

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

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E ATRIBUTOS DO SOLO EM UM  
POMAR DE BANANEIRA 'BRS PRINCESA' FERTIRRIGADO  
COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS**

**Diego Magalhães de Melo**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2016**

# **DESEMPENHO AGRONÔMICO E ATRIBUTOS DO SOLO EM UM POMAR DE BANANEIRA 'BRS PRINCESA' FERTIRRIGADO COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS**

**Diego Magalhães De Melo**

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2014

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos.

Orientador: Dr. Eugênio Ferreira Coelho

Coorientadora: Dra. Ana Lúcia Borges

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2016**

## FICHA CATALOGRÁFICA

B5281d

Melo, Diego Magalhães.

Desempenho agrônômico e atributos do solo em um pomar de bananeira 'BRS Princesa' fertirrigado com substâncias húmicas / Diego Magalhães Melo. – Cruz das Almas, BA, 2016.

50f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho.

Co-Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Lúcia Borges

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Mestrado em Engenharia Agrícola

1.Solo – Adubação. 2.Solo – Matéria Orgânica. 3.Solo – Irrigação Localizada. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – CCAAB. II.Título.

CDD: 631.8

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

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

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E ATRIBUTOS DO SOLO EM UM  
POMAR DE BANANEIRA 'BRS PRINCESA' FERTIRRIGADO COM  
SUBSTÂNCIAS HÚMICAS**

**Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação do Discente  
Diego Magalhães de Melo**

Aprovada em: 17 de Agosto de 2016

---

Dr. Eugênio Ferreira Coelho  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
Orientador

---

Dr. Hermínio Souza Rocha  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
Examinador Externo

---

Dr. Tales Miler Soares  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador Interno

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a minha família, em especial a meus pais Luiz Soares de Melo Neto e Maria Cristina Magalhães de Melo, a minha esposa Thaís Oliveira Borges de Melo e filho Luiz Henrique Borges de Melo, por se converterem, constantemente, em meu incentivo e inspiração para trabalhar e estudar.

Dedico essa pesquisa a todos os mestres que me instruíram, incluindo aqueles que a vida tão gentilmente me cedeu durante minha rotina de estudos e desenvolvimento profissional. Eles são os verdadeiros autores desse trabalho e eu apenas um instrumento de seus incontáveis ensinamentos e exemplos notáveis.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus e a seus anjos de luz que me ampararam e me guiaram para um caminho reto e bom.

Agradeço aos doutores Eugênio Ferreira Coelho e Ana Lúcia Borges por abraçar o desafio de me orientar durante o curso de mestrado, bem como no desenvolvimento e redação desse trabalho. Sou grato pelos numerosos ensinamentos conferidos, por me ajudarem com as dúvidas e na árdua tarefa de refinar meu raciocínio, perguntas e respostas.

Agradeço ao Professor Dr. Tales Miller Soares que me orientou durante minha graduação, me guiando nos meus primeiros passos na pesquisa. Sua dedicação, incentivo constante, paciência, amizade e sobre tudo exemplos sólidos contribuíram de forma decisiva em minha formação pessoal e profissional.

Agradeço aos colaboradores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, em seu Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura por todo o esforço investido no meu treinamento, suporte nas diversas atividades necessárias a condução dessa pesquisa. De forma especial aos colegas do setor de irrigação, física do solo, química do solo e microbiologia do solo, pelas constantes demonstrações de eficiência, profissionalismo e coleguismo.

Agradeço aos colegas da Pós-graduação e graduação, discentes e docentes, por compartilhar experiências e ajudar a suprimir as angustias, incertezas e provações que ocorreram durante o decorrer do mestrado acadêmico.

Agradeço aos cidadãos e colaboradores da cidade de Cruz das Almas-BA e da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, respectivamente, pela longa acolhida. Após quase uma década levarei comigo lembranças muito boas, histórias para contar e ensinamentos valiosos.

Agradeço, finalmente, ao povo brasileiro por custear meus estudos e trabalho, por meio de suas instituições de fomento à pesquisa e de pesquisa aplicada personificadas na Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

## DESEMPENHO AGRONÔMICO E ATRIBUTOS DO SOLO EM UM POMAR DE BANANEIRA 'BRS PRINCESA' FERTIRRIGADO COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS

**RESUMO:** Esta pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da fertirrigação com substâncias húmicas (SHs) no desempenho agronômico da bananeira 'BRS Princesa' e nos atributos físico-hídricos, químicos e atividade microbiológica do solo. O experimento foi conduzido, durante dois ciclos de produção, em delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos aplicados consistiram na aplicação de doses de SHs, calculadas, para dois ciclos de produção do pomar, a partir de uma dose de referência (DR) da ordem de  $24,18 \text{ kg ha}^{-1}$ . Os tratamentos foram equivalentes às seguintes porcentagens da DR: T1: 100%; T2: 150%; T3: 200%; T4: 250%; T5: 300% e T6: 0%, sendo efetuadas 14 aplicações de SHs no primeiro e 11 no segundo ciclo de produção do pomar. Foram coletadas amostras de solo antes da aplicação dos tratamentos e após as colheitas do segundo ciclo de produção, para análises dos atributos físico-hídricos, químicos e de atividade microbiológica do solo. Foram efetuadas avaliações biométricas, em quatro plantas úteis, por parcela experimental, na emissão da inflorescência e na colheita, referentes as variáveis de crescimento e produção. A análise de variância e os testes estatísticos utilizados não detectaram efeitos significativos e/ou explicáveis matematicamente da fertirrigação com SHs sobre os atributos do solo, crescimento e produção, com exceção do intervalo de tempo do transplante à colheita do segundo ciclo, que foi afetado de forma significativa e se ajustou matematicamente ao modelo linear, sendo o melhor resultado registrado para dose de  $10,60 \text{ kg ha}^{-1}$ , com redução estimada do intervalo de tempo do transplante à colheita da ordem de 52 dias em relação à testemunha.

**Palavras-chave:** *Musa* sp., matéria orgânica, irrigação localizada.

## **AGRONOMIC PERFORMANCE AND SOIL PROPERTIES IN A BANANA ORCHARD 'BRS PRINCESS' FERTIRRIGATED WITH HUMIC SUBSTANCES**

**ABSTRACT:** This research aimed to evaluate the effects of fertigation with humic substances (SHs) on the banana 'BRS Princesa' orchard and on the soil under the orchard cultivation. The experiment was conducted during two production cycles in an experimental design of randomized blocks (DBC), with six treatments and four replications. The treatments consisted of fractions of the reference doses (DR) ( $24,48 \text{ kg ha}^{-1}$ ): T1 = 100% DR; T2 = 150% DR; T3 = 200% DR; T4 = 250% DR; T5 = 300% DR. Treatments were accomplished by 14 applications of SHs in the first crop cycle and 11 in the second one. The soil samples were collected before treatment application and after harvest of the second cycle. It were processed to obtain soil hydrodynamic, chemical and microbiological activity analysis. Biometric evaluations were carried out in four working plants per experimental plot during flowering and harvest period concerning growth and crop production. Analysis of variance and statistical tests did not detect significant effects of the fertigation with SHs on soil properties, growth and production variables. An exception was the time from planting to harvest in the second cycle, which was affected significantly and mathematically adjusted to a linear model, with the best result for the dose of  $10.60 \text{ Kg ha}^{-1}$  for the interval from planting to harvesting of 52 days regarding the control.

**KEYWORDS:** Micro irrigation, *Musa* sp., Organic matter

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Visão geral do reservatório de água utilizado no experimento (A), sistema de filtração de água (B).....	13
<b>Figura 2.</b> Comportamento das médias mensais de temperatura máxima, mínima e média durante a condução do experimento. Cruz das Almas, BA. Nov/2012 a Fev/2015. ....	14
<b>Figura 3.</b> Comportamento das médias mensais de umidade relativa durante a condução do experimento. Cruz das Almas, BA. Nov/2012 a Fev/2015. ....	15
<b>Figura 4.</b> Comportamento das médias mensais de precipitação e evapotranspiração da cultura durante a condução do experimento. Cruz das Almas, BA. Nov/2012 a Fev/2015. ....	16
<b>Figura 5.</b> Croqui da área experimental em delineamento em blocos casualizados. ....	18
<b>Figura 6.</b> Representação gráfica da distribuição das médias de macroporosidade, registrada no fim do segundo ciclo de produção, em função das doses acumuladas de substâncias húmicas (SHs).....	21
<b>Figura 7.</b> Representação gráfica do ajuste matemático linear as médias de carbono da biomassa microbiana (CMMI), avaliado no fim do segundo ciclo de produção, em função das doses acumuladas de substâncias húmicas (SHs). ....	29
<b>Figura 8.</b> Representação gráfica da distribuição das médias do número de folhas viáveis na floração (NFF) em função da dose de substâncias húmicas (SHs).....	32
<b>Figura 9.</b> Representação gráfica da distribuição das médias do número de frutos do cacho (NFC) em função da dose de substâncias húmicas (SHs). ....	32
<b>Figura 10.</b> Relação entre as doses de SHs sobre o intervalo de dias do transplante (DTC) à colheita do 2º ciclo Cruz das Almas, BA. Fev/2015. ....	33

