth and productivity than the others one. The Thap Maeo genotype presented the larger weight bunch and number of fruits, being revealed the more adapted for the experimental conditions.

## 1. INTRODUÇÃO

As relações entre o campo e a cidade são caracterizadas por um fluxo no qual o campo é fornecedor de matéria e energia para a cidade sem que haja compensações suficientes que conduzam a um equilíbrio neste balanço.

A agricultura, por meio deste fluxo (exportação de nutrientes) entre outros motivos, provoca o empobrecimento de ecossistemas e a degradação dos solos, fazendo com que a partir de certo momento haja necessidade de reposição nutricional, uma vez que este problema vai se tornando mais evidente ao longo das sucessivas colheitas.

Por outro lado, as zonas urbanizadas, destino de grande parte da produção das lavouras, são acometidas por desequilíbrios gerados pelo acúmulo de resíduos que poluem o ambiente prejudicando o bem-estar da comunidade. Grande parte daqueles nutrientes exportados do campo para a cidade por meio das colheitas são utilizados para alimentação da população urbana e depois de participar do metabolismo humano vão ser depositados nas águas residuárias e fazer parte do esgoto doméstico.

A evolução da consciência ecológica tem tornado a coleta e o tratamento de esgotos uma exigência cada vez maior aos governantes, empresários, condomínios, etc., pela legislação e pela opinião pública, fazendo com que seja natural prever o crescimento do tratamento de esgotos e o conseqüente aumento da produção do resíduo deste processo, o lodo de esgoto.

O crescimento populacional de São Luís demanda ações governamentais de saneamento, que ampliem as redes de distribuição de água e coleta de esgotos, visando à melhoria das condições sanitárias, de forma a proteger a saúde da população, evitando surtos, epidemias e a poluição de solos e águas.



Neste contexto foram inauguradas em São Luís, no ano de 2004 duas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), dando início a uma tentativa de se controlar a poluição dos corpos hídricos do município. Conseqüentemente iniciou-se a produção do lodo de esgoto, que é um resíduo sólido gerado por todo e qualquer processo de tratamento, o que torna necessário a definição de um destino final adequado a este resíduo, evitando que sua disposição de forma descontrolada no ambiente possa prejudicar o trabalho e o capitais investido nas ETEs.

A utilização de solos de baixa fertilidade e a não-manutenção de níveis adequados de nutrientes durante o ciclo da planta são fatores responsáveis pela baixa produtividade da bananeira. Geralmente, as quantidades de fertilizantes aplicadas não atendem satisfatoriamente à nutrição da planta. A bananeira extrai grandes quantidades de nutriente do solo, sendo que o potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais absorvidos pela planta (BORGES et al., 1999). A adubação com biossólido devidamente tratado e seguindo uma legislação adequada pode vir a satisfazer parte das necessidades nutricionais deste cultivo.

A análise de crescimento de plantas tem sido utilizada como uma ferramenta útil para identificar respostas à aplicação de diferentes tratamentos e/ou selecionar genótipos cuja interação com o ambiente seja mais favorável. Permite também avaliar o ritmo de crescimento em termos de acúmulo de matéria seca ao longo de um determinado período.

Os genótipos de bananeira escolhidos para as comparações deste experimento foram o híbrido Pacovan Ken e os cultivares Caipira e Thap Maeo, devido às características de resistência à pragas e produtividade divulgados pela Embrapa (EMBRAPA, 1999a; EMBRAPA, 1999b; CORDEIRO, 2003; SILVA et al., 2003).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação do lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do Jaracaty, localizada na ilha de São Luís-MA, na adubação da bananeira (*Musa* sp.) em substituição ao nitrogênio proveniente de fórmula comercial de sulfato de amônio nas condições

ambientais do município de São Luís – MA e também avaliar três genótipos de bananeira que têm sido promovidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura como capazes de proporcionar cultivos mais produtivos e menos suscetíveis a doenças e pragas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A necessidade de reposição mineral nas áreas agrícolas e as relações energéticas entre a zona rural e o ambiente urbano.**

A interferência num ecossistema natural (com a finalidade de aumentar sua produção econômica) pode fazer com que a reciclagem de nutrientes minerais seja prejudicada, de modo que a produtividade – tanto biológica como econômica – passa a ser influenciada, não só pela disponibilidade de água e de radiação solar, mas também pelo suprimento de nutrientes químicos extraídos do solo (ALVIN, 1992).

Nos sistemas de exploração agrícola ou agropecuária a reciclagem não consegue evitar completamente a “exportação” de nutrientes, a qual se processa tanto por meio dos produtos colhidos pelo homem como pelas perdas por erosão e lixiviação (ALVIN, 1992).

Essa é a razão pela qual não se pode cultivar um solo de forma verdadeiramente contínua ou sustentável sem que se tenha de recorrer, mais cedo ou mais tarde, à prática de adubação química ou orgânica (ALVIN, 1992).

A solução do problema da chamada sustentabilidade dos sistemas do uso da terra, inevitavelmente requer a adoção de práticas agronômicas que sejam não somente conservacionistas, isto é, eficazes contra as perdas por erosão e lixiviação, mas, sobretudo também capazes de devolver ao solo os nutrientes químicos retirados pelas sucessivas colheitas com dosagens e frequências que variam conforme a fertilidade natural do solo e o volume e natureza das colheitas (ALVIN, 1992).

### **2.2 A análise de crescimento das plantas.**

Os estudos sobre análise de crescimento de espécies vegetais possibilitam acompanhar o desenvolvimento das plantas como um todo e a contribuição dos

diferentes órgãos no crescimento total, permitindo conhecer o seu funcionamento e suas estruturas (BENINCASA, 1988)

A análise de crescimento permite conhecer diferenças funcionais e estruturais entre plantas, de forma a identificar respostas à aplicação de diferentes tratamentos e/ou selecionar genótipos mais eficientes.

O crescimento é avaliado pelas variações em magnitude de alguma característica ou estrutura morfológica da planta ao longo do tempo. Por sua vez, essas variações temporais permitem o acompanhamento da produção fotossintética efetiva. Isso porque mais de 95% da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo de seu crescimento provém da atividade fotossintética (CAUSTON & VENUS citados por CLEMENT & BOVI, 2000).

Menos de 5% da matéria seca advém da absorção de nutrientes do solo, embora a inter-relação entre fotossíntese e absorção seja fundamental ao processo como um todo. A produção fotossintética efetiva, geralmente expressada em termos de aumento de biomassa ao longo do tempo, é resultante do balanço entre fotossíntese bruta, respiração, fotorrespiração e perdas devidas à senescência de tecidos e órgãos (CLEMENT & BOVI, 2000).

O crescimento da planta pode ser avaliado por meio de medidas de diferentes tipos, sendo as mais comuns: **numéricas**, **lineares**, **superficiais** e de **massa**. O uso de uma e/ou de outra depende principalmente dos objetivos do pesquisador, bem como da disponibilidade de material, mão-de-obra, tempo e equipamentos necessários para a realização das medidas (CLEMENT & BOVI, 2000).

Algumas medidas que podem ser realizadas para análise de crescimento:

- **Medidas numéricas (número de unidades estruturais):** número de folhas e de perfilhos. O número de folhas vivas, verdes ou funcionais está diretamente relacionado com o número de folhas interna. O número de folhas reflete bem o efeito de estresse hídrico e adubação. O número de perfilhos por planta ao longo do ciclo

da cultura é fundamental, pois avalia a capacidade de regeneração da planta, sendo ainda muito afetado pela densidade do plantio (MOREIRA GOMES et al. citados por CLEMENT & BOVI, 2000).

- **Medidas lineares:** altura e diâmetro da haste principal, bem como comprimento e largura das folhas e suas partes, são amplamente usados com palmeiras, sendo utilizadas também para a bananeira. São medidas de natureza não destrutiva, facilmente obtidas, especialmente nos estádios iniciais de crescimento (CLEMENT & BOVI, 2000).

- **Medidas de superfície:** área foliar, pela qual se estima teoricamente a superfície fotossinteticamente ativa (CLEMENT & BOVI, 2000).

- **Medidas de massa:** massa seca é utilizada preferencialmente à massa fresca, pois o teor de água é variável, dependendo das condições de cultivo, colheita e armazenamento pós-amostragem. A biomassa pode ser estimada para a planta inteira ou para seus componentes. Em palmeiras, medidas de massa são facilmente obtidas no estágio de mudas, mas apresentam complicações ao longo do ciclo de vida de uma palmeira devido ao porte da planta (CLEMENT & BOVI, 2000). Como a bananeira também é uma planta de grande porte, a determinação de sua massa seca é dificultada pela necessidade de equipamentos para secagem, consumo de energia e mesmo pela perda da planta para estudos futuros.

### 2.3 Aspectos relevantes sobre a cultura da banana

As bananeiras, devido ao seu tamanho e forma são muitas vezes referidas como árvores ou palmeiras, entretanto elas diferem das árvores e palmeiras em uma característica fundamental. O pseudocaule não contém tecido lenhoso ou lignina. Por esta razão, as bananas são classificadas como herbáceas (SHARROCK, 1998).

A bananeira é uma planta herbácea, caracterizada pela exuberância de suas formas e dimensões das folhas. Possui tronco curto e subterrâneo, denominado de rizoma, que constitui órgão de reserva, onde se inserem as raízes adventícias e

fibrosas. O pseudocaule, resultante da união das bainhas foliares, termina com uma copa de folhas longas e largas, com nervura central desenvolvida. Do centro da copa emerge a inflorescência com brácteas ovaladas de coloração normalmente roxo-avermelhada, em cujas axilas nascem as flores. Cada grupo de flores reunidas forma uma penca (mão) com um número variável de frutos (dedos), originados por parternocarpia (DANTAS et al., 1999a).

Cabe a banana, o segundo lugar em volume de frutas produzidas no Brasil, sendo uma das frutas mais consumidas pelos brasileiros, constituindo parte importante da alimentação das camadas mais carentes da população sendo cultura de subsistência comum entre os agricultores familiares.

A produção de banana está distribuída em todo o território nacional, com significativa importância na agricultura da maioria dos estados. Apesar da região Nordeste ser a maior região produtora do país, o Maranhão aparece apenas como 14º maior produtor do país, sendo o 6º do nordeste, com aproximadamente 1,2 milhões de cachos somando 128.752 toneladas, contribuindo com 1,96% da produção nacional, numa área plantada de 11.867 ha, com produtividade média de 10.849 kg.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2004).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, FAO (2006) a Índia é o maior produtor mundial de banana, enquanto o Brasil ocupa o 2º lugar, com cerca de 9% do que é produzido mundialmente. O Brasil é também o segundo maior consumidor, razão pelo qual quase toda produção brasileira é consumida no mercado interno.

A bananicultura ocorre em todos os estados brasileiros e é prática comum entre os agricultores familiares. Em 2006, o país produziu 6.880.929 toneladas de banana em uma área colhida de 489.552 com um rendimento médio de 14.056 kg.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2006a).

A banana madura é rica em açúcar e de fácil digestão. É constituída de aproximadamente 70% de água e seu material sólido é principalmente carboidrato (27%); gordura (0.3%) e proteína (1.2%). Quanto a proteína, em relação ao peso seco, possui ao redor de 3.5% em polpa madura (polpa verde possui ligeiramente menos). Como um ser humano adulto e saudável requer aproximadamente 0,75 g proteína.kg<sup>-1</sup>.dia<sup>-2</sup>; a banana não pode satisfazer sozinha as necessidades de proteína de um adulto (SHARROCK & LUSTY, 2000).

As bananas são também um boa fonte de vitaminas A (caroteno), B (tiamina, niacina e riboflavina) e C (ácido ascórbico). Como o processamento afeta o conteúdo de vitaminas, as bananas maduras comidas cruas provêm uma fonte melhor de vitaminas que bananas cozidas (SHARROCK & LUSTY, 2000).

A maioria dos cultivares de banana originou-se do Continente Asiático, embora existam centros secundários de origem, nas ilhas do Pacífico, além de um importante centro de diversidade na África Ocidental (DANTAS et al.,1999b).

Segundo Moreira (1987) a palavra banana é originária das línguas serra-leonesa e liberiana (costa ocidental da África), por simples incorporação do termo cunhado pelos portugueses. Não se pode indicar com exatidão a origem da bananeira, pois ela se perde na mitologia grega e indiana. Atualmente, admite-se que seja originária do Oriente, sul da China ou Indochina. Há referências de sua presença na Índia, Malásia ou Filipinas, onde tem sido cultivada há mais de 4000 anos.

Moreira (1987) também relata que as bananeiras existem no Brasil desde antes do seu descobrimento, diz que quando Cabral aqui chegou encontrou indígenas comendo “in natura”, banana de um cultivar muito digestivo que se supõe tratar-se do ‘Prata’ e um outro rico em amido, que precisava ser cozido antes do consumo, chamado de “pacoba” que deve ser o cultivar Pacova. Com o decorrer do tempo verificou-se que o ‘Prata’ predominava a região litorânea e o ‘Pacova’, a região amazônica.

Os registros de importação das primeiras bananeiras para o continente americano, datam de épocas em que já se conhecia, no continente asiático, elevado número de espécies do gênero *Musa*, incluindo-se aquelas sem valor alimentício. Como tais espécies não foram encontradas pelos descobridores em nossa terra, pode-se deduzir que deve ter havido uma seleção do material que foi trazido desses locais de origem da bananeira. Esse aspecto é um ponto pacífico, em que os historiadores têm se baseado para explicar a migração do povo asiático que deu origem aos índios das Américas. Atribui-se a esses emigrantes a primeira seleção de bananas, no mundo e também a introdução de bananeiras comestíveis no Continente Americano. (MOREIRA, 1987)

As bananas produtoras de frutos comestíveis são plantas da classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, famílias Musaceae, subfamília Musoideae, gênero *Musa*, série ou seção (Eu-)Musa (DANTAS et al., 1999b). A seção (Eu)Musa além de ser formada pelo maior número de espécies do gênero, apresenta ampla distribuição geográfica e abrange as espécies de bananas comestíveis.

Muitas vezes o cultivo da banana é feito em condições ecológicas adversas, mas devido a proximidade de um bom mercado consumidor, esta atividade agrícola torna-se economicamente viável. O elevado preço dos fretes de produtos perecíveis como a banana tem feito com que muitos plantios, principalmente de frutas e verduras, se desloquem para perto dos grande centros urbanos (MOREIRA, 1987), este argumento reforça a vantagem de se procurar soluções que permitam a produção da banana nas proximidades do aglomerado populacional da Ilha de São Luís – MA.



### **2.3.1. Adaptabilidade do cultivo da bananeira na configuração ecológica da ilha de São Luís - MA**

Com relação ao município de São Luís, sua produção bananeira foi de apenas 200 toneladas, em 25 hectares numa produtividade média de 8.000 kg.ha<sup>-1</sup> no ano de 2003, abaixo da média nacional e também da média para o Estado do Maranhão (IBGE, 2006b).

A bananeira, planta tipicamente tropical, exige calor constante, precipitações bem distribuídas e elevada umidade para seu bom desenvolvimento e produção (ALVES et al., 1999).

Apesar de tipicamente não haver uma boa distribuição de chuvas em São Luís, onde a estiagem pode prolongar-se para mais de 4 meses, a proximidade com o mar mantém uma umidade relativa do ar em torno de 80% o ano todo.

Apesar de a temperatura apresentar-se elevada o ano todo, as máximas não excedem 33°C. Aubert e Ganry citados por Alves et al (1999) recomendam temperaturas máximas não superiores a 34°C, sendo que temperaturas entre 18°C e 34°C, desde que haja suprimento de água e nutrientes, proporcionariam o máximo crescimento da planta. Alves et al (1999) ainda destaca que para temperaturas acima de 35°C o crescimento é inibido, principalmente devido à desidratação dos tecidos.

Segundo Alves et al. (1999) “cultiva-se banana e “plátano” desde regiões onde não há deficiência hídrica anual, até regiões onde essa deficiência se aproxima de 500 mm, em decorrência da existência de variedades com tolerância à seca e/ou uso de irrigação suplementar. O déficit hídrico de São Luís em sua média histórica chega a 427 mm (Figura 04).

O vento é outro fator importante a ser analisado e que segundo Moreira (1987) pode causar desde pequenos danos até a destruição do bananal, Os prejuízos são proporcionais à sua intensidade, podendo causar também a desidratação da planta devido a grande evaporação, fendilhamento das nervuras secundárias, diminuição da

área foliar pela dilaceração da folha fendilhada, rompimento de raízes, quebra da planta, tombamento.