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Faixas de adequabilidade dos atributos químicos do solo às necessidades da cultura da bananeira.....	6
<b>Tabela 2.</b> Atributos das substâncias húmicas e seus efeitos sobre o solo.....	8
<b>Tabela 3.</b> Porosidade, densidade, granulometria e classificação textural do solo, avaliados por horizonte, antes da instalação do experimento. Cruz das Almas, BA. Out/2012.....	11
<b>Tabela 4.</b> Retenção de umidade do solo para diferentes tensões, água disponível e condutividade hidráulica saturada, por horizonte, avaliados antes da instalação do experimento. Cruz das Almas, BA. Out/2012.....	11
<b>Tabela 5.</b> Resultado da análise dos atributos químicos do solo antes da instalação do experimento. Cruz das Almas, BA. Out/ 2012.....	12
<b>Tabela 6.</b> Doses e frequências de aplicação de fertilizantes administrados durante o ciclo de produção da bananeira. ....	12
<b>Tabela 7.</b> Resultado da análise físico-química e classificação da água do reservatório. Cruz das Almas, BA. Jun/2014.....	14
<b>Tabela 8.</b> Doses totais e mensais de SHs aplicadas por tratamento. Cruz das Almas, BA. Dez/2012 a Jan/2015.....	17
<b>Tabela 9.</b> Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias, médias e coeficientes de variação para os atributos físico-hídricos do solo, avaliados ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas. Fev/2015.....	21
<b>Tabela 10.</b> Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias, médias e coeficientes de variação para os atributos físico-hídricos do solo, avaliados antes da aplicação dos tratamentos e ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas. Fev/2015.....	22
<b>Tabela 11.</b> Médias de cada atributo físico-hídrico avaliado antes da implantação e no final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Out/2012 a Fev/2015.....	22
<b>Tabela 12.</b> Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias, médias e coeficientes de variação para os atributos químicos do solo, por profundidade, avaliados ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Fev/2015.....	24
<b>Tabela 13.</b> Quadrados médios, significâncias médias e coeficientes de variação para os atributos químicos do solo, por profundidade, avaliados ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Fev/2015.....	26
<b>Tabela 14.</b> Médias dos atributos químicos do solo avaliados antes da aplicação dos tratamentos e ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Out/2012 a Fev/2015.....	27
<b>Tabela 15.</b> Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias, médias e coeficientes de variação para os atributos de atividade microbiológica do solo, avaliados ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Fev/2015.....	28
<b>Tabela 16.</b> Média geral e por tratamento dos atributos de atividade microbiológica avaliados ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Fev/2015.....	30
<b>Tabela 17.</b> Resumo da análise de variância contendo os quadrados médios, médias e coeficientes de variação dos atributos de crescimento e produção, por	

ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Out/2012 a Fev/2015. ....	31
<b>Tabela 18.</b> Média geral e por tratamento das variáveis biométricas de crescimento e produção no primeiro e segundo ciclos de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Out/2012 a Fev/2015. ....	34

## SUMÁRIO

1.0 Introdução .....	1
2.0. Revisão de literatura.....	3
3.0. Material e métodos .....	11
4.0 Resultados e discussão.....	21
5.0. Conclusão .....	35
6.0. Referências bibliográficas .....	36

## 1.0 INTRODUÇÃO

Em resposta aos diferentes problemas ambientais a sociedade tem cobrado esforços das autoridades e dos setores produtivos no sentido de implementar de políticas e estratégias que promovam o uso sustentável e a manutenção da qualidade dos recursos naturais e dos meios de produção. Essa cobrança se estendeu, nas últimas décadas, ao setor agrícola, que vem se adaptando às demandas de um mercado cada vez mais exigente quanto à sustentabilidade.

O uso sustentável e a conservação do ambiente solo tem sido uma das principais diretrizes defendidas para viabilização da sustentabilidade do setor agrícola, sendo promovida em campo por meio do emprego de boas práticas agrícolas de manejo e conservação do solo. Uma dessas práticas é a manutenção e/ou incremento dos níveis de matéria orgânica do solo, que podem contribuir com a conservação ou mesmo melhoria dos atributos físico-hídricos, químicos e atividade biológica do solo, mantendo ou melhorando sua capacidade produtiva e por consequência a produtividade agrícola.

A matéria orgânica utilizada nas atividades agrícolas, normalmente, tem origem na degradação da cobertura vegetal proporcionada pelo próprio sistema de cultivo e/ou por importação de fontes externas de matéria orgânica para o solo. Em relação à origem do material orgânico, importado para o sistema agrícola, podem ocorrer diversas fontes; contudo, normalmente, são utilizados, no campo, resíduos animais, como esterco, e vegetais, como fitomassa das culturas. Independente da fonte os materiais orgânicos, por ação biológica, se decompõem com o tempo e chegam a estádios de decomposição mais estáveis; nesse ponto, em sua maioria, o material de origem se converteu em substâncias húmicas.

As substâncias húmicas são compostos orgânicos estáveis que podem exercer influências benéficas sobre o solo, podendo-se citar melhorias diretas na qualidade físico-hídrica, química e biológica do solo, sendo exemplos os incrementos: a capacidade de armazenamento de água, a formação e manutenção de agregados, a capacidade de troca catiônica, a disponibilidade de nutrientes no solo e o estímulo à atividade dos organismos do solo. Em relação aos efeitos sobre as plantas, a depender da espécie, podem ocorrer efeitos estimulantes sobre a fisiologia, atividade do sistema radicular, crescimento e incremento na absorção de nutrientes.

Em virtude dos prováveis efeitos benéficos que o material húmico pode proporcionar ao solo e às plantas foram desenvolvidas tecnologias e processos para extração das substâncias de materiais ricos em componentes orgânicos, inicialmente para finalidade de pesquisa. O emprego dessas técnicas, atualmente, ocorre em grande escala na indústria, que passou a produzir concentrados com substâncias húmicas, muitas vezes solúveis e/ou combinados com fertilizantes. Isso possibilitou o emprego direto dessas substâncias na agricultura irrigada, inclusive com todas as vantagens decorrentes da associação da técnica de fertirrigação com sistemas de irrigação localizada.

Neste contexto se insere o cultivo fertirrigado da bananeira que também vem se adaptando as novas tendências tecnológicas e de mercado, ocorrendo elevada demanda por tecnologias que promovam incrementos de produtividade, na eficiência no uso de insumos, redução de custos e da manutenção da sustentabilidade do sistema agrícola. A bananeira já foi alvo de investigações iniciais, sendo registrados resultados animadores da aplicação de substâncias

húmicas sobre o desenvolvimento inicial das plantas em condições de casa de vegetação e em vitro.

No campo as substâncias húmicas vêm sendo aplicadas, principalmente, com base na experiência de agricultores que fazem uso da técnica da fertirrigação e de propagandas de vendedores, sem critério ou base técnico-científica comprovada. Pouco se sabe sobre as estratégias, doses e frequências de aplicação mais adequadas para as condições de cultivo encontradas nos trópicos, onde ocorre dinâmica intensa da matéria orgânica no solo. Há dúvidas sobre se, realmente, os benefícios da aplicação dessas substâncias processadas se assemelham àqueles registrados em condições controladas para cultura da bananeira e se esses compostos húmicos tem capacidade de promover melhorias na fertilidade do solo de forma próxima aos resíduos orgânicos que são utilizados tradicionalmente na agricultura tropical, a exemplo do esterco curtido de animais, restos culturais compostados, húmus de minhoca, que possuem efeito benéfico comprovado sobre a qualidade do solo e o desenvolvimento das plantas.

De forma mais específica existem poucas informações sobre os efeitos da aplicação desses condicionadores orgânicos da qualidade do solo, por meio de microaspersão, em solos tropicais de baixa fertilidade natural, a exemplo dos Latossolos e ocorrem registros escassos dos efeitos da fertirrigação com essas substâncias sobre o cultivo da bananeira em condições de campo. De modo que essa pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da fertirrigação com diferentes doses de substâncias húmicas (ácidos húmicos e fúlvicos) extraídos de leonardita (um mineral com altos teores de carbono orgânico), sobre os atributos físico-hídricos, químicos e atividade microbiológica de um Latossolo Amarelo Distrocoeso pobre em matéria orgânica, cultivado com bananeira 'BRS Princesa', além de avaliar o desempenho agrônômico do pomar durante dois ciclos de produção consecutivos.

## **2.0. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA BANANICULTURA**

A bananicultura é uma das atividades frutícolas mais importantes do País e do Mundo, ocupando, segundo Perrier et al. (2011), a segunda posição na produção mundial de frutas, estando entre as fontes de alimento mais importantes para humanidade, juntamente com o arroz, o trigo e o milho. Em se tratando de produção o Brasil foi considerado, no ano de 2013, o quarto maior produtor mundial da fruta (FAO, 2016)

A banana tem alta popularidade e aceitação em todo território nacional com área plantada total de 461.482 hectares, produção estimada de 6.828.986 toneladas, sendo que as maiores participações na área plantada e na estimativa de produção pertencem às Regiões Nordeste e Sudeste, com destaque para os Estados da Bahia, São Paulo e Minas Gerais (IBGE, 2016).