Durante o acompanhamento do experimento do presente trabalho pôde-se constatar que, apesar de não ter ocorrido eventos mais drásticos com relação aos ventos, sua constância em São Luís no período da estiagem impossibilita a irrigação por micro-aspersão, sem a implantação de quebra-ventos adequadamente localizados.

Os ventos também causaram fendilhamento e exigiram a colocação de escoras de forma a evitar o tombamento das plantas, principalmente depois da emissão da inflorescência.

#### **2.4. Lodo de Esgoto e Biossólido**

A atividade humana é geradora permanente de resíduos, sejam decorrentes do metabolismo humano, da vida doméstica cotidiana ou da atividade industrial. Nos primórdios da humanidade, os resíduos se limitavam às sobras alimentares, aos dejetos humanos e aos restos de uma agricultura incipiente, os quais a própria natureza cuidava de processar a reciclagem (MELO & MARQUES, 2000).

Devido à sociabilidade, as pessoas passaram a se concentrar em vilas, que foram se transformando em centros urbanos. A necessidade de produzir, conservar e transportar quantidades cada vez maiores de alimentos e a busca constante por maior conforto na maneira de viver, têm determinado o aparecimento de indústrias com os mais diferentes objetivos, agravando de modo sensível a produção de resíduos, aumentando o consumo de água e a produção de esgoto (MELO & MARQUES, 2000).

Para que o esgoto não cause problemas ambientais e de saúde pública, é necessário que seja tratado antes do lançamento nos corpos receptores. Para evitar os possíveis danos provocados pelo descarte do esgoto no ambiente este deve ser tratado para adequá-lo ao poder de diluição específico de cada corpo receptor. Estes

tratamentos concentram e removem a matéria orgânica e os demais poluentes e estes elementos removidos constituirão o lodo de esgoto. (FERREIRA et al., 1999).

Os sistemas de tratamento de esgotos são baseados em métodos que favorecem os fenômenos de biodegradação (aeróbia ou anaeróbia) que já ocorrem na natureza, entre os quais os métodos mais comuns de tratamento são os biológicos, que utilizam microrganismos presentes no esgoto (ANDREOLI & FERNANDES, 1999).

Uma vez ao passar por instalações onde as condições criadas facilitam a atividade biológica, os microrganismos usam a matéria orgânica como alimento, degradando-a e conseqüentemente, reduzindo seu potencial poluidor (ANDREOLI & FERNANDES, 1999).

Melo & Marques (2000) define o lodo de esgoto como um resíduo semi-sólido resultante do tratamento do esgoto sanitário, um material predominantemente orgânico cujas características químicas e físicas são variáveis e dependente do tratamento adotado, da origem e da predominância de fontes domésticas ou industriais desse esgoto.

Segundo Melo & Marques, (2000), lodo de esgoto é o resíduo que se obtém após o tratamento de águas servidas (esgotos), com a finalidade de torná-las menos poluídas, de modo a permitir seu retorno ao ambiente sem que sejam agentes de poluição. Quando devidamente higienizado, estabilizado e seco, o lodo de esgoto recebe o nome de bio-sólido.

A EPA (Environment Protection Agency) dos Estados Unidos em sua norma CFR 503/1995, define bio-sólido como um produto sólido orgânico produzido por processos de tratamentos de esgotos municipais e que pode ser reciclado (ESTADOS UNIDOS, 1995). Apresenta composição muito variável, sendo um material ainda rico em matéria orgânica, nitrogênio e em alguns micronutrientes.

O USDA - United States Department of Agriculture citado por Melo & Marques (2000) considera um lodo típico aquele que contém em torno de 40% de matéria orgânica e 4% de nitrogênio, 2% de fósforo e 0,4% de potássio. Alerta, entretanto que estes valores variam de acordo com o sistema de tratamento e a fonte do esgoto tratado.

Já para Andrade (2004) este resíduo apresenta, em média, apenas cerca de 2% de nitrogênio total em sua composição com predomínio de compostos orgânicos como as proteínas e aminoácidos, com destaque especial para as primeiras.

Melo & Marques (2000) afirmam que a composição do esgoto varia “enormemente” em função do local de origem, ou seja, se uma área é tipicamente residencial ou tipicamente industrial, da época do ano e do processo utilizado na Estação de Tratamento de Esgotos.

Neste trabalho adotou-se como indicativo o percentual de 2% para o nitrogênio, para elaboração dos tratamentos com biossólido.

Para Fernandes (2000), a composição média do esgoto aponta para uma mistura de água (99,9%) e sólidos (0,1%); sendo que do total de sólidos, 70% são orgânicos (proteínas, carboidratos, gorduras, etc) e 30% inorgânicos (areia, sais, metais, etc.).

A quantidade e qualidade do lodo produzido por uma ETE depende da vazão de esgoto tratado, das características do esgoto, do tipo de tratamento e da operação da ETE. Quanto melhor for a eficiência do sistema de tratamento e a qualidade da água tratada, maior será a produção de lodo. Existindo uma relação direta entre a qualidade do afluente, a produção de lodo e as qualidades do efluente tratado (AISSE et al., 1999).

A quantidade de lodo produzido por um sistema pode ser considerada como um referencial da eficiência de operação dos sistemas, os quais prevêm um

determinado volume de descarte de lodo. Se o descarte estiver acima ou abaixo deste ideal, a eficiência do sistema está operando de forma reduzida (FERREIRA et al., 1999).

Na fração orgânica encontram-se biomoléculas como carboidratos, proteínas e lipídios, que se constituem em fonte de carbono e de energia para organismos heterotróficos, e cujo metabolismo conduz à liberação de gás carbônico, fosfatos, nitratos e outros íons (MELO & MARQUES, 2000).

Para Fernandes (2000) a gestão do lodo produzido por uma estação de tratamento de esgoto, é um dos maiores desafios para o sucesso técnico e operacional do sistema, sendo inclusive um desafio econômico, pois poderia representar até 60% dos custos operacionais da estação.

O uso agrícola, a disposição em aterro sanitário, o reuso industrial (produção de agregado leve, fabricação de tijolos e cerâmica e produção de cimento), a incineração, a conversão do lodo em óleo combustível, a recuperação de solos de áreas degradadas, o “Landfarming”, a disposição oceânica, são relacionados por Tsutya (2000) como as alternativas que tem sido as mais usuais para o aproveitamento e/ou destino final de lodos/biossólidos.

#### **2.4.1. A possibilidade de reciclagem agrícola do lodo de esgoto ou biossólido.**

A reciclagem agrícola contribui para fechar o ciclo ecológico de nutrientes minerais, colocando à disposição do agricultor um produto de baixo custo e excelentes qualidades agronômicas (ANDREOLI & FERNANDES, 1999).

Para Melo e Marques (2000) a análise da composição do lodo de esgoto chama logo a atenção para seu potencial uso na agricultura, seja como condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas, seja como substituto parcial para fertilizantes minerais.

Melo & Marques (2000) afirmam que os biossólidos contêm matéria orgânica, macro e micronutrientes que exercem um papel fundamental na produção agrícola e na manutenção da fertilidade do solo, ressaltando ainda que a presença de matéria orgânica melhora o estado de agregação das partículas, diminui a densidade, aumenta a aeração e ao mesmo tempo a capacidade de retenção de água e conseqüentemente a capacidade de trocas de cátions. A matéria orgânica contida nos biossólidos também pode aumentar o conteúdo de húmus e melhorar a capacidade de armazenamento e de infiltração da água no solo, aumentando a resistência dos agregados e reduzindo a erosão.

Entre os destinos finais possíveis, considerando as características locais de clima e solo e a composição do material gerado, a destinação agrícola do lodo de esgoto tem sido apontada como uma das mais promissoras (TSUTYA, 2000).

Para Melo & Marques (2000), o lodo de esgoto é um resíduo que altera as propriedades físicas do solo, melhorando sua densidade, sua porosidade e sua capacidade de retenção de água, propriedades estas que condicionam o solo para um melhor desenvolvimento das plantas, melhorando o nível de fertilidade do solo, elevando o pH, diminuindo o teor de Al trocável, aumentando a capacidade de troca de cátions (CTC) e a capacidade de fornecer nutrientes para as plantas.

Possui alguns dos elementos benéficos necessários para o desenvolvimento e produção das plantas, que por se encontrar em grande parte em forma de matéria orgânica, são liberados ao solo gradativamente, por meio de processos oxidativos, o que aumenta a possibilidade de que estes nutrientes sejam absorvidos pelas plantas e diminuindo o risco de poluição ambiental (MELO & MARQUES, 2000).

Vaz & Gonçalves, (2002), comparando o crescimento de árvores de eucalipto em duas idades (com intervalo de 13 meses) constataram que a resposta a aplicação de biossólido eleva-se com a idade, refletindo, principalmente, efeitos benéficos devido à elevação da disponibilidade de nutrientes, oriundos da solubilização e

mineralização de componentes deste resíduo, bem como um maior volume de exploração do solo pelas raízes, o que aumenta o acesso a esses nutrientes.

Segundo Teixeira et al. (2004) a aplicação de biossólido como sucedâneo da adubação nitrogenada convencional mostrou-se viável para a cultura da bananeira, não tendo sido observados efeitos adversos da aplicação de biossólido em bananeiras, mesmo em doses elevadas.

Vanzo et al. (2000) afirmam que o Ministério da Agricultura e do Abastecimento registrou o biossólido produzido na Estação de Tratamento de Esgoto de Franca, como condicionador de solos, com a denominação de Sabesfértil, e a ETE como estabelecimento produtor de insumo agrícola, acrescentando que por sua composição, o Sabesfértil substitui, em grande parte a adubação mineral. O biossólido produzido na ETE Franca vem sendo aplicado principalmente na cultura do café, predominante na região, tanto em experimentos acompanhados por instituições agrônômicas, como em lavouras já estabelecidas na região.

Para que seja aplicado na agricultura o lodo de esgoto deve estar estabilizado, higienizado e seco. O processo de estabilização que objetiva a atenuação ou eliminação de características negativas, tais como mal cheiro e atração de insetos e se classifica em função da presença de oxigênio livre no processo biológico podendo ser realizada a digestão aeróbia ou anaeróbia.

Outro problema a ser resolvido para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto diz respeito ao custo de transporte que torna-se menor conforme o lodo fica mais seco. Segundo Ferreira et al. (1999) o sistema de secagem deve ser selecionado em função da alternativa de disposição final. Para este fim existem processos naturais e mecânicos.

No caso de São Luís o leito de secagem pode solucionar a questão da secagem, pois regiões quentes favorecem a implantação de sistemas naturais de secagem, exigindo-se, entretanto que o lodo esteja bem digerido de forma a facilitar a

drenagem e não provocar problemas de odores. A ETE do Jaracaty valendo-se do clima quente característico de lugares de baixa latitude utiliza este sistema.

Os leitos que deságuam e secam o lodo combinando a ação de percolação do excesso de água com a evaporação natural são segundo Ferreira et al. (1999) caixas de concreto com um sistema de drenagem, sobre o qual é colocada uma camada de britas, seguida de camada de areia. Sobre a areia normalmente são assentados tijolos perfurados capazes de manter a estabilidade mecânica do sistema e ao mesmo tempo permitir a passagem do excesso de água, ficando geralmente ao ar livre, mas podendo também serem dotados de cobertura que impeça a entrada da água da chuva, porém com aberturas laterais para facilitar a evaporação

Segundo Andreoli et al. (2000) o leito de secagem é o método mais viável economicamente sendo largamente difundidos por apresentarem baixo nível de investimento. Acrescentam ainda que o uso de estufas plásticas sobre os leitos de secagem, aliados à injeção de calor através dos gases gerados no próprio processo de tratamento do esgoto, associado ao processo de revolvimento, mostraram-se eficientes para a diminuição no tempo de permanência do lodo dentro dos leitos de secagem.

O outro sistema natural de secagem do lodo são as chamadas lagoas de lodo, que ao contrário dos leitos de secagem, normalmente, não contam com sistemas de drenagem de fundo, a secagem ocorre por meio de evaporação (FERREIRA et al., 1999).

#### **2.4.2. Riscos e cuidados relativos ao uso do lodo de esgoto, na agricultura.**

Os principais riscos associados à utilização agrícola do lodo referem-se a gestão dos metais pesados e aspectos sanitários, tais como organismos patogênicos.

Metais pesados, ovos de helmintos, esporos de fungos e colônias de bactérias tendem a co-precipitar com o esgoto e se concentrar no lodo (FERREIRA et al., 1999).



### 2.4.2.1. Metais Pesados:

Do ponto de vista químico, existem 38 elementos classificáveis como metais pesados. Tais elementos são bons condutores de eletricidade, mostram relação inversa entre sua condutividade elétrica e a temperatura absoluta, relação direta entre sua resistividade elétrica e a temperatura absoluta e, além disso, apresentam peso específico maior ou igual a  $5,0 \text{ g/cm}^3$ . Já do ponto de vista ambiental, a denominação "metais pesados" costuma ser empregada para identificar um conjunto de elementos que podem causar impactos negativos a saúde e ao meio ambiente. Tal conjunto é, na realidade, constituído por metais e metalóides, principalmente tais como Ag, As, B, Ba, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn e Zn. Em Iodos residuais de ETE' s é comum a presença de vários desses elementos (ASSUNÇÃO & SÍGOLO, 1997).

A interação dos metais pesados com o solo é bastante complexa, dificultando o estudo e as conclusões a respeito da poluição causada por esses elementos, que podem estar adsorvidos eletrostaticamente nos sítios de trocas de colóides, incorporados na superfície (troca de ligantes) da fase orgânica ou inorgânica, coprecipitados ou mesmo, presentes na solução do solo (ALLOWAY citado por MARQUES, 1997).

Os metais pesados presentes no lodo podem ter três origens:

- a) Rejeitos domésticos: canalizações, fezes e águas residuárias de lavagem.
- b) Águas pluviais: as águas de escoamento de superfícies metálicas ou mesmo das ruas carregando resíduos de metais dispersos na fumaça dos veículos.
- c) Efluentes industriais: são a principal fonte de metais no esgoto, contribuindo com certos tipos específicos de cátions de acordo com a atividade da indústria.

O lodo das estações de tratamento que recebem apenas afluentes domésticos contém pequena quantidade de metais pesados provenientes da própria natureza dos

resíduos e das canalizações. Ligações clandestinas de pequenas fontes de metais pesados tais como laboratórios fotográficos, fábricas de baterias, tintas, cromagens podem adicionar um maior nível de metais pesados na rede (FERREIRA et al., 1999).

A preocupação com a possibilidade de contaminação dos solos com metais pesados levou diversos países a estabelecerem limites máximos dos metais no lodo e taxa de aplicação desses no solo.

Para a Região Metropolitana de São Paulo a presença de metais pesados é o principal aspecto poluidor dos biossólidos, sendo que o seu controle está sendo realizado na SABESP através do PREND – Programa de Recebimento de Efluentes Não Domésticos, que estabelece diretrizes e procedimentos para os lançamentos de efluentes industriais (MELO et al., 2000).

Análise do lodo da Estação de Tratamentos de Esgotos do Jaracaty realizada pelo IAC – Instituto Agrônomo de Campinas (Tabela 01), demonstra que o resíduo produzido por essa estação apresenta resultados bem abaixo do máximo permitido tanto pela Norma CETESB P-4.230/99 como pela Lei 3.581/05 do Distrito Federal, o que era esperado pois a área de captação da Estação de Tratamento de Esgotos do Jaracaty não possui um grande setor industrial, sendo que normalmente o efluente industrial é que tende a contribuir com maiores teores de metais pesados nos esgotos e conseqüentemente no Lodo de Esgoto, por este motivo o lodo estudado pode ser considerado como de excelente qualidade no que se refere a presença de metais pesados.

O monitoramento neste sentido deve ser constante e a própria Lei – DF 3.581/05 estabelece que deve ser realizada uma amostragem a cada 1000 toneladas de sólidos totais, enquanto que a norma paulista P.4.230/99 estabelece que deve ser realizada uma amostragem a cada trimestre se a quantidade de lodo destinado a

agricultura for até 1500 toneladas por ano se essa quantidade for maior a análise deve ser realizada bimestralmente.

Tabela 01. Resultados de análise de lodo da ETE do Jaracaty realizada pelo Centro de P&D de Solos e Recursos Ambientais do IAC, coletado em 25/04/2004 comparado com os máximos permitidos pela Norma da CETESB P-4.230/99 e com a Lei 3.581/05 do Distrito Federal e com a Resolução CONAMA 375/06 de 29/10/2006.