Muito embora o Brasil responda por cerca de 8% da produção mundial, conforme relatado por Lichtemberg & Lichtemberg (2011), o mercado interno do País, representado por um consumo *per capita* de 29,1 Kg pessoa<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, absorve 99% da oferta da fruta produzida no território Nacional. Outra particularidade da bananicultura brasileira é que a maior parcela da produção tem origem em pequenas propriedades, mantidas muitas vezes por trabalho familiar (LICHTEMBERG et al., 2013).

Além da elevada importância econômica e social, no Brasil e em muitos outros Países, a banana é, segundo Rodrigues & Leite (2008), tradicionalmente, uma importante fonte de alimento, atingindo todas as camadas sociais, com boa aceitação, sendo os frutos consumidos, normalmente, ao natural. Um exemplo da qualidade nutricional dessa fruta é a banana do tipo Maçã que possui, conforme a TACO (2011), em cada 100 g de sua parte comestível, um conteúdo de: 23,8 g de carboidratos, 1,9 g de fibra alimentar, 1,4 g de proteína, 0,8 g de cinzas, 0,1 g de lipídeos, 376 mg de potássio, 28 mg de magnésio, 27 mg de fósforo, 3 mg de cálcio, 0,3 mg de ferro, 0,2 mg de zinco, 0,14 mg de manganês, 0,1 mg de cobre, além de vitaminas (A, B, C), carotenoides e traços de outros nutrientes e substâncias importantes para nutrição humana.

### **2.2. DESCRIÇÃO GERAL DA CULTURA DA BANANEIRA E CULTIVAR BRS PRINCESA**

As bananeiras, segundo De Langhe et al. (2009), provavelmente tiveram origem em Regiões do Sudeste da Ásia e do Oeste do Pacífico, sendo introduzidas na África, Américas e Sul do Pacífico, onde se disseminaram rapidamente, ganhando popularidade e importância econômica. Atualmente são cultivadas em todo o Mundo, em uma vasta área que se estende dos trópicos aos subtropicais.

A espécie *Musa* spp. pertence à classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, subfamília Musoideae, caracterizada por seus sistemas foliares dispostos em espirais e suas flores funcionalmente unissexuais. Dentro dessa subfamília se insere o gênero *Musa*, composto por diversas seções, dentre elas a seção *Eumusa* que é formada pelo maior número de espécies do gênero, com ampla distribuição geográfica. Abrange as espécies produtoras de frutos partenocárpicos, isto é, frutos comestíveis de polpa abundante, produzidos

sem a fecundação do óvulo pelo grão de pólen e, portanto, desprovidos de sementes (SIMMONDS, 1973; DANTAS et al., 1999).

Silva & Alves (1999) relataram a ocorrência de um grande número de cultivares de bananeiras exploradas tradicionalmente no Brasil (Nanica, Nanicão, Grande Naine, Prata Anã, Pacovan, Maçã, Terra e outras.). Porém, segundo os mesmos autores, quando se consideram algumas características, como porte da planta, produtividade e tolerâncias a pragas, doenças, déficit hídrico e ao frio, todas apresentam, pelo menos, uma característica indesejável para exploração comercial. Isso tem sido amenizado e/ou corrigido por emprego de estratégias de controle, técnicas de cultivo, e principalmente melhoramento genético das plantas conforme revisado por Lichtemberg & Lichtemberg (2011) que relataram o histórico e a evolução da cultura da bananeira no Brasil e expuseram a importância da tecnologia aplicada em campo por meio do manejo cultural tecnificado e dos recursos genéticos disponíveis como pilares fundamentais para o sucesso da atividade.

Em relação às cultivares de bananeira mais cultivadas no Brasil Lichtemberg et al. (2013) comentam que há certa diversidade entre as Regiões brasileiras. Na Região Nordeste, que é a principal produtora da fruta no País, ocorre preferência pelos subgrupos “Pomme”, “Plantain”, “Cavendish”, “Silk”, representados pelas cultivares Prata e Pacovan, Terra e D’Angola, Grande Naine e Williams, Tropical e Maçã, respectivamente. Esses subgrupos possuem áreas plantadas e participação na produção da ordem de: de 70 e 55,9%; 12,3 e 15%; 15 e 25%; 2 e 1,5%, respectivamente. O restante da área plantada e da participação na produção é representada pelos demais subgrupos. Em se tratando da preferência nacional há certa prevalência pelo cultivo de bananeiras do tipo Prata, com destaque para a ‘Prata Anã’ e a ‘Pacovan’. Por outro lado no cenário Mundial destacam-se as bananeiras do subgrupo Cavendish, respondendo por cerca de 50% da participação na produção total no Mundo, ocorrendo certa preferência, do mercado internacional, por frutas desse subgrupo (LOEILLET et al., 2011).

Em relação ao subgrupo Silk Silva et al. (2008) comenta que as bananeiras do tipo maçã, apresentam alta aceitação no mercado interno. As bananas desse subgrupo são consideradas frutas nobres no mercado nacional, com frutos de casca fina e polpa suave. Por outro lado, a maioria das cultivares desse subgrupo apresentam alta susceptibilidade ao mal-do-Panamá, o que pode dificultar, ou mesmo limitar, sua exploração em muitos lugares do País, principalmente na Região Norte, conforme revisado por Lichtemberg et al. (2013). A suscetibilidade das variedades comerciais a diversas doenças, entre as quais as sigatokas negra (*Mycosphaerella fijiensis*, Morelet) e amarela (*Mycosphaerella musicola*, Leach), destaca a importância do melhoramento genético na busca por cultivares resistentes (ROQUE et al., 2014).

Nomura et al. (2013) esclarecem que para efetuar a substituição de cultivares tradicionalmente cultivadas, é necessário combinar alta produtividade, resistência à pragas e doenças, produção de frutos com boas características de pós-colheita e organolépticas. Nesse contexto está inserida a bananeira cultivar BRS Princesa (YB42-07) que, segundo Silva et al. (2008), é um híbrido tetraploide do grupo genômico AAAB, do tipo Maçã, resultante de cruzamento da cultivar Yangambi Nº 2 com o híbrido diploide (AA) M53, de porte médio a alto, criado pela Embrapa. Os frutos são pequenos, semelhantes na forma e sabor aos da cultivar Maçã. A ‘BRS Princesa’ apresenta resistência à Sigatoka-amarela e

moderada resistência ao mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum f. sp.*). Essa cultivar foi avaliada agronomicamente em diversas localidades e recomendada para a Região do Baixo São Francisco (SILVA et al., 2008) e recentemente para Região do Recôncavo da Bahia (ROQUE et al., 2014).

### **2.3. NECESSIDADES EDÁFICAS, NUTRICIONAIS E QUALIDADE DO SOLO PARA BANANICULTURA**

Para o sucesso do estabelecimento do pomar de banana, é necessário considerar as exigências edafoclimáticas do cultivo, de modo a evitar decisões equivocadas na implantação do pomar, que em condições adversas pode deixar de expressar integralmente seu potencial genético. Segundo a descrição de Borges & Souza (2004) e Donato et al. (2012) a bananeira é uma planta tipicamente tropical que tem desenvolvimento ótimo quando submetida a temperaturas próximas a 28°C, umidade relativa superior a 80% e acesso a um suprimento hídrico suficiente para manter a disponibilidade hídrica em valores superiores a 75% da capacidade de retenção de umidade do solo, evitando-se condições de umidade do solo superiores a umidade retida na capacidade de campo, uma vez que a disponibilidade de oxigênio para as raízes diminui a medida em que os macroporos do solo são preenchidos por água. Condições de deficiência de oxigênio no solo podem ocasionar prejuízos ao desenvolvimento e produção das plantas. Outros fatores que podem exercer influências sobre a produtividade do pomar são a: velocidade do vento, luminosidade, características do solo e declividade da área.

A bananeira se desenvolve bem em vários tipos de solos, inclusive em Latossolos que, conforme descrição de Borges & Souza (2004), são solos de baixa fertilidade natural, com muitas vezes, acidez elevada, baixa CTC, baixo conteúdo de nutrientes, adensamento e baixa capacidade de armazenamento de água. Os mesmos autores indicam as práticas de calagem, adubação organomineral, cultivo do solo (leguminosas, cobertura morta, subsolagem) e irrigação para obtenção de produções ótimas.