Metal	Lodo produzido pela ETE do Jaracaty mg.kg <sup>-1</sup>	Concentração máxima permitida pela Norma P-4.230/99 no lodo (mg.kg <sup>-1</sup> Matéria seca)	Teor Limite (mg.kg <sup>-1</sup> de Matéria Seca) Lei 3.581/05 do Distrito Federal	RESOLUÇÃO CONAMA 375/06
Arsênio	ND <sup>(*)</sup>	75	-	41
Bário	-x-	-	-	1300
Cádmio	ND <sup>(*)</sup>	85	20	39
Cobre	7,0	4300	1000	1500
Chumbo	ND <sup>(*)</sup>	840	750	300
Mercúrio	ND <sup>(*)</sup>	57	16	17
Molibdênio	ND <sup>(*)</sup>	75	-	50
Níquel	2,1	420	300	420
Selênio	-	100	-	100
Zinco	18,2	7500	2500	2800
Cromo	2,8	500	1000	1000

(\*) Não detectado, concentrações menores do que 1,0 mg.kg<sup>-1</sup>

#### 2.4.2.2. Agentes Patogênicos

Segundo Malta (2001) a origem da contaminação microbiológica do lodo está ligada ao material fecal existente no esgoto, portanto, depende das características epidemiológicas da população local e dos efluentes lançados na rede coletora. No esgoto são encontrados vírus, fungos, bactérias e parasitas (protozoários e helmintos) e embora a grande maioria destes organismos seja inofensiva, alguns grupos de patogênicos são considerados perigosos pelo risco que representam à saúde humana e animal. O conteúdo microbiológico das fezes é diluído no esgoto, que mesmo assim apresenta concentração elevada de microrganismos.

Segundo Pike & Davis citados por Malta (2001), os principais organismos que poderiam vir a causar doenças em homens e animais, após a aplicação de lodo digerido no solo, são:

- *Salmonella* – apesar de não haver evidências no incremento de riscos à saúde humana, pela aplicação de lodo de esgotos no solo, existem algumas evidências de que o gado, exposto ao lodo contendo salmonellas, pode tornar-se portador da doença causada por esses organismos (salmonelose), em maior grau do que o gado não exposto;

- *Taenia saginata* (solitária) – é um parasita específico do homem, que expelle seus ovos juntamente com as fezes, afetando também o gado;

- *Sarcocystis* e o *Cystticercosis* – segundo os autores, não estaria ainda muito bem avaliada a influência desses organismos.

Os esgotos brutos gerados no Brasil são caracterizados por elevadas concentrações de ovos de helmintos, o que de maneira geral não ocorre em países desenvolvidos, tanto da Europa como da América do Norte. O estabelecimento de um valor diretriz associado a ovos de helmintos, fornecendo subsídios para desenvolvimento de um valor padrão que reflita, verdadeiramente, condições nacionais, se constitui em tema que merece análise mais profunda. A mesma consideração pode ser feita com relação aos coliformes fecais (HESPANHOL, 2005).

Para Fernandes & Souza (2001) os sistemas anaeróbios de tratamento de esgotos, tipo reator anaeróbio de fluxo ascendente (caso da ETE do Jaracaty), digerem o lodo no próprio reator de tratamento de esgotos, apresentando um lodo com mínimo odor, porém ainda com alta concentração de patógenos. Se o destino final do lodo for a reciclagem agrícola, é necessário que o lodo ainda passe por um processo de estabilização mais avançado, também chamado de processo de desinfecção ou higienização, para que haja uma redução compatível da concentração de patógenos a fim de que o bio sólido possa ser utilizado na agricultura sem riscos. Estes lodos podem, após a fase de estabilização, ser higienizados por meio do tratamento com a cal ou a compostagem.

### **2.4.3. Normas sobre o uso e disposição do lodo de esgoto.**

Algumas unidades da federação já possuíam alguma regulação sobre o assunto há algum tempo, entre os quais se destacam São Paulo, Paraná e Distrito Federal que já possuíam suas normas específicas no tocante a aplicação do lodo de esgoto.

No Estado de São Paulo vigora a norma da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB P.4.230, um Manual Técnico para a Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas que vigora desde agosto de 1999 (SÃO PAULO, 1999).

O Distrito Federal promulgou a Lei Distrital 3.581/2005 que estabelece princípios e procedimentos para a expedição, distribuição e uso de biossólido no Distrito Federal (DISTRITO FEDERAL, 2005).

Em agosto do ano passado, passou a vigorar a Resolução 375/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente que define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados (BRASIL, 2006).

Tanto a norma paulista P.4230 quanto a lei do Distrito Federal 3.581/2005 são inspiradas na norma dos Estados Unidos CFR 503 part. 14 e dela copiam diversas especificações técnicas e procedimentos para o uso, transporte e monitoramento de biossólidos, a Resolução Conama entretanto foi discutida amplamente por meio de câmaras técnicas.

A norma da CETESB introduz o princípio de que a utilização do lodo em áreas agrícolas só será aceita se proporcionar um benefício para a cultura pretendida para o local e forem obedecidos os critérios ambientais estabelecidos nesta norma (SÃO PAULO, 1999), desta forma o princípio de fertilização do solo deve prevalecer sobre a necessidade de descarte de um resíduo.

Da mesma forma que a norma dos Estados Unidos, a norma paulista e a lei do Distrito Federal, a resolução do CONAMA, dependendo da presença de patógenos, o biossólido poderá ser classificado como de classe A ou classe B.

Para que um lodo seja considerado como de classe A este deve passar por um dos processos adicionais de redução de patógenos aprovados quanto a sua eficiência pelo Órgão de Controle Ambiental (ANEXO XIII) atendendo aos seguintes limites para a densidade de organismos:

- Para coliformes fecais, densidade inferior a  $10^3$  NMP/g (Número Mais Provável por grama de Sólidos Totais).
- Para Salmonella sp, densidade inferior a 1 NMP/10g ST (Número Mais Provável por 10g de sólidos totais) (BRASIL, 2006).

A Resolução do CONAMA tornou os critérios para classificar um lodo como classe A mais rigoroso no tocante a Salmonela, uma vez que tanto a norma CETESB P.4.230 como pela Lei Distrital 3.580/05 tinham como referência a densidade de 3 NMP/ 4 g de sólidos totais, valores aliás, oriundos da norma norte-americana 40 CFR part 503. Sendo que a lei distrital já exigia da mesma forma que a Resolução CONAMA ainda exige, o levantamento de ovos viáveis de helmintos e vírus permitindo os seguintes níveis máximos:

- Ovos viáveis de helmintos – menos que uma unidade a cada quatro gramas de sólidos totais (< 1 ovo viável/4g S.T).

- Vírus - < 1 PFU (Unidade Formadora de Placa)/ 4g de ST.

A densidade de coliformes fecais inferior a  $2 \times 10^6$  NMP/g ST era suficiente para que um lodo fosse classificado como de Classe B pela Norma CETESB P-4.230/99 e pela Lei Distrital 3.581/05, sendo que a Resolução CONAMA tornou-se mais rigorosa estabelecendo o valor máximo para Coliformes termotolerantes de  $10^6$

NMP/g ST, sendo que o processo adotado para o tratamento deve ser aceito pelo órgão de controle ambiental os referidos na mesma resolução constam do ANEXO XIII.

Por meio de sua norma P.4.230, a CETESB estabelece-se como medida de segurança, níveis máximo de concentração de alguns metais pesados no lodo e no solo em três situações:

- Quantidade máxima no lodo (base seca) por aplicação ( $\text{mg.kg}^{-1}$ );
- Quantidade máxima no solo ( $\text{kg.ha}^{-1}$ );
- Taxa máxima de aplicação anual ( $\text{kg.ha}^{-1}$ /período de 365 dias).

A Resolução CONAMA 375/06 estabelece da mesma forma que a Norma P.4.230/99 os limite de concentração de metais pesados por aplicação e a quantidade máxima tolerável de cada metal no solo, porém para definir o limite de aplicação anual estabelece que sejam considerados os resultados dos ensaios de elevação de pH provocado pelo lodo de esgoto no solo predominante na região de modo a garantir que o pH final da mistura solo-lodo de esgoto ou produto derivado não ultrapasse o limite de 7,0.

A lei distrital 3.580/05 é mais restritiva quando comparada com a norma P.4.230/99 (Tabela 01) em relação aos elementos cádmio, cobre, chumbo, níquel, zinco e mercúrio, por outro lado não impões limites aos teores de arsênio e selênio e molibdênio.

Além da concentração máxima de metais pesados no solo, a norma P-4.230/99 também estabelece os limites para a carga máxima acumulada de metais pela aplicação de bio sólido. Essa carga acumulada deve ser calculada com base na soma das cargas, considerando o teor de metal no lodo e as taxas de cada aplicação.

Com relação a frequência do monitoramento, enquanto que a norma CETESB P.4.230 estabelece que quando a quantidade de lodo destinado para a aplicação na

agricultura for menor que  $1500 \text{ ton.ano}^{-1}$  (base seca) deverá ser analisada uma amostra composta a cada trimestre, caso seja maior ou igual a  $1500 \text{ ton.ano}^{-1}$  esta amostragem deve ser feita a cada 60 dias e a Lei Distrital 3581/05 estabelece uma amostra a cada 500 toneladas de sólidos totais para análise microbiológica e a cada 1000 toneladas para análise referente a metais pesados, a Resolução CONAMA 375/06 estabelece 5 níveis de aplicação que prevêm desde monitoramentos anuais para aplicações inferiores a 60 toneladas anuais, até mensais para aplicações acima de 15.000 toneladas anuais (BRASIL, 2006; DISTRITO FEDERAL, 2005; SÃO PAULO, 1999).

Observa-se também que a Resolução CONAMA 375/06 estabelece também que haja um grupo de monitoramento permanente, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente para o acompanhamento da mesma Resolução, que deverá se reunir ao menos anualmente, contando com a participação de um representante e respectivo suplente dos órgãos dos ministérios da saúde, agricultura e meio ambiente; do planejamento territorial das diferentes esferas de governo; de instituições de ensino e pesquisa; dos geradores de lodo ou produto derivado; das Unidades de Gerenciamento de Lodo; das entidades representativas dos órgãos estaduais de meio ambiente; dos órgãos municipais de meio ambiente e das organizações não-governamentais de meio ambiente, pois a mesma também prevê que os critérios técnicos adotados nesta Resolução poderão ser reformulados e/ou complementados a qualquer tempo de acordo com o desenvolvimento científico e tecnológico e a necessidade de preservação ambiental, saúde pública e manejo sustentável do solo, devendo ser revisada obrigatoriamente no sétimo ano de sua publicação (BRASIL, 2006).

## **2.5. A Estação de Tratamento de Esgotos do Jaracaty**

A ETE Jaracaty foi inaugurada em 04/12/2003, ao custo de R\$ 8.200.000,00 e tendo por finalidade tratar os esgotos de 80.000 moradores dos bairros São Francisco, Calhau, Renascença, Loteamento Boa Vista, Ilhinha, Ponta do Farol, Novo Tempo II, Ponta D'Areia, Jaracaty, Complexo da Lagoa da Jansen e as



Avenidas Litorânea e Carlos Cunha, numa vazão máxima de 200 L/s, podendo portanto produzir uma quantidade próxima de 3 toneladas de lodo por dia.

Os esgotos que têm acesso a estas estações são processados em três níveis de tratamento: Preliminar composto de grade grossa e fina e desarenador destinado à remoção de resíduos sólidos e areia; secundário, que consiste no tratamento bioquímico dos esgotos com remoção de até 80% da demanda bioquímica de oxigênio por meio de reatores e leitos próprios para secagem do lodo. O terciário corresponde a desinfecção realizada com ozônio produzido e destruído na própria Estação.

A ETE Jaracaty se utiliza do processo anaeróbico conhecido como RALF (Reator Anaeróbico de Lodo Fluidizado), também conhecido como UASB (upflow anaerobic sludge blanked).

O lodo gerado durante processo vai se depositando no fundo do reator, e periodicamente são dadas descargas nestes reatores para diminuição do volume de lodo (AISSE et al., 1999).

O lodo acumulado é uma mistura de lodos de várias idades. Quando sai do reator é desidratado em leitos de secagem, sendo um material já bastante estabilizado.

Segundo Aisse et al (1999), balanços de massa apontam para uma produção de 15g/hab x dia, em base seca no caso deste reator anaeróbico, uma produção bem menor aos 40-50g/hab x dia nos sistemas aerados.

A fase seguinte da gestão do lodo é a desidratação. que é fundamental para reduzir o volume de água transportada, conseqüentemente baixando os custos. A desidratação tem sido tratada sob duas alternativas: a secagem natural em leitos de secagem e a desidratação por centrífuga. (Aisse et al, 1999).

Neste aspecto os leitos de secagem tiram partido de nosso clima, uma vez que os parâmetros de projeto utilizados na Europa ou USA que trabalham com a média de 2 hab/m<sup>2</sup> de leito nos Estados Unidos enquanto no Brasil pode-se trabalhar com 20 hab/m<sup>2</sup> (Aisse et al, 1999).

O lodo produzido pela ETE do Jaracaty é atualmente lançado em leitos de secagem e posteriormente depositado no Aterro Sanitário de São Luís, localizado no bairro do Quebra Pote.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e descrição da área experimental

O presente estudo foi realizado em uma área pertencente ao INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, contígua ao Campus Paulo VI da Universidade Estadual do Maranhão no município de São Luís-MA (latitude 2°35'36.0 S e longitude -44°12'38.4).



Figura 01. Localização da área experimental (retângulo vermelho)

O solo da área experimental é classificado pelo Sistema Brasileiro de Classificação Solos como Argissolo vermelho-amarelo distrófico arênico com

textura areia franca (EMBRAPA, 1999c). O mesmo encontrava-se em pousio há pelo menos um ano, pois possuía uma vigorosa vegetação espontânea.

O clima da área experimental é o Aw, pela classificação de Köpen, (tropical úmido, caracterizado por dois períodos bem distintos: um chuvoso com grandes excedentes pluviométricos, que se estende de janeiro a julho e outro seco, com baixa precipitação.

A temperatura média gira em torno de 26°C sendo que as médias máximas variam entre 28°C a 33°C e as mínimas entre 20°C e 23°C. As precipitações variam de 1700 a 2300 mm anuais, irregularmente distribuídos com período de excessos e de déficit hídricos bem determinados. A umidade relativa do ar é de aproximadamente 80%, com menores valores em (torno de 73%) nos meses de dezembro e os maiores valores (em torno de 90%) entre os meses de fevereiro a maio.

A região é influenciada por um alto índice de maritimidade, condicionando-a a uma pequena variação dos elementos meteorológicos. Estimativas de evapotranspiração indicam que esta varia pouco em termos espaciais na região da ilha de São Luís, ficando em torno de 1650 mm anuais. Geralmente os meses de fevereiro a maio apresentam excedentes hídricos, enquanto entre julho e novembro ocorre deficiência (EMBRAPA, 1986)- (Figura 04).

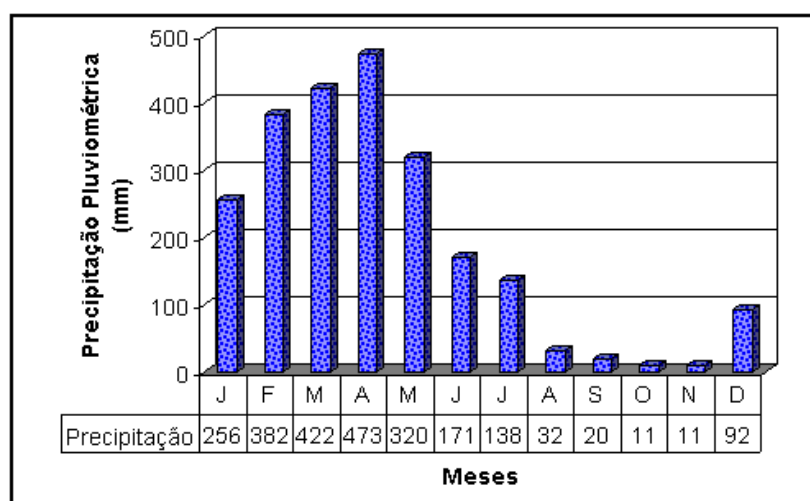


Figura 02. Precipitação pluviométrica (mm) média para o município de São Luís entre os anos de 1961 e 1990 – LABMET-UEMA (2006)

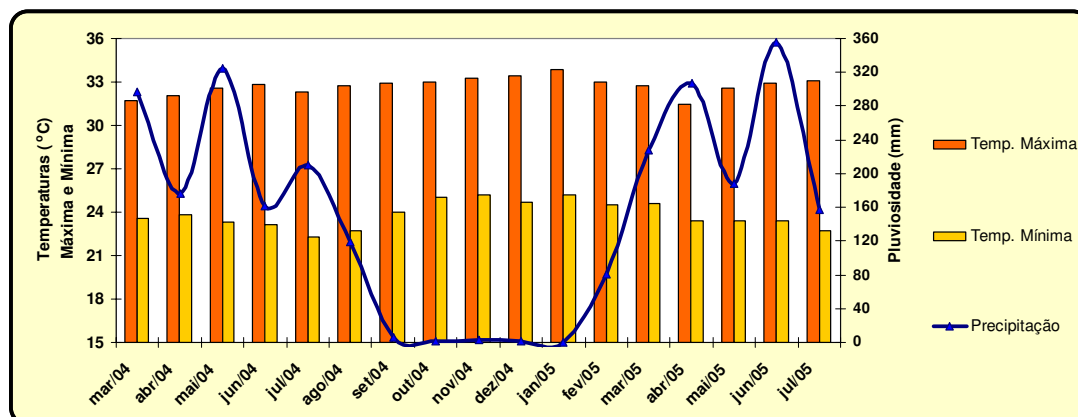


Figura 03. Temperaturas máximas e mínimas e pluviosidade durante o período de análise do experimento. Fonte: Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão.