No que tange à qualidade física e química do solo as plantas de banana são sensíveis aos fatores limitantes de crescimento atrelados à física do solo, tais como: aeração, disponibilidade de água, temperatura do solo e resistência mecânica ao crescimento das raízes; e à química do solo que se resume na falta e/ou indisponibilidade de nutrientes principalmente aqueles demandados em maiores quantidades pela bananeira, que são em ordem decrescente:  $K > N > Ca > Mg > S > P$  (SILVA & BORGES, 2008). Borges et al. (2016) descreveram faixas de adequabilidade dos atributos químicos do solo às necessidades da cultura da bananeira. As faixas são descritas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Faixas de adequabilidade dos atributos químicos do solo às necessidades da cultura da bananeira

Atributos químicos	Muito baixo	Baixo	Médio/adequado	Alta
Potássio, K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	≤ 0,15	0,16-0,30	0,31-0,60	>0,60
Fósforo, P Mehlich <sup>-1</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	≤ 6,0	7,0-15,0	16,0-30,0	>30,0
Cálcio, Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	<1,2	1,2-2,4	2,5-4,8	>4,8
Magnésio, Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	<0,3	0,3-0,5	0,6-1,2	>1,2
Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	<15	15-20	21-40	>40
Relação K/Mg	-	-	0,2-0,5	-
Relação Ca/Mg	-	-	3,0-4,0	-
CTC (pH 7,0; cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	<4,0	4,0-8,3	8,5-16,0	>16,0
V (%)	<35,0	35-59	60,0-80,0	>80,0
Sódio, Na (%) Na/CTC x 100	-	-	<8,0	> 12,0
Alumínio, Al (%) Al/SB + AL x 100	-	-	0	>30,0

Fonte: Adaptado de Borges et al. (2016)

Outro cuidado estratégico para o sucesso da bananicultura nos trópicos é a manutenção dos níveis de matéria orgânica o solo. Exposto que em solos bastante intemperizados, a exemplo dos Latossolos, a matéria orgânica tem elevada importância na disponibilidade de nutrientes uma vez que esses solos são compostos por componentes pouco reativos e portanto de baixa CTC. De modo que o incremento dos teores de matéria orgânica desses solos pode ter repercussão positiva na produtividade das culturas, inclusive da bananeira, que conforme Borges et al. (2016) se desenvolve melhor em solos com teores de matéria orgânica superiores a 20 g kg<sup>-1</sup>.

Teores adequados de matéria orgânica do solo tem repercussão positiva na atividade biológica do solo que, conforme descrito por Pôrto et al. (2009), refere-se a atividade dos macro e microrganismos que habitam o solo e têm papel fundamental na estruturação do solo, formação de bioporos, estabilização de agregados, na decomposição de resíduos orgânicos, que são abundantes na bananicultura, na ciclagem biogeoquímica e biodisponibilização de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas.

Após a instalação do pomar recomenda-se monitorar periodicamente a qualidade do solo. Essa prática é imprescindível na bananicultura comercial e competitiva. Essa estratégia pode auxiliar na melhoria dos índices de produção e no incremento da longevidade do sistema agrícola, como descrito por Gomes e Filizona (2006); Carneiro et al. (2009); Silva et al. (2011) e Maia (2013) que descreveram estratégias de monitoramento e o uso de indicadores de qualidade física, química e de atividade biológica do solo como eficiente ferramenta de gestão da qualidade do solo para finalidade do direcionamento estratégico do manejo e do uso dos solos e sistemas agrícolas, com reflexos na redução no uso de fertilizantes, condicionadores de solo, mecanização, energia elétrica, e necessidade de mão de obra.

## 2.4. BANANICULTURA FERTIRRIGADA

A bananeira apresenta crescimento rápido e requer, para seu desenvolvimento e produção, quantidades adequadas de nutrientes disponíveis na solução do solo, o que para Borges (2004) é atendido parcialmente pelo

próprio solo e pelos resíduos ocasionados pelas colheitas. Porém, na maioria das vezes é necessário aplicar corretivos e fertilizantes para a obtenção de produções economicamente rentáveis, uma vez que ocorrem retiradas expressivas de nutrientes do sistema produtivo, por meio das quantidades exportadas nas colheitas dos cachos. Diante dessa demanda se insere a necessidade de uma gestão eficiente e adequada dos nutrientes do solo, inclusive sendo justificável, nesse contexto, o emprego de técnicas que viabilizem o uso mais racional de fertilizantes, como a fertirrigação, que é a associação das práticas de irrigação e adubação (COELHO et al., 2011).

A tecnologia e o manejo de irrigação têm alcançado, nos últimos anos, consideráveis avanços no aprimoramento e emprego de sistemas pressurizados. O aperfeiçoamento desses sistemas, de distribuição de água permitiu sua associação com outras práticas culturais, como a adubação (fertirrigação) e controle fitossanitário (quimigação), tornando o sistema de irrigação um excelente condutor e distribuidor de qualquer produto químico ou organomineral (COELHO et al., 2010; BORGES & SILVA, 2011).

A fertirrigação oferece maior versatilidade para a aplicação de fertilizantes, podendo-se dosar rigorosamente as quantidades de nutrientes e fornecê-los segundo as necessidades das plantas, durante o seu ciclo de desenvolvimento. Dessa forma obtém-se uma resposta mais eficiente no uso dos fertilizantes e corretivos adaptados a essa tecnologia, inclusive, com menor quantidade aplicada de fertilizantes, em comparação com outros métodos de adubação (FRIZZONE et al., 2012).

Os sistemas de irrigação localizada, normalmente apresentam, segundo Bastos et al. (2011), maior eficiência na distribuição da água e na fertirrigação, ocasionando economia de mão de obra, de água, de fertilizantes e de energia. São sistemas fixos de alto custo inicial, sendo recomendados para cultivos de elevado retorno econômico, como o das frutas tropicais. Em especial cita-se a bananicultura que possui cerca de 12,98% da área plantada sob irrigação (LICHTENBERG et al., 2013).

Na cultura da bananeira os sistemas de irrigação localizada mais utilizados são os de gotejamento e microaspersão. Para o primeiro frisa-se que o número e a disposição dos gotejadores devem ser adequados ao objetivo de estabelecer uma área molhada que propicie o desenvolvimento do sistema radicular, enquanto para o segundo recomenda-se que os microaspersores devem ter vazão superior a  $54 \text{ L h}^{-1}$  e serem instalados entre quatro plantas. Essa configuração permite o melhor aproveitamento de água pelas plantas, com maior área molhada e desenvolvimento de raízes (BORGES et al., 2011).

## **2.5. FERTIRRIGAÇÃO COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E SEUS EFEITOS NO SOLO E NAS PLANTAS**

As substâncias húmicas são compostos orgânicos complexos, de alta estabilidade e de peso molecular elevado. São considerados os principais componentes da matéria orgânica do solo (SANTOS et al., 2008). São formadas a partir da degradação e transformação bioquímica, efetuada por microrganismos, de substâncias presentes na matéria orgânica, como lignina, celulose, hemicelulose, açúcares e aminoácidos (SILVA & MENDONÇA, 2007). São constituídas, de forma genérica, por ácidos húmicos, fúlvicos e de humina que

podem ser determinadas com base em sua solubilidade em meio alcalino (PRIMO et al., 2011).

Esses materiais orgânicos apresentam alta atividade exercendo uma série de efeitos benéficos sobre os atributos do solo, sendo relatados efeitos positivos sobre a capacidade de armazenamento de água, formação e manutenção de agregados, capacidade de troca catiônica e disponibilidade de nutrientes (MBAGWU & PICCOLO, 1989; SEYEDBAGHERI, 2010; SANTANA et al. 2011 SELIM & MOSA, 2012; BALDOTTO & BALDOTTO, 2014; BEZERRA et al., 2015). Esses efeitos positivos sobre o solo foram justificados por CANELLAS et al. (2005), que correlacionaram alguns dos atributos das substâncias húmicas com os prováveis efeitos benéficos no solo **Tabela 2**.

**Tabela 2.** Atributos das substâncias húmicas e seus efeitos sobre o solo.

Atributos	Substâncias húmicas	Efeitos no solo
<b>Cor</b>	Apresentam tonalidades variando de amareladas a escuras como negra.	Aumenta a retenção de calor do solo.
<b>Retenção de água</b>	Retem até 20 vezes o seu peso em água.	Melhora o armazenamento de água no solo.
<b>União de partículas sólidas</b>	Cimentam as partículas do solo, formando agregados.	Colabora com a estruturação do solo, melhorias sobre a porosidade e redução da densidade do solo.
<b>Complexação</b>	Formam complexos específicos ( $\text{Cu}^{++}$ , $\text{Mn}^{++}$ , $\text{Zn}^{++}$ , $\text{Al}^{+++}$ ) e não específicos ( $\text{Ca}^{++}$ , $\text{Cd}^{++}$ ).	Detoxificação de íons tóxicos ( $\text{Al}^{+++}$ ) e incremento na mobilidade de íons.
<b>Efeito tampão</b>	Tem função tamponante em amplos intervalos de pH.	Contribuem para o equilíbrio da reação do solo.
<b>Troca de íons</b>	Possuem alta capacidade de troca de ânions e cátions chegando a valores próximos a $1.400 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ .	Contribuem de forma fundamental com a capacidade de troca de ânions e cátions no solo.