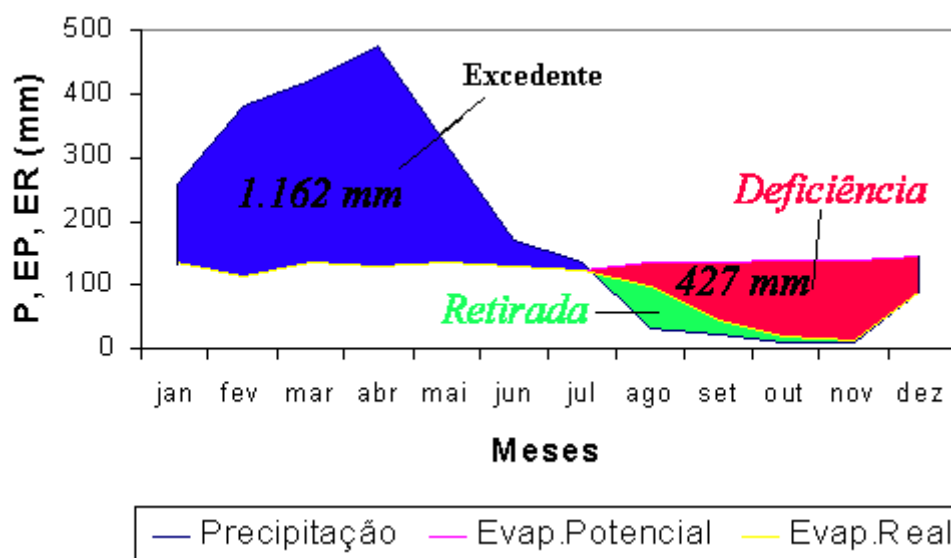


Figura 04. Valores médios de precipitação, evapotranspiração potencial e evapotranspiração real para o município de São Luís entre os anos de 1961 e 1990 – LABMET-UEMA (2006).

### 3.2. O lodo de esgoto utilizado

O lodo utilizado foi obtido junto à CAEMA – Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão e provém da Estação de Tratamentos de Esgotos do Jaracaty, localizada na avenida Odorico Amaral de Matos, em São Luís – MA.

### 3.3 Delineamento Experimental

Para testar a resposta da adubação nitrogenada com biossólido e o desempenho de três genótipos de bananeira nas condições ambientais de São Luís – MA foi instalado em 15/02/2004 um experimento com um delineamento em blocos casualizados em parcelas subdividas com três genótipos e cinco tratamentos (Adubações) com dosagens crescentes de biossólido estabelecidos em três repetições.

Utilizou-se de um espaçamento de 3 metros entre plantas e entre linhas (1111 plantas por hectare). A área do experimento mede 51,00 m x 30,00 m, totalizando 1620 m<sup>2</sup>, foi dividida no comprimento formando três áreas de 18 m x 30 m e em cada uma destas foi distribuída uma repetição e esta foi dividida em três parcelas de 6 m x 30 m e em cada uma destas foram distribuídos um dos três genótipos G1 - Pacovan Ken, G2 – Caipira e G3 – Thap Maeo, depois cada uma destas parcelas foram divididas em 5 subparcelas de 6 m x 6 m, e para cada uma destas parcelas distribuído um dos cinco tratamentos (T1, T2, B1, B2 e B3). As distribuições foram feitas por sorteio sem reposição. Desta forma constitui-se um esquema 3 x 5 x 3 (cinco tratamentos, três genótipos e três repetições) com 45 subparcelas e como cada subparcela possui 4 plantas (famílias) totalizou-se 180 plantas.

A casualização para definir a posição de cada unidade experimental foi realizada primeiro em relação aos três blocos que compunham as repetições. Cada bloco foi dividido em três parcelas e para cada parcela foi sorteado um genótipo entre os três possíveis (G1, G2 e G3). Cada uma das parcelas foi dividida em 5 subparcelas e para cada uma destas foi sorteado um tratamento entre os cinco possíveis (T1, T2, B1, B2 e B3) – Figura 05.

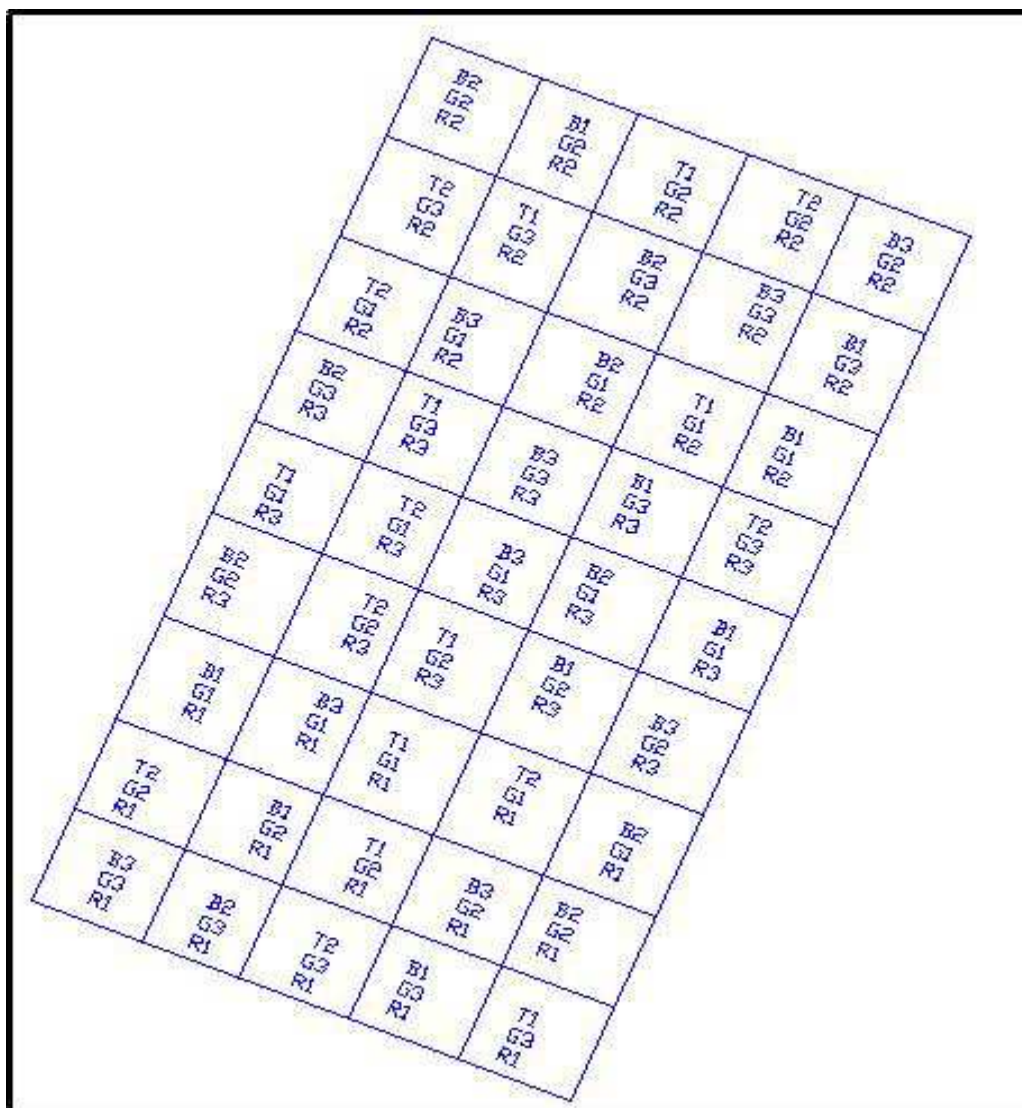


Figura 05. Distribuição das repetições, parcelas e subparcelas do experimento.

### 3.4 Tratamentos utilizados

Antes do plantio foram realizadas análises do bio-sólido e do solo na camada entre 0-20 cm de profundidade, avaliando-se pH, P, Ca, Mg, K, S, H+Al, Capacidade de Troca Catiônica (CTC) e Soma de Bases (SB).

A coleta do lodo para análise foi feita nos leitos de secagem da ETE do Jaracaty, sendo retiradas amostras do perfil em 10 lugares diferentes, estas

amostras foram homogeneizadas para a formação de uma única amostra composta.

Tabela 02. Análise do lodo de esgoto realizada em 12/01/2004 pelo Laboratório de Solos da UEMA.

<b>P</b>	<b>M.O</b>	<b>pH</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V%</b>
<b>Ppm</b>	<b>(%)</b>				<b>mmol<sub>c</sub>.dm<sup>3</sup></b>				
<b>139</b>	<b>7,9</b>	<b>7,9</b>	<b>2,39</b>	<b>18,1</b>	<b>7,2</b>	<b>0,0</b>	<b>27,7</b>	<b>27,7</b>	<b>*,*</b>

Da mesma forma, para análise do solo foi realizada a coleta em 10 pontos distintos dentro da área do experimento, que depois de homogeneizadas resultaram em uma única.

Tabela 03. Análise do solo da área experimental realizada no Laboratório de Solos da UEMA para a camada de 0 cm a 20 cm.

<b>P</b>	<b>M.O</b>	<b>pH</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+ Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V%</b>
<b>Ppm</b>	<b>(%)</b>				<b>mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup></b>				
<b>4</b>	<b>2,9</b>	<b>5,1</b>	<b>0,19</b>	<b>1,0</b>	<b>5,0</b>	<b>1,4</b>	<b>6.2</b>	<b>7,6</b>	<b>82</b>

Os tratamentos receberam as seguintes adubações para cada família:

**T1** – 500g de Superfosfato Simples (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) + 933,5g KCl (60% K<sub>2</sub>O)

**T2** – 500g de Superfosfato Simples + 933,5g KCl + 1200g de Sulfato de Amônio + 20% de N (268 kg.ha<sup>-1</sup> de N).

**B1** – 250g de Superfosfato Simples + 933,5 g de KCl + 3000g de biossólido (67kg.ha<sup>-1</sup> de N).

**B2** - 250g de Superfosfato Simples + 933,5 g de KCl + 6000g de biossólido (134 kg.ha<sup>-1</sup> de N).

**B3** - 250g de Superfosfato Simples + 933,5 g de KCl + 12000g de biossólido. (268 kg.ha<sup>-1</sup> de N)



As doses escolhidas para a execução deste trabalho foram dimensionadas de forma a evitar possíveis efeitos indesejados do lodo de esgoto sobre o agroecossistema. Segundo Teixeira et al (2004) além do excesso de N que pode implicar na lixiviação pelos perfis do solo e contaminar o lençol freático, a aplicação de doses elevadas de biossólido pode resultar em uma grande quantidade de cálcio, o que pode atuar antagonicamente à absorção de K pelas plantas.

A adubação com o superfosfato simples foi feita uma única vez na adubação de fundação enquanto que as adubações nitrogenadas e potássicas foram realizadas na data do plantio e também aos 100, 290 e 390 dias do plantio, em 15/2/2004, 25/5/2004, 1/12/2004 e 11/3/2005 respectivamente.

As doses de superfosfato simples aplicadas foi maior nas parcelas que não receberam o biossólido pois se pressupõe que o biossólido já possui uma quantidade considerável de fósforo conforme pode ser visto na comparação das tabelas 02 e 03.

Um mês após o plantio (Março de 2004) foram iniciadas as coletas de dados que se estenderam até o 18º mês, perfazendo um total de 17 coletas mensais.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e teste de médias utilizando o teste de Tuckey, os cálculos foram realizados com o auxílio do programa Stat<sup>®</sup> da UNESP de Jaboticabal.

### **3.5. Genótipos utilizados**

Os genótipos utilizados para este estudo e a referência de cada um deles neste trabalho foram os seguintes:

- Pacovan Ken - G1;
- Caipira - G2;
- Thap Maeo - G3;

As mudas procederam da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas na Bahia e foram escolhidas por suas características de homogeneidade e

resistência a pragas e doenças anunciadas pelos fornecedores em Embrapa (1999a, 1999b), Cordeiro (2003) e Silva et al. (2003a).

### **Pacovan Ken (G1)**

Trata-se de um híbrido tetraplóide do grupo AAAB, selecionado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas, resultante do cruzamento do cultivar Pacovan com o híbrido diplóide (AA) M53. Apresenta um número e tamanho de frutos e produtividades superiores ao da Pacovan. Os frutos são mais doces e apresentam resistência ao despencamento. A Pacovan Ken é resistente à Sigatoka-negra, principal doença da bananeira, sendo também resistente à Sigatoka-amarela e ao mal-do-Panamá. Os frutos quando maduros apresentam casca amarela, polpa creme e sabor doce com baixa acidez. (CORDEIRO, 2003; SILVA et al., 2003a).

Apresenta pseudocaule muito vigoroso de cor verde escuro, com manchas escuras. O porte é alto, cacho é mais ou menos cilíndrico com rabo limpo e coração mediano. Os frutos grandes, muito quinados, são maiores e mais doces que os da 'Pacovan', não havendo, todavia, informações suficientes sobre sua reação à broca-do-rizoma e nematóides, mas pode-se dizer que não há grandes diferenças entre este cultivar e a 'Pacovan'(CORDEIRO, 2003).



Figura 06. Variedade Pacovan Ken – Fonte: CORDEIRO (2003)

### **Caipira (G2)**

Trata-se de um cultivar triplóide do grupo AAA, com pseudocaule delgado, porte médio a alto de cor verde-amarelo com manchas escuras e as folhas eretas. O cacho é praticamente cilíndrico. Os frutos são curtos e grossos apresentando poucas quinas, muito doces quando no ponto ideal de consumo. O cultivar é resistente às sigatokas amarela e negra e ao mal-do-Panamá e à broca-do-rizoma (CORDEIRO, 2003).

Este cultivar é internacionalmente conhecida como ‘Yangambi km 5’ e foi introduzida no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Mandioca e Fruticultura a partir da Martinica, tendo sido recomendada para cultivo em dezembro de 1999 (CORDEIRO & SILVA, 2000a).

Os frutos são, em formato e tamanho, semelhantes ao da banana 'Maçã', com casca fina, média resistência ao despencamento, a polpa é de coloração bege, consistência macia e baixa acidez (EMBRAPA, 1999b).

Segundo Cordeiro & Silva (2000a) o cultivar Caipira apresenta porte entre médio e alto, potencial produtivo de 25 t ha<sup>-1</sup> em boas condições de cultivo de sequeiro e 40 t ha<sup>-1</sup> em condições de irrigação.

Ainda conforme Cordeiro & Silva (2000a) a variedade adapta-se bem às condições ecológicas das diversas regiões produtoras de banana do Brasil, não suportando, entretanto, ocorrência de baixas temperaturas.



Figura 07. Cacho variedade Caipira  
Fonte:CORDEIRO (2003)

### **Thap Maeo (G3)**

É um cultivar do grupo AAB, muito semelhante à Mysore com pseudocaule vigoroso, porte médio a alto de cor verde-avermelhado com manchas escuras. Apresenta as margens do pecíolo vermelha. O cacho é praticamente cilíndrico os frutos variam de pequenos a médios externamente semelhantes aos da Maçã, apresentam poucas quinas e sabor doce, mas quando consumidos antes do ponto ideal de consumo é adstringente. O cultivar é resistente às sigatokas amarela e negra e ao mal-do-Panamá e à broca-do-rizoma. O cultivar é também resistente aos nematóides e moderadamente resistente à broca (CORDEIRO, 2003).

Foi introduzida no BAG de banana da Embrapa Mandioca e Fruticultura a partir de uma coleta realizada na Tailândia e recomendada para cultivo em 1999 (CORDEIRO & SILVA, 2000b).

Segundo Cordeiro & Silva (2000b) é uma planta de porte médio a alto com potencial produtivo de 23t ha<sup>-1</sup> em boas condições de sequeiro, chegando atingir 40t ha<sup>-1</sup> sob condições de irrigação, apresenta bom perfilhamento, ciclo vegetativo de 273 dias e peso médio do cacho de 14kg.

Os frutos são de tamanho semelhante aos da banana ‘Maçã’, casca bem amarela quando madura, não despenca, a polpa é de coloração creme, sabor ligeiramente ácido, devendo ser consumidos bem maduros (CORDEIRO, 2003).

Cordeiro & Silva (2000b) afirmam que a variedade adapta-se bem às condições ecológicas das diversas regiões produtoras de banana do Brasil, não suportando, entretanto, ocorrência de baixas temperaturas.



Figura 08.Cacho variedade Thap Maeo – 1º Ciclo

### 3.6. Parâmetros de crescimento e produção avaliados

Para efeito de análise de crescimento foram medidos a altura da planta e o diâmetro da base do pseudocaule, sendo que os resultados da última coleta foram subtraídos pelos obtidos na primeira coleta, de forma a estimar a variação destes parâmetros para estimar o crescimento vegetativo ao longo do período de análise, nas condições já especificadas. Para o número de folhas ativas e a área foliar da terceira folha foram consideradas as médias das 17 coletas e para o número de perfilhos por planta mãe, a quantidade contada no dia da 17ª coleta.

Para avaliação do desenvolvimento das plantas, os tratamentos e os genótipos foram analisados por meio dos seguintes parâmetros mensalmente.

a) Diâmetro da base do pseudocaule;

O diâmetro da base do pseudocaule foi medido em centímetros com um paquímetro de madeira conforme fabricado para este fim (Figura 09).

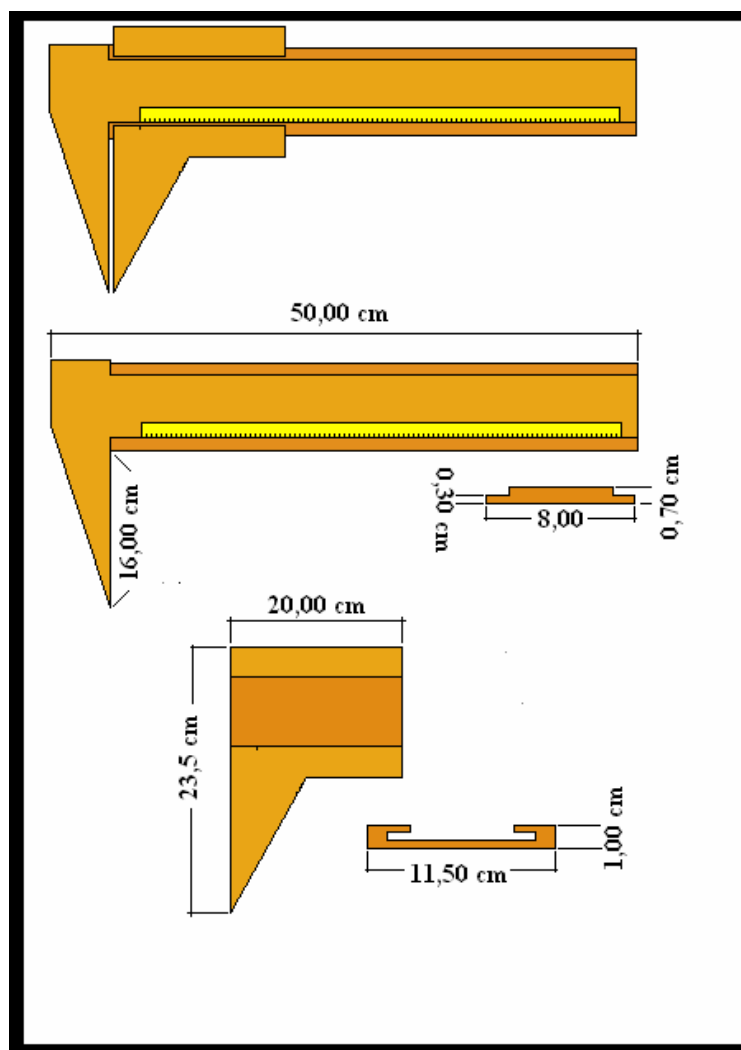


Figura 09. Paquímetro fabricado para medir o diâmetro do pseudocaule de bananeira.

b) Altura da planta-mãe desde o solo até o alto da roseta foliar;

A altura das plantas de bananeira foi medido com uma trena milimetrada tomando-se desde a base do pseudocaule até o alto da roseta foliar.

c) Número de Folhas Ativas;

Foram contadas a cada coleta mensal o número de folhas ativas de cada um dos genótipos estudados (para fim deste experimento, foi considerada como folha ativa somente aquela que já estivesse completamente aberta, que não tivesse pseudopecíolos quebrados e que mantivesse mais da metade de sua superfície na cor verde.

d) Área Foliar da 3ª Folha;

A área foliar da terceira folha foi calculada pela multiplicação do comprimento pela largura e pelo fator de correção de 0,8 proposto por Murray citado por Kumar et al. (2002).

e) Número de perfilhos emitidos.

O número de perfilhos emitidos foi contado mensalmente, porém para efeito da análise estatística, o número de perfilhos emitidos foi avaliado pela quantidade na última coleta realizada do experimento.

Os dados acima foram colhidos mensalmente enquanto que os que se encontram abaixo foram aferidos por ocasião da colheita do cacho.

f) Número de dias do plantio até a colheita do cacho;

Foi considerado pronto para ser colhido o cacho que apresentasse característica fisiológicas de maturação dos frutos conforme Chitarra & Chitarra (1990).

g) Número de frutos por cacho;

Foi contado na ocasião da colheita o número de frutos viáveis por cacho.

h) Peso médio do cacho.

Após a obtenção dos cachos foi procedida a pesagem dos mesmos tomando-se o valor médio para cada um dos genótipos estudados nos diversos tratamentos.

### **3.7. Condução do experimento**

A condução do experimento deu-se sem a utilização de defensivos agrícolas, sendo aplicado apenas a inspeção e coleta de insetos potencialmente prejudiciais ao bananal.



A prática de controle de plantas adventícias foi feita por meio de roçagem mensal durante os meses de março a agosto de 2004 e em março de 2005, não se fazendo necessárias nos demais meses por ocasião da estiagem.

Também foram realizadas retiradas rotineiras de folhas mortas e secas (desfolha) e limpeza na área próxima às touceiras e lá juntadas a vegetação morta na tentativa de diminuir a velocidade da evaporação da água do solo.

Como medida emergencial foi implantado um sistema de irrigação tipo gotejamento, no mês de novembro de 2004, que fornecia diariamente uma quantidade aproximada de 15 litros diários por touceira. Este fato deveu-se a um período rigoroso de déficit hídrico nos meses de setembro, outubro e novembro do citado ano.

A adubação nitrogenada, feita com lodo de esgoto seco e homogeneizado, produzido pela Estação de Tratamento de Esgotos do Jaracaty, aplicado em três doses crescentes, que vão dobrando sucessivamente, dando origem aos tratamentos B1, B2 e B3.

Os três tratamentos com uso do lodo de esgoto foram comparados com dois tratamentos testemunha, sendo que um (T2) recebeu adubação mineral nitrogenada com sulfato de amônio correspondente a  $268 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N e outro (T1) ficou sem adubação nitrogenada.

As doses crescentes de biossólido aplicadas corresponderam em nitrogênio a  $67 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  para B1,  $134 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  para B2 e  $268 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  para B3, considerando a quantidade de 2% de nitrogênio para o lodo (ANDRADE, 2004).

Os genótipos utilizados são relacionados neste trabalho como G1 para Pacovan Ken, G2 para Caipira e G3 para Thap Maeo. As plantas tinham as seguintes características médias quando do plantio:

Tabela 04. Características médias das mudas utilizadas no experimento.

<b>Genótipo</b>	<b>Altura média</b>	<b>Diâmetro médio</b>	<b>Folhas ativas (média)</b>
Pacovan Ken (G1)	60 cm	3 cm	4 folhas
Caipira (G2)	40 cm	2,5 cm	4 folhas
Thap Maeo (G3)	65 cm	3 cm	3 folhas

Para a realização do plantio das mudas foram feitas covas com 40cm x 40cm x 40cm e aplicada a primeira dose de adubação.

Mensalmente procedeu-se a medição da altura da planta desde o solo até o alto da roseta foliar, o diâmetro do pseudocaule ao nível do solo, a contagem das folhas ativas, a medição da largura e do diâmetro da terceira folha, a conferência da colocação da terceira folha da coleta anterior, a contagem do número de perfilhos.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Crescimento do Diâmetro do Pseudocaule**

De acordo com a análise de variância (ANEXO I), verifica-se que o teste F apresentou resultados significativos tanto para os genótipos estudados quanto para as adubações empregadas, o que significa dizer que os resultados variaram estatisticamente entre si. O teste também foi significativo para a interação entre genótipos e adubações.

Pelos desdobramentos dos graus de liberdade (ANEXO II) pôde-se constatar que o único genótipo que apresentou resultados significativos ( $P > 5\%$ ) para o teste F foi o cultivar Caipira (G2), ou seja, foi o único entre os três em que a adubação influenciou significativamente seus resultados.

Com relação às adubações, constatou-se que os tratamentos T2 e B3 não tiveram efeitos significativos com relação ao genótipo utilizado para o crescimento dos diâmetros do pseudocaule. Estes dois tratamentos receberam a mesma quantidade de adubação nitrogenada ( $268\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), sendo que T2 recebeu adubação mineral enquanto que B3 recebeu adubação nitrogenada por meio do biofósforo.

O teste de médias (Tabela 05) demonstra que tratamentos que não receberam adubação nitrogenada a média do crescimento do diâmetro do pseudocaule foi significativamente inferior aos demais.

Na Figura 10, observa-se o crescimento do diâmetro do pseudocaule obtido ao longo do período de análise. Sendo este um dos mais importantes parâmetros de crescimento, por conta de um pseudocaule mais espesso significar uma planta mais vigorosa e mais resistente ao tombamento, o híbrido Pacovan Ken (G1) destacou-se, obtendo a maior média dos diâmetros do pseudocaule no decorrer das coletas executadas (17,61 cm na 17ª coleta), entretanto conforme foi visto na Tabela 05, não apresentou diferença significativa em relação ao cultivar Caipira e Thap Maeo (G3), com exceção do tratamento T1 (sem adubação nitrogenada).

A Figura 10 também evidencia a redução do ritmo de crescimento entre os meses de agosto de 2004 e fevereiro de 2005, período em que a redução da precipitação pluviométrica (Figura 03) causou um déficit hídrico considerável nas plantas.

Leite et al.(2003) chegaram a valores de 16,14 cm para Caipira e 18,90 cm para Thap Maeo, ao final do primeiro ciclo, medidos a 30 cm do solo em Belmonte, BA, quando testava 15 genótipos de bananeira.

Silva et al. (2003) chegaram aos valores de diâmetro de 17,6 cm para Pacovan Ken, 12,9 para Caipira e 16,23 para Thap Maeo em Julho de 2005, antes do final do primeiro ciclo.

Tabela 05. Teste de médias para adubações e genótipos com relação ao crescimento dos diâmetros.

Adubações	T1	T2	B1	B2	B3	Dms (Adubação)
Genótipos						
G1	15,33 Aa	14,17 Aa	14,27 Aa	14,68 Aa	13,81 Aa	3,50
G2	5,17 Bc	11,58 Aa	10,36 Ab	11,24 Ab	12,12 Aa	
G3	10,91 Ab	12,37 Aa	13,87 Aa	13,51 Aab	13,54 Aa	
dms (Genótipos)	2,7533					

Letras maiúsculas referem-se as adubações e verifica-se a significância dos resultados na linha, enquanto que as letras minúsculas referem-se aos genótipos e verifica-se a significância nas colunas; letras diferentes diferem estatisticamente entre si.

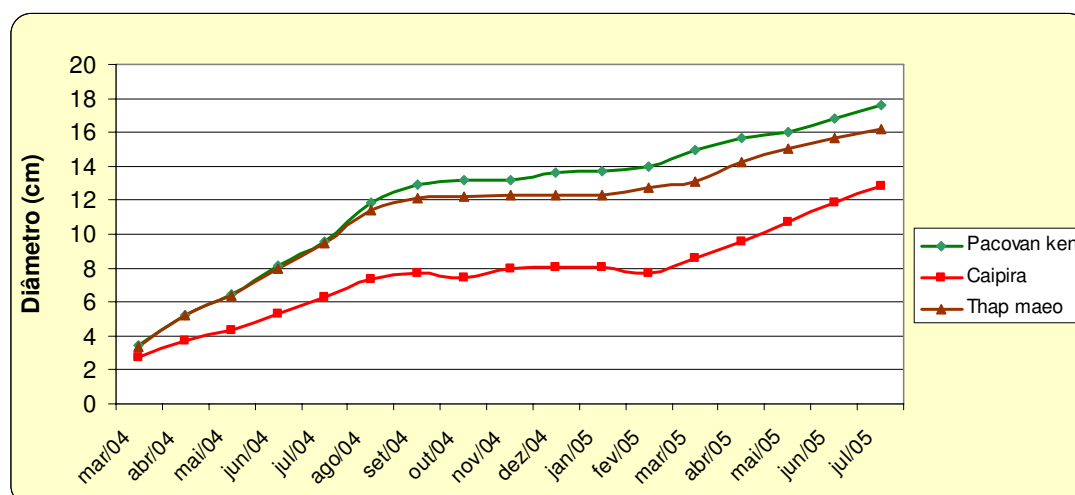


Figura 10. Crescimento dos diâmetros da base do pseudocaule dos genótipos de bananeira ao longo do período de análise.

#### **4.2. Crescimento das alturas do pseudocaule**

O comprimento do pseudocaule, que representa a altura da planta, é igual a distância do solo na base da planta até ao topo da roseta foliar.

No ANEXO III, observa-se a análise de variância para o crescimento das alturas revelando que o teste F foi significativo para os genótipos utilizados e para as adubações aplicadas, não verificando-se, entretanto, significância para a interação dos fatores.

O tratamento sem adubação nitrogenada conferiu um menor crescimento das alturas das plantas, enquanto que os demais tratamentos que receberam adubação mineral nitrogenada ou diferentes doses de biofósforo não diferiram estatisticamente (Tabela 06).

O teste de médias para o crescimento das alturas do pseudocaule revelou que o genótipo Caipira apresentou crescimento das alturas inferior aos demais enquanto que o híbrido Pacova Ken e o cultivar Thap Maeo não diferiram significativamente entre si (Tabela 07).

Na Figura 10 é possível visualizar diferenças com relação ao crescimento na altura dos pseudocaulos, evidenciando que os genótipos Pacova Ken e Thap Maeo apresentaram diferenças significativas em relação ao genótipo Caipira. Ainda é possível observar que no período de rigoroso estresse hídrico (déficit pluviométrico) houve uma desaceleração do crescimento de todos os genótipos, principalmente para o cultivar Caipira.

Silva et al. (2003) comparando 9 genótipos de bananeira em ambientes diferentes, sendo três municípios de Minas Gerais e dois da Bahia, obtiveram resultados bem variados para estes lugares, no primeiro ciclo de cultivo. A altura média do pseudocaule para o genótipo Caipira variou de 186 cm em Cruz das Almas-BA a 310 cm em Jaíba-MG.

Ledo et al.(1997), chegaram a média de 188 cm para Caipira e 286 cm para Thap Maeo em trabalho realizado em Rio Branco-AC, testando 9 genótipos.

Silva et al, (2003) em Cruz das Almas chegaram aos valores de 186 cm para Caipira, 262 cm para Thap Maeo e 329 para Pacovan Ken.

No presente trabalho verificou-se uma média de 118 cm para o cultivar Caipira e 195 cm para Thap Maeo, sendo que as condições experimentais diferem substancialmente do trabalho citado, uma vez que além das condições ambientais divergentes, foi testada a adubação com, inclusive, parcelas sem adubação nitrogenada.