Fonte: Adaptado de Canellas et al. (2005)

Outro efeito da presença de material orgânico humificado no solo é que pode ocorrer, como discutido por Santos et al. (2008), interferência positiva sobre a atividade microbiana e da macrofauna, uma vez que esses materiais contribuem para manutenção da estrutura e da umidade do solo, além de servir como substrato e fonte de carbono para os organismos do solo. Um solo com bons índices de atividade biológica se traduz em um ambiente mais equilibrado, propício e sadio para ao desenvolvimento das plantas.

O estímulo à atividade dos organismos que habitam o solo, pode ainda, segundo as explicações feitas por Araújo & Monteiro (2007), contribuir para o incremento da velocidade de degradação de resíduos, com reflexos positivos na ciclagem de nutrientes e de moléculas orgânicas benéficas às plantas, contribuindo com a melhoria das características físico-hídricas do solo, uma vez que com o aumento da atividade dos macro e microrganismos há, também, incremento na formação de bioporos o que resulta na redução da densidade e melhorias na estrutura do solo, com reflexos positivos na infiltração de água e da aeração que são importantes para o desenvolvimento das raízes dos vegetais.

Em relação aos efeitos das substâncias húmicas sobre o desenvolvimento das plantas Chen & Avaid (1990) e Chen et al. (2004) comentaram e descreveram efeitos sobre o transporte de íons; respiração, velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs, produção de ATP; conteúdo de clorofila; síntese de ácidos nucleicos; síntese proteica; inibição ou incremento da atividade de várias enzimas, provável relação precursora de fitohormônios, alongamento celular e funcionamento da bomba de prótons. Os mecanismos de interação na fisiologia e desenvolvimento das plantas ainda não estão totalmente esclarecidos ocorrendo consenso na dependência da resposta de cada espécie a concentração, peso molecular, estrutura e fonte dos ácidos orgânicos (LODHI et al., 2013; MUSCOLO et al., 2013; ZANDONADI et al., 2013; BALDOTTO & BALDOTTO, 2014; CANELLAS & OLIVARES, 2014).

Estudos como os de Silva et al. (2011) avaliaram a influência dessas substâncias sobre a formação de pelos radiculares e crescimento das raízes de tomate, descrevendo resultados positivos. Rengrudkij e Partida (2003) observaram incrementos na absorção via radicular de nitrogênio, em abacate, assim como Quaggiotti et al. (2004) para milho e Bezerra et al. (2015) para fósforo em cana de açúcar. Além dos registros de Canellas et al. (2005), Verlinden et al. (2009) e Seyedbagheri (2010) que discutiram e revisaram o efeito das frações do material húmico sobre a permeabilidade de membranas e absorção de diversos macro e micronutrientes por diferentes espécies.

Outros autores avaliaram o efeito positivo da aplicação das substâncias húmicas na produção das culturas, correlacionando os incrementos de produtividade com a melhoria dos atributos químicos do solo em cultivos de batata (SELIM et al., 2009; 2010), de brócolis (SELIM & MOSA, 2012), de uva (FERRARA & BRUNETTI, 2010), maçã (ZHANG et al., 2013), cana-de-açúcar (ROSSET et al., 2014). Em relação à bananeira registros de campo são escassos, ocorrendo indicações de efeitos positivos da aplicação dessas substâncias sobre plântulas e mudas de bananeira cultivadas em condições controladas e de casa de vegetação (RUSSO et al., 1995, NOMURA et al., 2012). Ocorrendo registros positivos em solos pobres em matéria orgânica).

Em relação às prováveis fontes dessas substâncias orgânicas, para uso agrícola Melo et al. (2008) caracterizaram a composição de diversos resíduos orgânicos e verificaram concentrações, da fração de ácidos húmicos e fúlvicos, em  $\text{g kg}^{-1}$ , da ordem de 9,9; 13,7; 47,1; 43,7; para esterco de suínos, de bovinos, de aves e de codornas, respectivamente. Além disso, observaram as concentrações das frações húmicas de 6,2; 76,4; 9,2; 48,2, para composto orgânico, material húmico industrializado, substrato orgânico e lodo de esgoto, respectivamente.

Moral et al. (2005), que fizeram estudos semelhantes, justificam que podem ocorrer diferenças de composição mesmo entre materiais parecidos devido aos diferentes estádios de decomposição, tornando difícil prever e fazer generalizações sobre os efeitos da aplicação desses resíduos no solo, sem uma análise prévia de sua composição. Contudo esse problema é praticamente eliminado quando se utilizam produtos registrados à base de matéria orgânica ou substâncias húmicas processadas, uma vez que os fabricantes devem informar e garantir concentração e composição química conforme as previsões da legislação vigente conforme revisado por Oliveira (2011) que pesquisou formas alternativas de extração e fracionamento de substâncias húmicas a partir de fertilizantes orgânicos.

As substâncias húmicas processadas, segundo López et al. (2005), vêm sendo empregadas na agricultura na forma de condicionadores físicos, químicos e biológicos do solo. São registrados e comercializados diversos produtos concentrados à base de substâncias húmicas, com ou sem micronutrientes e estimulantes, inclusive para fertirrigação, o que facilitou de certa forma à aplicação localizada do material orgânico humificado em áreas de interesse como aquelas densamente exploradas pelo sistema radicular das plantas.

Por outro lado, embora ocorram diversos registros do efeito benéfico nas plantas e no solo em condições controladas, não ocorrem tantos trabalhos sobre a aplicação localizada de condicionadores de solo e biofertilizantes à base de matéria orgânica na fertirrigação, ocorrendo ainda certa diversidade nos registros que ora apresentam efeitos positivos (MAHMOUD & HAFEZ 2010, ARJUMEND et al. 2015) ora ausentes ou que não justifiquem o emprego dessas substâncias nas doses avaliadas (JONES et al. 2007, HARTZ & BOTTOMS 2010, LITTLE et al. 2014, SILVA et al. 2015). A ausência de efeito da aplicação dessas substâncias, em nível de campo, pode estar relacionada, segundo López et al. (2005) e Hartz e Bottoms (2010), as baixas dosagens recomendadas. Outro fator importante e que pode influenciar os resultados são as condições ambientais, a exemplo dos solos tropicais onde há ocorrência de dinâmica intensa da matéria orgânica do solo, como explicado por Moreira e Siqueira (2006).

### 3.0. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre 20/10/2012 e de 30/02/2015, no campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, situada no município de Cruz das Almas, Região do Recôncavo Baiano, a 12°40'19" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste Gr e altitude de 225 m. O clima local é classificado como tropical quente e úmido, Aw a Am, segundo a classificação de Köppen-Geiger.

A localidade possui registros médios anuais, dos últimos cinco anos (2011-2015), coletados da estação meteorológica automática da Embrapa Mandioca e Fruticultura, de temperatura máxima, mínima, média da ordem de 29,02; 20,8 e 23,9 °C, respectivamente e de umidade relativa e precipitação acumulada da ordem de 82,8 % 1069 mm ano<sup>-1</sup>, respectivamente.

Esta pesquisa foi conduzida durante dois ciclos de produção de um pomar de bananeira 'BRS Princesa', cultivado em um Latossolo Amarelo Distrocoeso, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, descrito por Santos et al. (2013).

Os atributos físico-hídricos e químicos do solo, da área experimental, foram determinados, antes do transplântio das mudas de bananeira, por meio de análise em laboratório, de amostras deformadas e indeformadas, coletadas com quatro repetições, para cada uma das três profundidades (0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,70 m), referentes aos horizontes identificados em campo (SOUZA & SOUZA, 2001). Foram considerados apenas os dados médios, por horizonte, para caracterização inicial dos atributos físico-hídricos (Tabela 3 e Tabela 4) e químicos do solo (Tabela 5).

**Tabela 3.** Porosidade, densidade, granulometria e classificação textural do solo, avaliados por horizonte, antes da instalação do experimento. Cruz das Almas, BA. Out/2012.

Horizonte <sup>1</sup> Prof. (m)	Porosidade (%)			<sup>2</sup> Ds (g cm <sup>-3</sup> )	Granulometria (g kg <sup>-1</sup> )			Classificação textural
	Total	Macro	Micro		Areia total	Silte	Argila	
0,00-0,20	30,49	9,90	20,59	1,76	732	87	181	Franco arenosa
0,20-0,40	27,53	5,25	22,28	1,79	629	68	303	Argilo arenosa
0,40-0,70	30,92	7,83	23,09	1,72	60	77	323	Franco argilo arenosa

<sup>1</sup>Prof.: profundidade. <sup>2</sup>Ds: Densidade do solo.

**Tabela 4.** Retenção de umidade do solo para diferentes tensões, água disponível e condutividade hidráulica saturada, por horizonte, avaliados antes da instalação do experimento. Cruz das Almas, BA. Out/2012.

Horizonte <sup>1</sup> Prof. (m)	<sup>2</sup> Retenção de água Ug (%) por Tensão (ATM)					<sup>3</sup> AD (%)	<sup>4</sup> CHS (mm h <sup>-1</sup> )
	0,1	0,33	1	3	15		
0,00-0,20	10,318	9,588	9,430	9,057	7,824	2,494	3,847
0,20-0,40	10,720	9,733	9,023	8,562	7,813	2,907	3,300
0,40-0,70	12,059	10,789	9,983	9,276	8,896	3,164	5,846

<sup>1</sup>Prof.: Profundidade; <sup>2</sup>Ug: umidade gravimétrica; <sup>3</sup>AD.: água disponível; <sup>4</sup>CHS: Condutividade hidráulica saturada.