Outra diferença com relação ao experimento conduzido por Ledo et al (1997), diz respeito a ausência de estação seca em Rio Branco, enquanto que São Luís que já possui normalmente uma estação seca pronunciada (Figura 02), no primeiro ano agrícola de condução do experimento houve uma estiagem maior do que a média histórica (Figura 03).

Leite et al, 2003 em experimento para avaliação de genótipos de bananeira, constataram uma altura da planta maior para o cultivar Caipira (238 cm) do que para Thap Maeo (204 cm) no primeiro ciclo de cultivo, sendo que esta ordem se inverteu na análise dos ciclos de cultivo posteriores.

Tabela 06. Teste de médias do crescimento das alturas para as adubações aplicadas.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>Dms</b>
Crescimento das alturas (cm)	90,856 b	152,141 a	137,6856 a	137,4778 a	145,9689 a	28,7478

Tabela 07. Teste de médias para o crescimento das alturas de três genótipos de bananeira.

	<b>Pacovan Ken (G1)</b>	<b>Caipira (G2)</b>	<b>Thap Maeo (G3)</b>	<b>dms</b>
Crescimento das alturas (cm)	172,8613 a	82,4153 b	143,2007 a	36.3306

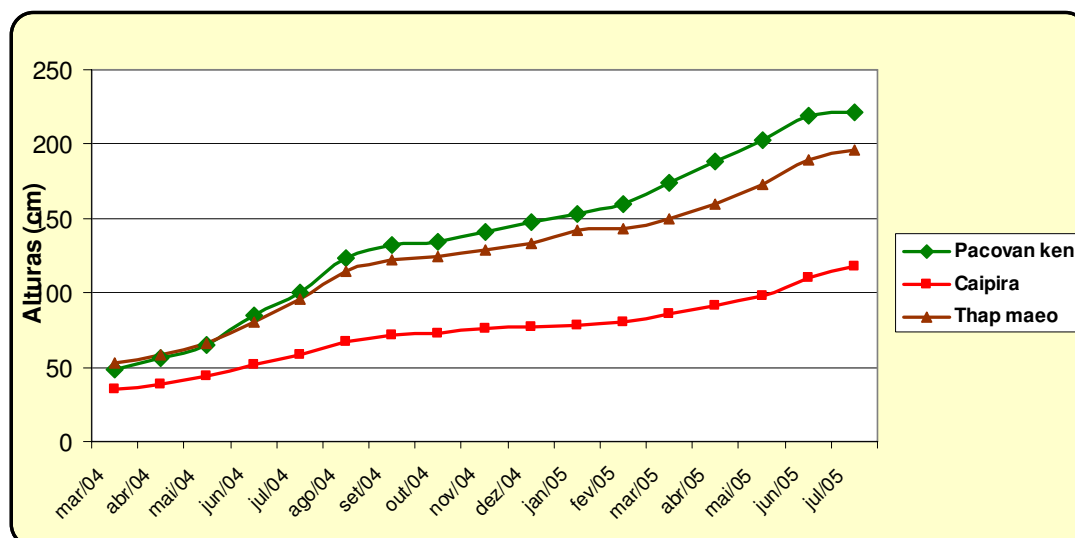


Figura 11. Crescimento das alturas do pseudocaule dos genótipos de bananeira ao longo do período de análise.

#### 4.3 Número de folhas ativas

Os dados para avaliação do número de folhas ativas foram calculados pela média do número de folhas ao longo das 17 coletas realizadas a partir de Fevereiro de 2004.

Os resultados da análise de variância (Teste F) revelaram significância tanto para os genótipos quanto para as adubações, mas não para a interação entre os dois fatores (ANEXO IV).

O teste de médias revelou que o cultivar Caipira manteve um menor número médio de folhas ativas ao longo das 17 coletas de dados entre março de 2004 e julho de 2005, enquanto que os demais genótipos não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 08).

O teste de médias também revelou que os tratamentos que receberam adubação nitrogenada não diferiram estatisticamente entre si no tocante ao número médio de folhas ativas ao longo do período de análise. O tratamento T1, que não recebeu nenhuma fonte deste nutriente, apresentou menor valor médio de folhas. (Tabela 09).

Ledo et al (1997) contaram o número de folhas vivas na ocasião da coleta do cacho em Rio Branco - AC, chegando a um valor médio de 10,25 folhas para Caipira e 14,88 para Thap Maeo.

Teixeira et al., (2001) realizaram experimento para verificar a manutenção de folhas ativas na bananeira (cultivar nanicão) por meio de adubação nitrogenada e potássica, chegando às médias de 7,4 folhas por plantas para o tratamento com irrigação e 3,6 folhas por planta para o tratamento em sequeiro em Jaboticabal-SP.

O período de estiagem também fez com que houvesse perda de folhas ativas em todos os tratamentos, o que pode ser observado pela Figura 12.

Tabela 08. Teste de médias da média de folhas ativas de três genótipos de bananeira.

	<b>Pacovan Ken (G1)</b>	<b>Caipira (G2)</b>	<b>Thap Maeo (G3)</b>	<b>Dms</b>
Número médio de folhas ativas	7,8280 a	6,6700 b	7,5307 a	0.3639

Tabela 09. Teste de médias da média de folhas ativas para as adubações aplicadas.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>Dms</b>
Número médio de folhas ativas	5,838 b	7,707 a	7,7567 a	7,6800 a	7,7333 a	0,7358

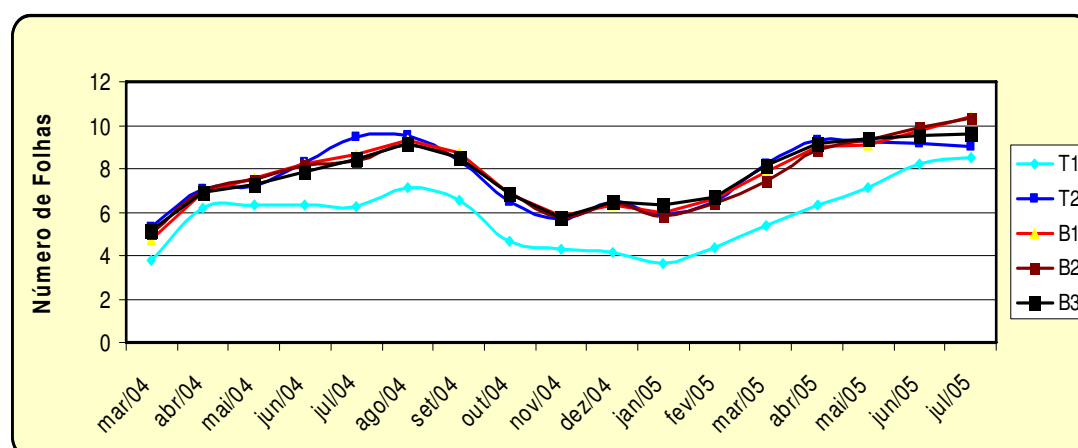


Figura 12. Número médio de folhas ativas dos três genótipos de banana (*Musa* sp.) ao longo do período de análise para tratamento sem adubação nitrogenada (T1) e diferentes doses de biossólido (B1, B2 e B3).



#### 4.4 Área foliar da terceira folha

Por meio da análise de variância (ANEXO V) pôde-se constatar que houve diferença significativa entre os genótipos e também entre as adubações utilizadas, não sendo constatada diferenças significativas para a interação entre os efeitos de ambos.

O híbrido Pacovan Ken apresentou uma área foliar da terceira folha significativamente maior que os demais genótipos (Tabela 10).

Para adubação, os resultados demonstraram uma maior área foliar da terceira folha para o tratamento T2 (adubação nitrogenada mineral) que, entretanto não diferiram significativamente das duas maiores doses de biofósforo (B2 e B3), diferindo do tratamento B1 (menor dose de biofósforo com dose de 67 kg.ha<sup>-1</sup>). Ao longo das análises (Figura 13), o tratamento sem adubação nitrogenada apresentou uma menor área foliar média para a terceira folha, diferindo estatisticamente das demais formulações. Ao longo do período de estiagem houve uma diminuição do crescimento da área foliar da terceira folha para os genótipos que receberam adubação nitrogenada, para o tratamento T1, no entanto, o que se observou foi uma verdadeira paralização do crescimento para este parâmetro.

Tabela 10. Teste de médias da área foliar da terceira folha de três genótipos de bananeira.

	<b>Pacovan Ken (G1)</b>	<b>Caipira (G2)</b>	<b>Thap Mao (G3)</b>	<b>Dms</b>
Área foliar da terceira folha (cm <sup>2</sup> )	4187,2960 a	2070,008 b	3944,1413 b	1060,9594

Tabela 11. Teste de médias da área foliar da terceira folha para as adubações aplicadas.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>Dms</b>
Área foliar da terceira folha (cm <sup>2</sup> )	2310,48 c	4053,62 a	3467,77 b	3484,23 ab	3686,29 ab	569,5189

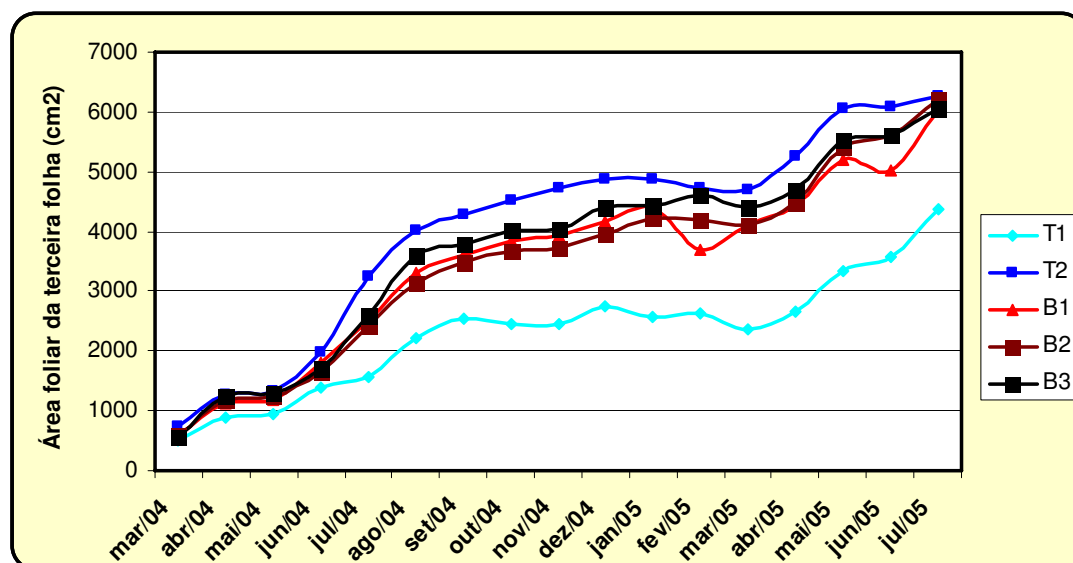


Figura 13. Área foliar da terceira folha de bananeira ao longo do período experimental, conforme adubações aplicadas.

#### 4.5 Número de perfilhos emitidos

Para efeito de análise estatística, o número de perfilhos emitidos foi avaliado pela quantidade na última coleta realizada do experimento.

A análise de variância (ANEXO VI) revela que o teste F, não foi significativo para os genótipos, indicando que estes não influenciaram na quantidade de perfilhos emitidos para cada planta mãe, por outro lado o efeito da adubação foi significativo, bem como a interação entre os genótipos e adubações.

Verificando-se o teste de médias (Tabela 12) observa-se que o cultivar Thap Maeo apresentou maior número médio de perfilhos por touceira, diferindo significativamente do cultivar Caipira para o tratamentos T1 e do híbrido Pacovan Ken para B3.

O teste de médias (Tabela 12) também demonstra que os genótipos Thap Maeo e Caipira apresentaram diferenças significativas no tocante ao número de perfilhos emitidos, conforme a adubação recebida, sendo que o cultivar Caipira demonstrou-se mais sensível em relação a este fator. Para ambos cultivares, o tratamento com adubação mineral nitrogenada (T2) alcançou maior número de

perfilhos por touceira, porém não diferindo dos tratamentos com maior dose de biofósforo (B3) e com a segunda maior dose de biofósforo (B2). Para o cultivar Caipira, o tratamento sem adubação nitrogenada apresentou a menor quantidade de perfilhos e os tratamentos que receberam o biofósforo em substituição ao nitrogênio não diferiram significativamente entre si.

Nas condições experimentais presentes, fica claro que o cultivar Thap Maeo apresenta uma maior capacidade de emitir e manter perfilhos que o híbrido Pacovan Ken.

É interessante também verificar o desempenho da emissão de perfilhos ao longo do período experimental pela Figura 13, em que o cultivar Caipira apresentou um maior número de perfilhos no início do experimento, por ser de fato como citado pela Embrapa (1999a) um material mais profílico, porém com a chegada de um período de maior estresse causado por ocasião do período seco ocorreu a diminuição destes perfilhos com a morte de alguns deles, o que permitiu o cultivar Thap Maeo suplantá-lo.

Tabela 12. Teste de médias para adubações e genótipos com relação ao número de perfilhos emitidos de três genótipos de bananeira.

<b>Adubação / Genótipo</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>Dms</b>
Pacovan Ken (G1)	3,0000 A ab	4.0000 A a	3.3333 A a	2.7500 A a	2.5833 A b	1,535
Caipira (G2)	1.5000 C b	5.0567 A a	3.1667 B a	4.1100 AB a	4.1400 AB a b	
Thap Maeo (G3)	3.5833 B a	5.2467 A a	3.6667 B a	4.3333 AB a	5.0833 AB a	
dms	1,8070					

- As letras maiúsculas referem-se as adubações e verifica-se a significância dos resultados na linha, enquanto que as letras minúsculas referem-se aos genótipos e verifica-se a significância nas colunas.

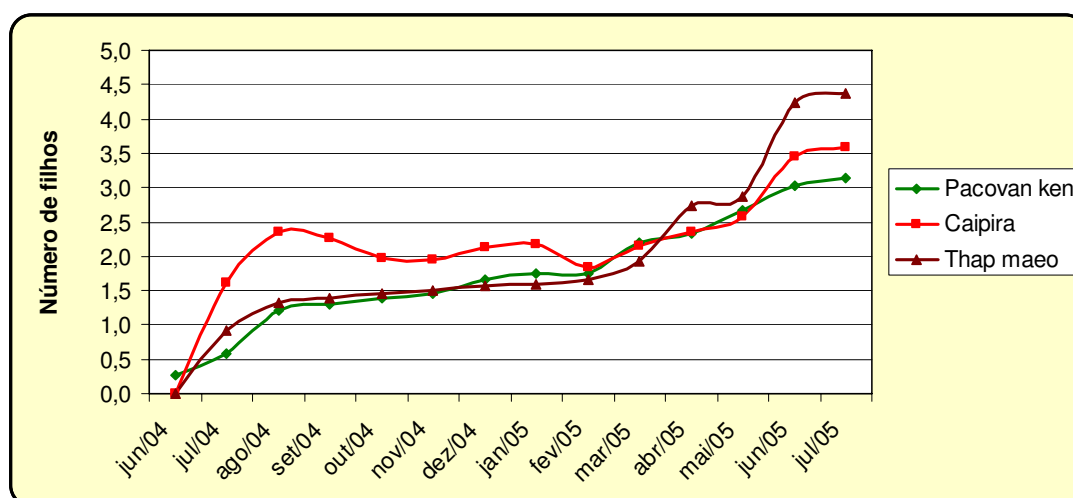


Figura 14. Média de perfilhos por planta mãe para os genótipos de bananeira utilizados ao longo do período experimental

#### 4.6 Número de dias do plantio até a colheita do cacho

Houve efeito significativo para os genótipos utilizados e no que se refere às adubações aplicadas para o número de dias decorridos do plantio a colheita do cacho (ANEXO VIII).

Pelo teste de médias verifica-se claramente que o tratamento que não recebeu adubação nitrogenada resultou num atraso significativo no ciclo da bananeira em relação aos demais (Tabela 13).

O híbrido Pacovan Ken com média de 593 dias do plantio à colheita, teve um primeiro ciclo estatisticamente mais curto que o cultivar Caipira que apresentou média de 634 dias. Ambos não diferiram significativamente do Thap Maeo (611 dias), (Tabela 15).

Leite et al. (2003) mediram entre o plantio e a coleta do cacho 480,48 dias para o cultivar Caipira e 475,93 para Thap Maeo em experimento realizado num Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico de Belmonte – BA, onde a temperatura média fica em torno de 24°C, a pluviosidade em 1.400 mm e umidade relativa do ar em 84%.