**Tabela 5.** Resultado da análise dos atributos químicos do solo antes da instalação do experimento. Cruz das Almas, BA. Out/ 2012.

Horizonte	pH	<sup>2</sup> P	<sup>2</sup> K	<sup>3</sup> Ca	<sup>3</sup> Mg	<sup>3</sup> Al	<sup>2</sup> Na	H+Al	SB	CTC	V	<sup>4</sup> MO
<sup>1</sup> Prof. (m)	(água)	(mg dm <sup>-3</sup> )	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )								%	g kg <sup>-1</sup>
0,00-0,20	6,70	16	0,10	2,50	0,90	0,00	0,01	0,70	3,60	4,30	84	7,00
0,20-0,40	6,00	6	0,10	1,70	0,70	0,00	0,01	1,40	2,50	3,90	64	5,90
0,40-0,70	5,40	5	0,10	1,10	0,50	0,00	0,01	1,90	1,70	3,60	47	5,70

<sup>1</sup>Prof.: Profundidade; SB: soma de bases trocáveis; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases e MO: matéria orgânica. <sup>2</sup>Extração por Mehlich-1; <sup>3</sup>Extração com KCl 1M; <sup>4</sup> Método de Walkley e Black modificado.

A área experimental foi preparada antes do transplântio das mudas de bananeira 'BRS Princesa', que ocorreu em 20/10/2012, no espaçamento de 2,0 x 2,5 m (2000 plantas ha<sup>-1</sup>). Não houve necessidade de calagem. As covas de plantio foram abertas com auxílio de um sulcador regulado para abrir covas de, aproximadamente, 0,5 x 0,5 m e 0,30 m de profundidade. A adubação de fundação foi efetuada por cova, de forma manual, com distribuição 12 litros de esterco bovino curtido, 70 g de mistura de micronutrientes FTE BR 12 e 150 g de superfosfato simples.

As mudas micropropagadas foram, provenientes da biofábrica Campo, instalada nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura. O controle de plantas invasoras foi realizado manualmente, por meio de capinas, e o desbaste e desfolha conforme as recomendações de Alves et al. (2004).

As fertirrigações foram iniciadas após a emissão de novas folhas, após o transplântio. Foram ministradas doses semanais de nitrogênio e de potássio, na forma de ureia e de cloreto de potássio (KCl), respectivamente, e a cada três meses doses de fósforo, por meio da dissolução de monoamônio fosfato (MAP). As quantidades de fertilizantes aplicados por fertirrigação nos dois ciclos de cultivo são verificadas na Tabela 6.

**Tabela 6.** Doses e frequências de aplicação de fertilizantes administrados durante o ciclo de produção da bananeira.

Fonte (Fertilizante)	Nutriente (Elemento)	Concentração (g kg <sup>-1</sup> )	Frequência (intervalo)	Quantidade (kg/ha/ciclo)
Ureia	N	450	semanal	445
MAP	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	480	trimestral	150
KCl	K <sub>2</sub> O	500	semanal	600

As doses aplicadas dos fertilizantes foram calculadas a partir da análise química do solo e das necessidades da cultura, conforme recomendações de Borges & Souza (2009). Foram recomendadas as mesmas quantidades de MAP, KCl e ureia em ambos os ciclos. As substâncias húmicas foram à única fonte de matéria orgânica utilizada nas adubações de cobertura durante o experimento.

A quantidade de água utilizada na diluição dos fertilizantes foi calculada, por meio do princípio de fluxo de massa, conforme descrito por Borges et al. (2006). Para efeito de cálculo utilizou-se a concentração final de fertilizantes na água equivalente a 10 g L<sup>-1</sup>. Para as substâncias húmicas foi adotada a diluição (114 g L<sup>-1</sup>) no cabeçal de controle, atendendo às especificações do produto quanto à aplicação por meio de sistemas de fertirrigação.

O sistema de microaspersão foi instalado com manômetros e registros de gaveta inseridos em pontos estratégicos para controle da pressão e da

fertirrigação das unidades experimentais. Os emissores utilizados possuíam mecanismo de autocompensação de pressão e vazão de  $54 \text{ L h}^{-1}$ , com raio de ação de cerca de 2,15 metros. A distribuição dos microaspersores foi efetuada de modo a irrigar quatro plantas por emissor. O funcionamento do sistema se deu sob uma pressão de serviço da ordem de 2,0 a 2,2 bars.

Antes de cada evento de fertirrigação verificava-se o funcionamento do sistema (pressão registrada nos manômetros) e dos emissores (entupimento). Quando necessário, os emissores entupidos eram desobstruídos ou trocados. Os entupimentos dos emissores foram raros e ocorreram aleatoriamente durante os eventos de irrigação ou de fertirrigação, não ocorrendo relação entre a frequência de entupimentos e o aumento das dosagens de SHs. Os fertilizantes e substâncias húmicas (SHs) aplicados durante o experimento foram injetados na rede hidráulica por uma bomba injetora, desmontável, do tipo pistão, de vazão, regulável até  $60 \text{ L h}^{-1}$ .

A água utilizada no experimento foi recalçada de um reservatório de terra instalada nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura, por meio de um conjunto de motobombas (Figura 1A). A água bombeada foi filtrada antes de entrar na rede hidráulica da área experimental. A filtração da água foi realizada por meio de um sistema de filtragem, constituído por um conjunto de filtros de areia e de discos instalados próximo à casa de bombas (Figura 1B). A análise físico-química da água bombeada é detalhada na Tabela 7.



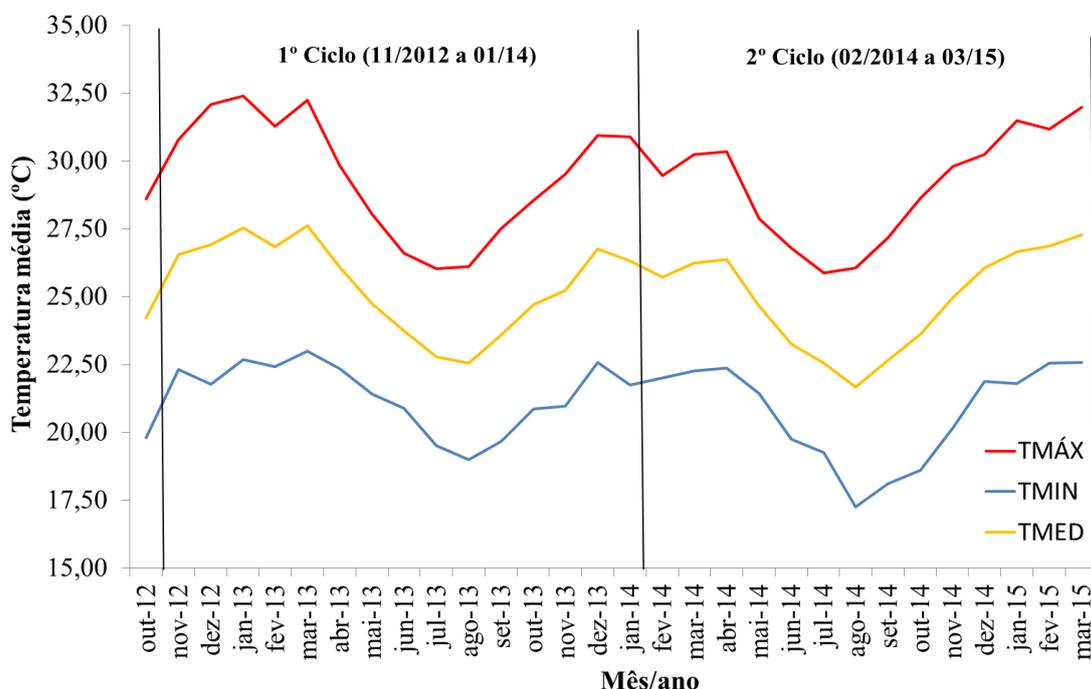
**Figura 1.** Visão geral do reservatório de água utilizado no experimento (A), sistema de filtração de água (B).