Silva et al. (2003) em experimento realizado em Cruz das Almas na Bahia para 29 genótipos chegaram aos valores de 391,5 dias para Caipira, 363,8 para Thap Maeo e 385,3 dias para Pacovan Ken.

Tabela 13. Teste de médias do número de dias do plantio até a colheita do cacho para as adubações aplicadas.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>Dms</b>
Dias do plantio a colheita	706.111 a	575.556 b	596.5556 b	589.6667 b	595.6667 b	60,254

Tabela 14. Teste de médias do número de dias do plantio até a colheita do cacho para três genótipos de bananeira.

	<b>Pacovan Ken (G1)</b>	<b>Caipira (G2)</b>	<b>Thap Maeo (G3)</b>	<b>Dms</b>
Dias do plantio a colheita	592,9333 b	634,3333 a	610,8667 ab	38,4483

#### 4.7 Número de frutos por cacho

O teste F, conforme o ANEXO IX da análise de variância demonstra que a quantidade média de frutos por cacho, foi significativa para os genótipos e adubações aplicadas e conforme o desdobramento dos graus de liberdade (ANEXO X), as adubações tiveram efeito significativo para os genótipos Caipira e Thap Maeo. As diferentes adubações foram influenciadas pelo genótipo em todos os tratamentos com dose de nitrogênio mineral ou proveniente do biofósforo.

O teste de médias (Tabela 15) demonstrou que para os genótipos Caipira e Thap Maeo as parcelas sem adubação nitrogenada apresentaram um menor número de frutos por cacho, sendo que os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si. Com relação a influência das adubações nos genótipos, verificou-se que para o tratamento com adubação mineral nitrogenada recomendada e as três doses de biofósforo não houve diferença significativa.

Em experimento realizado por Leite et al. (2003), os cultivares Thap Maeo e Caipira atingiram uma média de frutos por cacho de 159,9 e 91,7, respectivamente.

Silva et al. (2003) relacionam o cultivar Thap Maeo como que apresenta o maior número de frutos por cacho entre 29 genótipos para o primeiro ciclo com média de 207 frutos, sendo que neste mesmo experimento, o híbrido Pacovan Ken (PV 42-68) atingiu 90,1 e a Caipira chega a 112 frutos por cacho.

Tabela 15. Teste de médias para adubações e genótipos com relação ao número de frutos por cacho de três genótipos de bananeira.

<b>Adubação / Genótipo</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>dms</b>
Pacovan Ken (G1)	23.000 A a	44.333 A b	42.333 A b	38.0000 A b	43.917 A b	34.2427
Caipira (G2)	0.000 B a	50.667 A b	37.667 A b	38.0000 A b	52.000 A b	
Thap Maeo (G3)	14.667 B a	94.750 A a	78.000 A a	96.6667 A a	97.250 A a	
Dms	27,4383					

- As letras maiúsculas referem-se as adubações e verifica-se a significância dos resultados na linha, enquanto que as letras minúsculas referem-se aos genótipos e verifica-se a significância nas colunas.

#### 4.8 Peso Médio do Cacho

Conforme pode-se confirmar através da análise de variância (ANEXO XI) referente ao peso médio do cacho, o teste F foi significativo para genótipos, adubações e para a interação entre ambos.

Verificando-se o desdobramento dos graus de liberdade (ANEXO XII), pode-se constatar que todos os tratamentos que receberam adubação nitrogenada mineral ou com adição de bio sólido apresentaram resultados significativos, da mesma forma todos os genótipos apresentaram resultados significativos.

Por meio do teste de médias (Tabela 16), verifica-se que para todos os genótipos, os tratamentos que receberam adubação nitrogenada mineral ou pela adição de bio sólido não diferiram significativamente entre si, mas diferiram do tratamento que não recebeu adubação nitrogenada (T1). Quanto ao genótipo dentro da adubação verificou-se que para o tratamento sem adubação nitrogenada o híbrido Pacovan Ken apresentou um peso médio do cacho superior aos demais, porém sem diferir significativamente do cultivar Thap Maeo.

O cultivar Thap Maeo apresentou um maior peso médio do cacho para os demais tratamentos diferindo do cultivar Caipira em todos estes tratamentos e do híbrido Pacovan Ken em todos que receberam doses de biofósforo (B1, B2 e B3), chegando a 7.579 g de peso médio do cacho para o tratamento B3 contra o máximo de 5.007 g do híbrido para o tratamento T2.

Leite et al. (2003) em experimento instalado em Belmonte na Bahia, alcançaram um peso médio de cacho de 15,65 kg para Thap Maeo e 9,70 kg para Caipira.

Silva et al. (2003) chegaram a média de 29,6 kg para Pacovan Ken, 28,7 para Thap Maeo e 19,4 kg para Caipira em experimento montado em Cruz das Almas, no Estado da Bahia.

Borges et al. (2006) em experimento realizado em Cruz das Almas – BA, chegam aos valores para o primeiro ciclo da bananeira de 17 t.ha<sup>-1</sup> para Caipira, 26,9 t.ha<sup>-1</sup> para Pacovan Ken e 37,7 para Thap Maeo. Apesar de apresentar uma produtividade maior para todos os 3 genótipos avaliados, são coerentes com os dados avaliados neste trabalho em relação a produtividade entre os genótipos, uma vez que Thap Maeo apresentou-se também como a mais produtiva seguida pela Pacovan Ken.

Tabela 16. Teste de médias para adubações e genótipos com relação ao peso de cacho de bananeira.

<b>Adubação Genótipo</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>Dms</b>
Pacovan Ken (G1)	1903,33 Ba	5007,67Aab	5012,33 Ab	4651,00 Ab	4709,33 A b	2227,3235
Caipira (G2)	0,00 Bb	3301,6 A b	2396,67 Ab	2443,33 Ac	3025,00 A b	
Thap Maeo (G3)	866,67 Bab	6486,00 A a	5533,33 Aa	7217,67 A a	7579,33 A a	
Dms	1896,6964					

- As letras maiúsculas referem-se as adubações e verifica-se a significância dos resultados na linha, enquanto que as letras minúsculas referem-se aos genótipos e verifica-se a significância nas colunas.

## 5. CONCLUSÕES

Os tratamentos com diferentes dosagens de biossólido proporcionaram resultados semelhantes aos obtidos com adubação mineral recomendada, ressaltando-se a maior dosagem ( $13 \text{ ton.ha}^{-1}$ ) como aquela que atingiu os melhores índices de produtividade.

A substituição da adubação mineral pelo biossólido proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos do Jaracaty, ressaltou o potencial agrônômico do resíduo.

Para todos os parâmetros vegetativos e de produção estudados, o tratamento sem adubação nitrogenada apresentou índices de crescimento e produtividade inferiores em relação aos demais, demonstrando a necessidade da aplicação do nitrogênio.

Considerando os genótipos, observou-se que o cultivar Caipira apresentou desempenho de crescimento e produtividade inferior aos demais, enquanto que o Thap Maeo demonstrou um número de frutos por cacho e um peso médio do cacho maior que os demais, revelando-se o mais adaptado para as condições experimentais no primeiro ciclo de produção, sendo portanto recomendado nestas condições.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSE, M. M.; FERNANDES, F., SILVA, S. M. C. P. da. Aspectos tecnológicos do processo. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. (Org).

Reciclagem de biossólidos: Transformando problemas em soluções. Curitiba: Sanepar, 1999. 49-85 p.

ALVES, E. J.; OLIVEIRA, M. A.; DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, S. L. Exigências climáticas In: ALVES, E. J. (Org.) A cultura da banana: Aspectos Técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2ªed.,ver. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF, 1999. p.35-46.

ALVIN, P. de T. Agricultura e Ecologia na Amazônia. Uma estratégia latino-americana para a Amazônia. São Paulo: Fundação Memorial da América Latina, 1992. Disponível em: <[www.atech.br/agenda21.as/download/depoimento.pdf](http://www.atech.br/agenda21.as/download/depoimento.pdf)> Acesso em: 20/04/2006.

ANDRADE, C. A. Fração orgânica de biossólidos e efeitos no estoque de carbono e qualidade da matéria orgânica de um Latossolo cultivado com eucalipto. 2004. 121p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ANDREOLI, C. V.; FERNANDES, F. Aspectos metodológicos In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. (Org). Reciclagem de biossólidos: Transformando problemas em soluções. Curitiba: Sanepar, 1999.

ANDREOLI, C. V.; FERREIRA, A. C.; TELES, C. R.; CHERUBINI, C.; BERNET, P. M.; FAVARIN, F.; CASTRO, L. A. R. Operacionalização das alternativas de desinfecção e secagem do lodo digerido anaerobicamente. I Seminário nacional de microbiologia aplicada ao saneamento, 2000, Vitória-ES: UFES, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004 – Resíduos sólidos. São Paulo, 1987. 63p.

ASSUNÇÃO, J. C. B. de; SÍGOLO, J. B. Influência do clima tropical em lodos gerados na estação de tratamento de esgotos de Barueri-SP. Comportamento dos metais pesados. Revista Brasileira de Geociências. Volume 27: 1997. Disponível em: <[http://www.sbgeo.org.br/rgb/vol27\\_down/2704/2704355.pdf](http://www.sbgeo.org.br/rgb/vol27_down/2704/2704355.pdf)> Acesso em 08/05/2004

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 375/06 de 29 de Agosto de 2006.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E. J. (Org.) A cultura da banana: Aspectos Técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2ªed., ver. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF, 1999. p.197 – 247.

BORGES, A. L.; SILVA, S. O.; CALDAS, R. C.; LEDO, C. A. S. Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira. Revista Brasileira de Fruticultura. Sociedade Brasileira de Fruticultura: Jaboticabal, v.28, n. 2. p.314-318. Agosto de 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. D. Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio. Lavras: ESALF/FAEPE, 1990. 320p.

CLEMENT, C.R.; BOVI, M.L.A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimento com pupunheiras para palmito. Acta Amazônica. Editora INPA: Manaus, 2000 v. 30(3):349-362.

CORDEIRO, Z. J. M; SILVA, S. O. Banana 'Caipira' in: Sociedade Brasileira de Fruticultura. Novas variedades brasileiras de frutas. Jaboticabal:2000a. p. 46-47

CORDEIRO, Z. J. M; SILVA, S. O. Banana 'Thap Maeo' in: Sociedade Brasileira de Fruticultura. Novas variedades brasileiras de frutas. Jaboticabal:2000b. p. 54-55

CORDEIRO, Z. J. M. Cultivares in: Sistema de produção de banana para o Estado do Pará. Sistema de Produção. Versão Eletrônica. v.9. jan/2003. <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaPara/cultivares.htm>> Acesso 31/12/2004

DANTAS, A. V. L.; DANTAS, J. L. L.; ALVES, E. J. Estrutura da planta In: ALVES, E. J. (Org.) A cultura da banana: Aspectos Técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2ªed., ver. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF, 1999a. p.47 – 60.

DANTAS, J. L. L.; SHEPHERD, K.; SILVA, S. O.; SOARES FILHO, W. S. S. Classificação botânica e distribuição geográfica. In: ALVES, E. J. (Org.) A cultura da banana: Aspectos Técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2ªed., ver. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF, 1999b. p.27 – 34

DISTRITO FEDERAL. Lei 3.581 de 12 de Abril de 2005. Publicada no DODF de 27 de Abril de 2005. Estabelece princípios, normas e procedimentos para expedição, distribuição e uso do biossólido no Distrito Federal, visando ao controle da poluição, da contaminação e à minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências.

EMBRAPA –EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Levantamento Exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão. Boletim de Pesquisa, 35, Rio de Janeiro, 1986.

EMBRAPA. Banana Caipira: variedade resistente à Sigatoka-negra. Cruz da Almas. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 1999a (FOLDER).

EMBRAPA. Banana Thap Maeo: variedade resistente à Sigatoka-negra. Cruz da Almas. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 1999b (FOLDER).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa - EPI; Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1999c. 412p.

ESTADOS UNIDOS. USEPA - United States Environmental Protection Agency. Code of Federal Regulations 40 CFR Part 503 “Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge”, 1995.

FAO, 2006 – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. FAOSTAT < <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>> acesso em 18/12/2006

FERNANDES, F. Estabilização e higienização de biossólidos In: BERTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Editores) Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 109-143 p.

FERNANDES, F.; SOUZA, S. G. Estabilização de Lodo de Esgoto In: ANDREOLI, C. V. (Org.). Resíduos sólidos do saneamento. Processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: ABES. 2001

FERREIRA, A.C.; ANDREOLI, C. V.; JÜRGENSEN, D. Produção e características dos biossólidos. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; ILHENFELD, R. G. K. (Org.) Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. Rio de Janeiro: Prosab, Programa de pesquisa em saneamento básico, 1999.p. 16-25

HESPANHOL, I. Saúde pública e reuso agrícola de esgotos e biossólidos.  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/CB5F6214/articulo-LodoEsgoto-IvanildoHespanhol.doc>> acessado em 25/11/2005

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Produção Agrícola Municipal: Culturas temporárias e permanentes: Rio de Janeiro: IBGE, vol.31. 2004. 129p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – SIDRA - Sistema IBGE de recuperação automática: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – dezembro de 2006a <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> acesso em 28/12/2006

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE – Cidades@ <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>> acesso em 28/12/2006b

KUMAR, N.; KRISHNAMOORTHY, V.; NALINA, L.; SOORIANATHASUNDHARAM, K. A new factor for estimating total leaf área in banana. INFOMUSA. v.11, n.2. December, 2002.

LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – LABMET <<http://www.nemrh.uema.br/index.html>> acesso em 10/12/2006.

LEDO, A. da S.; LÉDO, f. j. DA s.; SILVA, S. de O. Avaliação de Cultivares de Banana em Rio Branco-Acre. Boletim de Pesquisa n. 15. Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 1997. 16p.

LEITE, J. B. V.; MARTINS, A. B. G.; VALLE, R. R.; LINS, R. D. Avaliação de quatro variedades de bananeira introduzida no sul da Bahia. Antrópica: Ilhéus – BA. 15 (1), p. 75-78. 2003.

MALTA, T. S. Aplicação de Lodos de Estações de Tratamento de Esgotos na agricultura: Estudo do caso do Município de Rio das Ostras – RJ. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública. Dissertação. 2001. 67p.

MARQUES, V. S. Efeitos do zinco e cádmio em arroz (*Oryza sativa*, L.) cultivado em solução nutritiva e em solo tratado com lodo de esgoto enriquecido. Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Magister Scientiae em Agronomia, área de concentração ciência do solo. UFRJ: Rio de Janeiro, 1997

MELO, W. J. de; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BERTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Editores) Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 109-143 p.

MOREIRA, R. S. Banana: Teoria e Prática de Cultivo. Campinas. Fundação Cargill. 1987. 337p.

SÃO PAULO (Estado). Norma P. 4.230. Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas: Critérios para projeto e operação – Manual Técnico. CETESB. 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/CB5F6214/CETESB-NormaP4230-99-LodoEsgoto.doc>> Acesso em 22/4/06> Acesso em 22/04/2006.

SHARROCK, S. The banana and its relatives. In: INIBAP annual report 1997. INIBAP: Montpellier, 1998. p.52-55.

SHARROCK, S.; LUSTY, C. Nutritive value of banana. In: INIBAP annual report 1999. INIBAP: Montpellier, 2000. p.38-31.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; CARVALHO J. G.; DAMASCENOS, J. E. A. DAMASCENO. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. prata-anã. Revista Brasileira de Fruticultura. Sociedade Brasileira de Fruticultura: Jaboticabal, 2003. p.152-155

SILVA, L. M. S. O plantio associado entre banana (*Musa acuminata* CV. Cavendish “Grand Naine”) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) D. C.). Universidade Federal do Pará. Centro Agropecuário. Núcleo de Estudos Integrados sobre Agricultura Familiar. EMBRAPA. Centro de pesquisa agroflorestal da amazônia oriental. Belém: 2002. 110p.

SILVA, S. O.; ALVES, E. J.; CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; JESUS, S. C. Variabilidade genética e melhoramento da bananeira In: Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. Brasília-DF : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 1999.

SILVA, S. O.; GASPAROTTO, L.; MATOS, A. P.; CORDEIRO, Z. J. M.; FERREREIRA, C. F.; RAMOS, M. M.; JESUS, O. N. Programa de melhoramento da bananeira no Brasil – Resultados recentes. Documentos 123. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003a. 36 p.

SILVA, S. O.; PASSOS, A. R.; DONATO, S. L. R.; SALOMÃO, L. C. C.; FERREIRA, L. V.; RODRIGUES, M. G. V.; LIMA NETO, F. P.; LIMA, M. B. Avaliação de genótipos de bananeira em diferentes ambientes. CIÊNCIA AGROTÉCNICA. Lavras. V.27, n.4, p.737-748, jul./ago., 2003b.