**Tabela 7.** Resultado da análise físico-química e classificação da água do reservatório. Cruz das Almas, BA. Jun/2014.

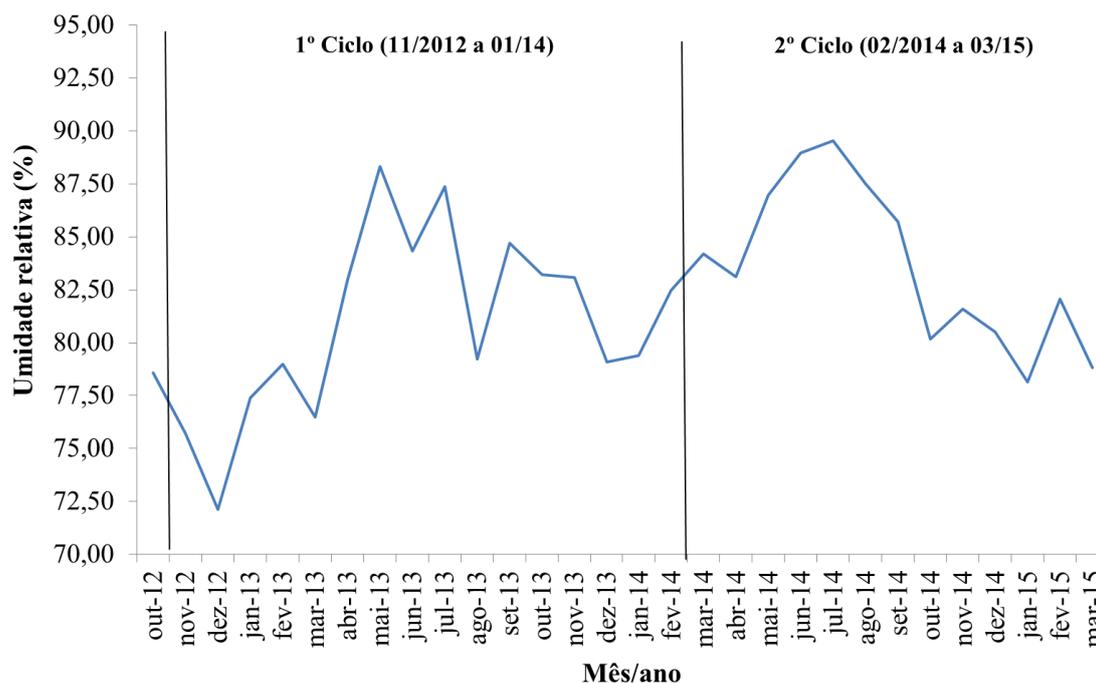
Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado
Condutividade Elétrica (CE)	dS m <sup>-1</sup>	0,65
Cálcio (Ca <sup>++</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	28,00
Magnésio (Mg <sup>++</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	17,00
Potássio (K <sup>+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	0,80
Sódio (Na <sup>+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	100,00
Potencial de Hidrogênio (pH)	-	7,60
Razão de Adsorção de Sódio (RAS)	-	3,60
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	140,00
Classificação da Água para Irrigação (USSL)	-	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

Análise realizada no laboratório de controle de água e alimentos – LCQ – UESB.

Em relação às condições ambientais durante o experimento foram registrados valores médios de temperatura e umidade relativa da ordem de, 25,16 °C, 82,2 %, respectivamente, com amplitude térmica registrada de 17,62°C a 32,60°C e variação de umidade relativa de 71,63 a 88,32 %. Os valores médios registrados ficaram próximos dos valores médios considerados ótimos para cultura da bananeira, 28°C e 80%, para temperatura e umidade relativa, respectivamente, conforme a descrição de Borges & Souza (2004). O comportamento das médias mensais de temperatura máxima, média e mínima são verificados na Figura 2, umidade relativa na Figura 3.

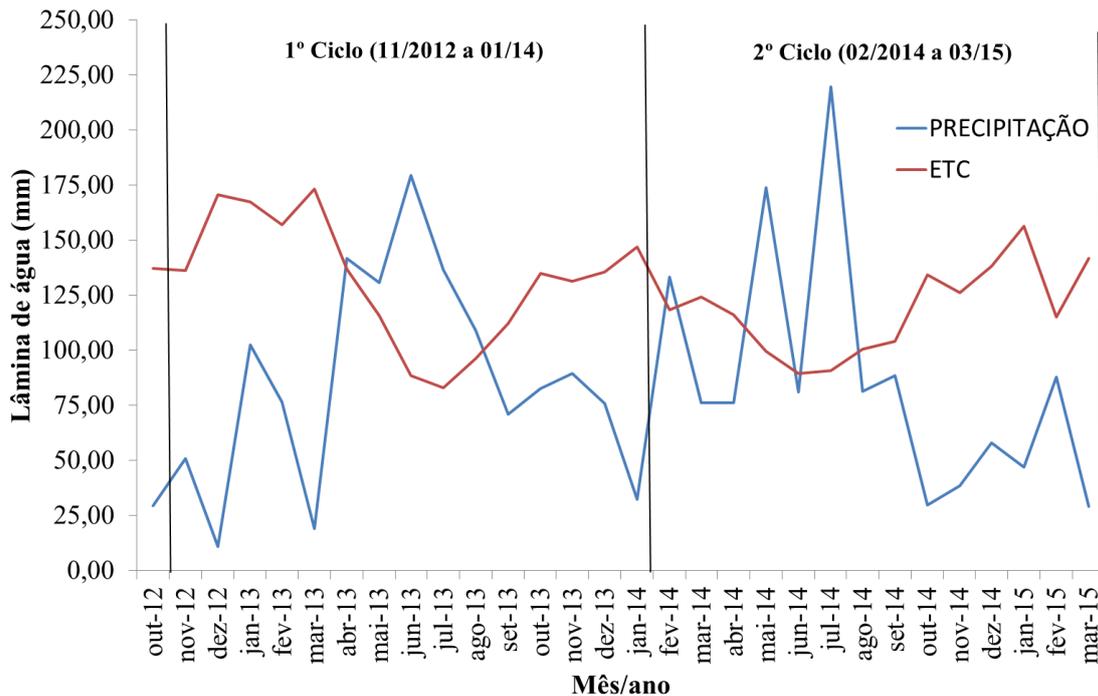


**Figura 2.** Comportamento das médias mensais de temperatura máxima, mínima e média durante a condução do experimento. Cruz das Almas, BA. Nov/2012 a Fev/2015.



**Figura 3.** Comportamento das médias mensais de umidade relativa durante a condução do experimento. Cruz das Almas, BA. Nov/2012 a Fev/2015.

As reposições de água por irrigação foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ETC), obtida pelo produto da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), obtida a partir da equação de Penman-Monteith modificada (ALLEN et al., 1998) alimentada por dados oriundos de estação meteorológica automática instalada próximo ao experimento e dos coeficientes de cultura (K<sub>c</sub>), descritos por Coelho et al. (2006), para os diferentes estádios de desenvolvimento da bananeira. Na Figura 4 são verificadas a precipitação mensal e estimativa da evapotranspiração de referência, considerando-se o K<sub>c</sub> do pomar estabelecido de 1,1.



**Figura 4.** Comportamento das médias mensais de precipitação e evapotranspiração da cultura durante a condução do experimento. Cruz das Almas, BA. Nov/2012 a Fev/2015.

O manejo da irrigação foi efetuado pela associação dos dados calculados da ETC e de dados oriundos do monitoramento da umidade do solo. A avaliação de umidade foi executada, de modo indireto, por meio da leitura de sondas de T.D.R. (Reflectometria no Domínio do Tempo), com auxílio de um refletômetro, tipo TDR100. As sondas utilizadas no processo foram produzidas artesanalmente, sendo confeccionadas e calibradas, segundo as especificações de Silva & Coelho (2014), para as condições específicas do solo. A instalação das sondas foi efetuada em duas distâncias: a 0,30 m da planta em direção ao emissor e 0,30 m do emissor em direção à planta, e nas profundidades de 0,20 m e 0,40 m.

O monitoramento da umidade do solo foi realizado três vezes por semana, com leituras, sempre, anteriores às irrigações. O momento de irrigar foi considerado equivalente ao instante em que a umidade observada era igual a 25 % da água disponível, obtida por meio da análise dos atributos físico-hídricos do solo (Tabelas 3 e 4). A lâmina de água aplicada foi determinada pela combinação dos dados de ETC acumulada desde o último evento de irrigação e dos dados de umidade. Todo o controle da irrigação e os cálculos pertinentes foram efetuados com auxílio de um software desenvolvido para uso interno da equipe de irrigação da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos, quatro repetições, oito plantas por unidade experimental. A unidade experimental variou com o grupo de variáveis avaliadas. Para avaliações dos atributos do solo e atividade microbiana a unidade experimental foi igual à área da parcela, que equivale à área ocupada por oito plantas (40 m<sup>2</sup>). Para as avaliações do desempenho agrônomo das plantas foram consideradas seis plantas úteis na unidade experimental.

Os tratamentos consistiram na aplicação de doses de SHs, calculadas, para dois ciclos de produção do pomar, a partir de uma dose de referência (DR) da ordem de 24,18 kg ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos foram equivalentes às seguintes porcentagens da DR: T1: 100%; T2: 150%; T3: 200%; T4: 250%; T5: 300% e T6: 0%. A fonte de SHs utilizada foi um produto comercial à base de SHs extraídas de leonardita, que possuía densidade de 1,14 kg dm<sup>-3</sup> e composição química: ácidos húmicos (100 g kg<sup>-1</sup>), ácidos fúlvicos (102 g kg<sup>-1</sup>), potássio (26,6 g kg<sup>-1</sup>) e DR para o cultivo da bananeira de 50 L ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, equivalente a dose de 12,09 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>.