TEIXEIRA, L. A. J.; SAES, L. A.; BERTON, R.; SAKAI, M. Biossólido como fonte de nutrientes para a bananeira In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULURA (anais). Florianópolis: SBF- EPAGRI, 2004.

TEIXEIRA, L. A. J.; RUGGIERO, C.; NATALE, W. Manutenção de folhas ativas em bananeira – ‘Nanicão’ por meio do manejo das adubações nitrogenada e potássica e da irrigação. Revista Brasileira de Fruticultura. Sociedade Brasileira de Fruticultura: Jaboticabal - SP, v.23, n. 3, p. 699-703. Dezembro de 2001.

TSUTYA, M. T. Alternativas de disposição final de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: BERTIOL, W.; CAMARGO, O. A.(Editores) Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto. Jaguariúna – SP : EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 69-105 p.

VAZ, M. L.; GONÇALVES, J. L. M. Crescimento inicial e fertilidade do solo em um povoamento de *Eucaliptus grandis* fertilizado com biossólido. *Sitientibus* :Feira de Santana, n.26, p.171-174, jan./jun. 2002.

VANZO, J. E.; MACEDO, L. S.; TSUTYA, M. T. ETE Franca: Uma estação que além de tratar esgotos produz insumos agrícolas. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental ABES: Rio de Janeiro, 2000.

VIEIRA, R. F.; CARDOSO, A. A. Variações nos teores de nitrogênio mineral em solo suplementado com lodo de esgoto. PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA :Brasília, v. 38, n. 7, p. 867-874, jul. 2003.

VIEIRA, R. F. Atividade microbiana e mineralização de nitrogênio em solo suplementado com lodo de esgoto. PESQUISA EM ANDAMENTO. Embrapa Meio Ambiente: Jaguariúna, n. 08, p. 1-2, Janeiro de 2000.



## **ANEXOS**

## ANEXO I – Análise de variância do crescimento dos diâmetros

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2.	8.6759	4.3380	5.67 NS
GENÓTIPOS (P)	2.	145.9480	72.9740	95.42 **
RESIDUO (A)	4.	3.0591	.7648	
(PARCELAS)	( 8.)	157.6830		
ADUBAÇÃO (S)	4.	46.0712	11.5178	5.43 **
INTERACAO P X S	8.	71.7545	8.9693	4.23 **
RESIDUO (B)	24.	50.8610	2.1192	
TOTAL	44.	326.3697		

C.V. PARA PARCELAS = 7.02  
C.V. PARA SUBPARCELAS = 11.68

## ANEXO II - Desdobramentos dos graus de liberdade para o crescimento dos diâmetros da base do pseudocaule de três genótipos de bananeira.

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A D. G( G1)	4	4.0561	1.0140	0.48 NS
A D. G( G2)	4	95.9970	23.9992	11.32 **
A D. G( G3)	4	17.7726	4.4432	2.10 NS
RESIDUO(B)	24		2.1192	

DESD. DE TRAT. PRINC. D. TRAT. SEC.

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
G D. A( T1)	2	156.0190	78.0095	42.21 **
G D. A( T2)	2	10.5456	5.2728	2.85 NS
G D. A( B1)	2	27.7475	13.8737	7.51 **
G D. A( B2)	2	18.4243	9.2121	4.98 *
G D. A( B3)	2	4.9662	2.4831	1.34 NS
RESIDUO(M)	27		1.8483	

## ANEXO III - Análise de variância do crescimento das alturas de três genótipos de bananeira.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2.	922.3848	461.1924	.59 NS
GENÓTIPOS (P)	2.	63775.4541	31887.7270	40.91 **
RESIDUO (A)	4.	3117.7128	779.4282	
(PARCELAS)	( 8.)	67815.5517		
ADUBAÇÃO (S)	4.	21173.2341	5293.3085	12.38 **
INTERACAO P X S	8.	2851.5075	356.4384	.83 NS
RESIDUO (B)	24.	10265.7808	427.7409	
TOTAL	44.	102106.0741		

C.V. PARA PARCELAS = 21.02  
C.V. PARA SUBPARCELAS = 15.57

### ANEXO IV - Análise de variância das médias de folhas ativas ao longo do experimento.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2.	0.5557	0.2779	3.55 NS
GENÓTIPOS (P)	2.	10.8506	5.4253	69.39 **
RESIDUO (A)	4.	0.3128	0.0782	
(PARCELAS)	(8.)	11.7191		
ADUBAÇÃO (S)	4.	25.5150	6.3787	22.77 **
INTERACAO P X S	8.	2.4756	0.3095	1.10 NS
RESIDUO (B)	24.	6.7242	0.2802	
TOTAL	44.	46.4339		

C.V. PARA PARCELAS = 3.81  
C.V. PARA SUBPARCELAS = 7.21

### ANEXO V. Análise de variância da área foliar da terceira folha em 3 genótipos de bananeira.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2.	3539453.0519	1769726.5259	2.66 NS
GENÓTIPO (P)	2.	40272042.0899	20136021.0449	30.29 **
RESIDUO (A)	4.	2658812.5149	664703.1287	
(PARCELAS)	(8.)	46470307.6567		
ADUBAÇÃO (S)	4.	15371296.3628	3842824.0907	22.89 **
INTERACAO P X S	8.	1723127.0744	215390.8843	1.28 NS
RESIDUO (B)	24.	4029006.3188	167875.2633	
TOTAL	44.	67593737.4127		

C.V. PARA PARCELAS = 23.98  
C.V. PARA SUBPARCELAS = 12.05

### Tabela VI. Análise de Variância da quantidade de perfilhos emitidos para três genótipos de bananeira.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2.	.0491	.0245	0.01 NS
GENÓTIPO (P)	2.	11.9730	5.9865	3.32 NS
RESIDUO (A)	4.	7.2082	1.8021	
(PARCELAS)	(8.)	19.2304		
ADUBAÇÃO (S)	4.	20.7403	5.1851	12.62 **
INTERACAO P X S	8.	12.0227	1.5028	3.66 **
RESIDUO (B)	24.	9.8639	.4110	
TOTAL	44.	61.8572		

C.V. PARA PARCELAS = 36.25  
C.V. PARA SUBPARCELAS = 17.31

Tabela VII. Desdobramento dos graus de liberdade para o número de perfilhos emitidos em três genótipos de bananeira.

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
S D. P(G1)	4	3.7750	.9438	2.30 NS
S D. P(G2)	4	21.8136	5.4534	13.27 **
S D. P(G3)	4	7.1744	1.7936	4.36 **
RESIDUO(B)	24		.4110	
DESD. DE TRAT. PRINC. D. TRAT. SEC.				
CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
P D. S(T1)	2	6.9306	3.4653	5.03 *
P D. S(T2)	2	2.7068	1.3534	1.96 NS
P D. S(B1)	2	.3889	.1944	.28 NS
P D. S(B2)	2	4.4064	2.2032	3.20 NS
P D. S(B3)	2	9.5631	4.7815	6.94 *
RESIDUO(M)	12		.6892	

ANEXO VIII. Análise de variância do número de dias decorridos do plantio a colheita do cacho para 3 genótipos de bananeira.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2.	32602.3111	16301.1556	11.93 **
GENÓTIPOS (P)	4.	100679.9111	25169.9778	18.42 **
RESIDUO (A)	8.	10931.6889	1366.4611	
(PARCELAS)	( 14.)	144213.9111		
ADUBAÇÃO (S)	2.	12931.2444	6465.6222	3.74 *
INTERACAO P X S	8.	14693.4222	1836.6778	1.06 NS
RESIDUO (B)	20.	34602.6667	1730.1333	
TOTAL	44.	206441.2444		

C.V. PARA PARCELAS = 6.03  
C.V. PARA SUBPARCELAS = 6.79

ANEXO IX. Análise de variância do número de frutos por cacho de três genótipos de bananeira.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2.	41.0250	20.5125	0.19 NS
GENÓTIPOS (P)	2.	15477.9250	7738.9625	71.26 **
RESIDUO (A)	4.	434.4250	108.6063	
(PARCELAS) ( 8.)		15953.3750		
ADUBAÇÃO (S)	4.	16639.6667	4159.9167	20.56 **
INTERACAO P X S	8.	4622.4917	577.8115	2.86 *
RESIDUO (B)	24.	4855.0917	202.2955	
TOTAL	44.	42070.6250		

C.V. PARA PARCELAS = 20.81  
C.V. PARA SUBPARCELAS = 28.40

### ANEXO X. Desdobramento dos graus de liberdade do número de frutos por cacho de três genótipos de bananeira.

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
S D. P( 1)	4	955.1833	238.7958	1.18 NS
S D. P( 2)	4	5320.0000	1330.0000	6.57 **
S D. P( 3)	4	14986.9750	3746.7438	18.52 **
RESIDUO(B)	24		202.2955	
DESD. DE TRAT. PRINC. D. TRAT. SEC.				
CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
P D. S( T1)	2	813.5556	406.7778	2.22 NS
P D. S( T2)	2	4525.2917	2262.6458	12.33 **
P D. S( B1)	2	2920.6667	1460.3333	7.96 **
P D. S( B2)	2	6883.5556	3441.7778	18.75 **
P D. S( B3)	2	4957.3472	2478.6736	13.50 **
RESIDUO(M)	27		183.5576	

### ANEXO XI. Análise de variância para o peso do cacho de 3 genótipos de bananeira.

C. VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
BLOCOS	2.	124708.5778	62354.2889	.07 NS
GENÓTIPO (P)	2.	83218884.5778	41609442.2889	44.03 **
RESIDUO (A)	4.	3779786.4889	944946.6222	
(PARCELAS)	( 8.)	87123379.6444		
ADUBAÇÃO (S)	4.	110216955.7778	27554238.9444	32.19 **
INTERACAO P X S	8.	20488956.7556	2561119.5944	2.99 *
RESIDUO (B)	24.	20541256.2667	855885.6778	
TOTAL	44.	238370548.4444		
C.V. PARA PARCELAS = 24.25				
C.V. PARA SUBPARCELAS = 23.08				

### ANEXO XII. Desdobramento dos graus de liberdade para o peso do cacho de três genótipos de bananeira.

CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A D. G (G1)	4	21100850.2667	5275212.5667	6.16 **
A D. G(G2)	4	20479883.3333	5119970.8333	5.98 **
A D. G (G3)	4	89125178.9333	22281294.7333	26.03 **
RESIDUO(B)	24	855885.6778		
DESD. DE TRAT. PRINC. D. TRAT. SEC.				
CAUSAS DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
G D. A (T1)	2	5448466.6667	2724233.3333	3.12 NS
G D. A (T2)	2	15235884.2222	7617942.1111	8.72 **
G D. A (B1)	2	16951830.8889	8475915.4444	9.70 **
G D. A (B2)	2	34255828.6667	17127914.3333	19.60 **
G D. A (B3)	2	31815830.8889	15907915.4444	18.21 **
RESIDUO(M)	26	873697.8667		

## **ANEXO XIII**

### **Processos para redução de agentes patogênicos.**

A descrição dos processos de redução significativa de patógenos, foram baseados no estabelecido pela U.S.EPA, conforme 40 CFR Part 503 - Appendix B, Federal Register, de 19 de fevereiro de 1993. As listas abaixo relacionam os processos aceitos para redução significativa de patógenos (necessários para a obtenção de lodos de esgoto ou produto derivado tipo B), redução adicional de patógenos (necessários para a obtenção de lodos de esgoto ou produto derivado tipo A)

#### **1. Processos de Redução Significativa de Patógenos**

- a) digestão aeróbia - a ar ou oxigênio, com retenções mínimas de 40 dias a 20°C ou por 60 dias a 15°C;
- b) secagem em leitos de areia ou em bacias, pavimentadas ou não, durante um período mínimo de 3 meses;
- c) digestão anaeróbia por um período mínimo de 15 dias a 35-55°C ou de 60 dias a 20°C;
- d) compostagem por qualquer um dos métodos citados anteriormente, desde que a biomassa atinja uma temperatura mínima de 40°C, durante pelo menos cinco dias, com a ocorrência de um pico de 55°C, ao longo de quatro horas sucessivas durante este período; e
- e) estabilização com cal, mediante adição de quantidade suficiente para que o pH seja elevado até pelo menos 12, por um período mínimo de duas horas.

#### **2. Processos de Redução Adicional de Patógenos**

- a) compostagem confinada ou em leiras aeradas (3 dias a 55°C no mínimo) ou com revolvimento das leiras (15 dias a 55°C no mínimo, com revolvimento mecânico da leira durante pelo menos 5 dias ao longo dos 15 do processo);
- b) secagem térmica direta ou indireta para reduzir a umidade do lodo de esgoto ou produto derivado a 10% ou menos, devendo a temperatura das partículas de lodo de esgoto ou produto derivado superar 80°C ou a temperatura de bulbo úmido de gás, em contato com o lodo de esgoto ou produto derivado no momento da descarga do secador, ser superior a 80°C;
- c) tratamento térmico pelo aquecimento do lodo de esgoto ou produto derivado líquido a 180°C, no mínimo, durante um período de 30 minutos;
- d) digestão aeróbia termofílica a ar ou oxigênio, com tempos de residência de 10 dias a temperaturas de 55 a 60°C;
- e) processos de irradiação com raios beta a dosagens mínimas de 1 megarad a 20°C, ou com raios gama na mesma intensidade e temperatura, a partir de isótopos de Cobalto 60 ou Césio 137 e
- f) processos de pasteurização, pela manutenção do lodo de esgoto ou produto derivado a uma temperatura mínima de 70°C, por um período de pelo menos 30 minutos.

### ANEXO XIV – Adubações realizadas para cada família de bananeira.

Insumo	Fundação 15/02/2004	Cobertura 25/05/2004	Cobertura 10/12/2004	Cobertura 10/03/2005
Superfosfato Simples	500g cova <sup>-1</sup>	-	-	-
Cloreto de Potássio	133,5g cova <sup>-1</sup>	300g cova <sup>-1</sup>	250g	250g
Sulfato de Amônio	-	-	-	-
Biossólido	-	-	-	-

#### Tratamento T2

Insumo	Fundação 15/02/2004	Cobertura 25/05/2004	Cobertura 10/12/2004	Cobertura 10/03/2005
Superfosfato Simples	500g cova <sup>-1</sup>	-	-	-
Cloreto de Potássio	133,5g cova <sup>-1</sup>	300g cova <sup>-1</sup>	250g	250g
Sulfato de Amônio	100g cova <sup>-1</sup>	400g cova <sup>-1</sup>	350g	350g
Biossólido	-	-	-	-

#### Tratamento B1

Insumo	Fundação 15/02/2004	Cobertura 25/05/2004	Cobertura 10/12/2004	Cobertura 10/03/2005
Superfosfato Simples	250g cova <sup>-1</sup>	-	-	-
Cloreto de Potássio	133,5g cova <sup>-1</sup>	300g cova <sup>-1</sup>	250g cova <sup>-1</sup>	250g cova <sup>-1</sup>
Sulfato de Amônio	-	-	-	-
Biossólido	250g cova <sup>-1</sup>	1000g cova <sup>-1</sup>	875g cova <sup>-1</sup>	875g cova <sup>-1</sup>

#### Tratamento B2

Insumo	Fundação 15/02/2004	Cobertura 25/05/2004	Cobertura 10/12/2004	Cobertura 10/03/2005
Superfosfato Simples	250g cova <sup>-1</sup>	-	-	-
Cloreto de Potássio	133,5g cova <sup>-1</sup>	300g cova <sup>-1</sup>	250g cova <sup>-1</sup>	250g cova <sup>-1</sup>
Sulfato de Amônio	-	-	-	-
Biossólido	500g cova <sup>-1</sup>	2000g cova <sup>-1</sup>	1750g cova <sup>-1</sup>	1750g cova <sup>-1</sup>

#### Tratamento B3

Insumo	Fundação 15/02/2004	Cobertura 25/05/2004	Cobertura 10/12/2004	Cobertura 10/03/2005
Superfosfato Simples	250g cova <sup>-1</sup>	-	-	-
Cloreto de Potássio	133,5g cova <sup>-1</sup>	300g cova <sup>-1</sup>	250g cova <sup>-1</sup>	250g cova <sup>-1</sup>
Sulfato de Amônio	-	-	-	-
Biossólido	1000g cova <sup>-1</sup>	4000g cova <sup>-1</sup>	3500g cova <sup>-1</sup>	3500g cova <sup>-1</sup>