Considerou-se a duração média de 15 e 11 meses, para o primeiro e segundo ciclos da bananeira 'BRS Princesa', respectivamente, conforme os registros de Nomura et al. (2013). A aplicação de SHs teve início no fim do mês de dezembro de 2012, enquanto que a última dose foi aplicada no início do mês de janeiro de 2015, totalizando 25 aplicações de SHs, das quais 14 foram aplicadas até o final do primeiro ciclo de produção do pomar. As doses totais e fracionadas de SHs são descritas, por tratamento, na Tabela 8. O croqui da área experimental é visualizado na Figura 5.

**Tabela 8.** Doses totais e mensais de SHs aplicadas por tratamento. Cruz das Almas, BA. Dez/2012 a Jan/2015.

<b>Doses totais de SHs aplicadas durante o experimento</b>						
<b>Ciclo/Tratamento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b><sup>1</sup>Total aplicado (L ha<sup>-1</sup>)</b>	105,00	157,50	210,00	262,50	315,00	0,00
<b>Total aplicado (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	24,18	36,27	48,36	60,45	72,54	0,00
<b><sup>2</sup>Total aplicado (g planta<sup>-1</sup>)</b>	12,09	18,14	24,18	30,23	36,27	0,00
<b><sup>3</sup>Doses fracionadas de SHs</b>						
<b>Ciclo/Tratamento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b><sup>1</sup>Total aplicado (L ha<sup>-1</sup>)</b>	4,20	6,30	8,40	10,50	12,60	0,00
<b>Total aplicado (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	0,97	1,45	1,93	2,42	2,90	0,00
<b><sup>2</sup>Total aplicado (g planta<sup>-1</sup>)</b>	0,48	0,73	0,97	1,21	1,45	0,00
<b><sup>4</sup>Doses totais de SHs aplicadas no 1º ciclo de produção</b>						
<b>Ciclo/Tratamento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b><sup>1</sup>Total aplicado (L ha<sup>-1</sup>)</b>	58,80	88,20	117,60	147,00	176,40	0,00
<b>Total aplicado (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	13,58	20,30	27,02	33,88	40,60	0,00
<b><sup>2</sup>Total aplicado (g planta<sup>-1</sup>)</b>	6,72	10,22	13,58	16,94	20,30	0,00
<b><sup>5</sup>Doses totais de SHs aplicadas no 2º ciclo de produção</b>						
<b>Ciclo/Tratamento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b><sup>1</sup>Total aplicado (L ha<sup>-1</sup>)</b>	46,20	69,30	92,40	155,50	138,60	0,00
<b>Total aplicado (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	10,60	15,97	21,34	26,57	31,94	0,00
<b><sup>2</sup>Total aplicado (g planta<sup>-1</sup>)</b>	5,32	7,99	10,67	13,29	15,97	0,00

<sup>1</sup>Quantidade de SHs em litros por hectare considerando-se o produto comercial com densidade de 1,14 kg dm<sup>-3</sup> e composição química: ácidos húmicos (100 g kg<sup>-1</sup>), ácidos fúlvicos (102g kg<sup>-1</sup>), potássio (26,6 g kg<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Quantidade de SHs em gramas por planta considerando-se a densidade de plantio de 2000 plantas ha<sup>-1</sup>; <sup>3</sup>Dose calculada considerando-se o fracionamento da DR em 25 doses mensais, aplicadas a partir de dez/2012; <sup>4</sup>Doses equivalentes a 14 aplicações de SHs; <sup>5</sup>Doses equivalentes a 11 aplicações de SHs.

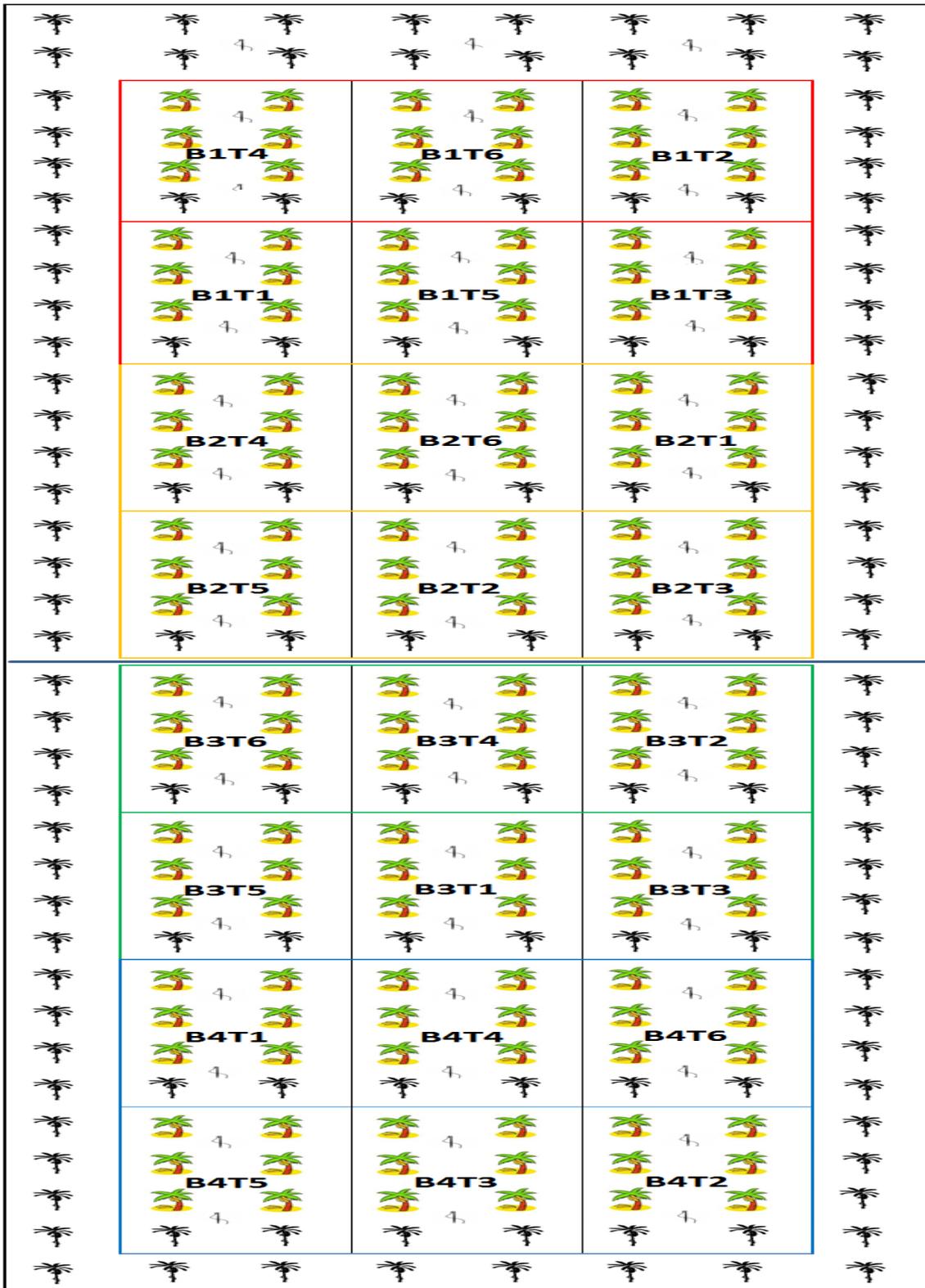


Figura 5. Croqui da área experimental em delineamento em blocos casualizados.

Em relação à avaliação dos atributos físico-hídricos, químicos e dos indicadores de atividade microbiológica do solo foram realizadas coletas de amostras deformadas e indeformadas, no fim do segundo ciclo produtivo do pomar, considerando-se o total da dosagem aplicada durante a condução do experimento.

Para efeito de amostragem de solo foi adotado um padrão de coleta em que as amostras eram retiradas a 0,30 m de distância do pseudocaule, em direção do emissor de irrigação, de uma das plantas úteis da parcela experimental. As coletas de amostras solo efetuadas para avaliar os atributos físico-hídricos e atividade biológica foram realizadas no horizonte mais superficial (0,00 - 0,20 m); enquanto que as coletas para avaliar os atributos químicos foram realizadas nos três horizontes (0,0 - 0,20; 0,20 - 0,40; 0,40 - 0,70 m).

As variáveis avaliadas para verificar o efeito das SHs nos atributos físico-hídricos do solo foram: porosidade total (POTA), macroporosidade (MAPO) e microporosidade (MIPO), determinadas segundo a metodologia descrita por Danielson & Sutherland (1986); densidade do solo (DS), determinada, por meio da metodologia descrita por Blake & Hartage (1986); umidade retida na capacidade de campo (UCCA); condutividade hidráulica saturada (CHST), determinados segundo pela Embrapa (2011).

Em relação à avaliação dos atributos químicos do solo foi efetuada análise das concentrações dos nutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), sódio (Na), além de cálculos da capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) (Embrapa, 2011). A avaliação do teor de matéria orgânica foi realizada segundo metodologia de Walkley & Black adaptada, conforme descrição de Silva et al. (1999).

Os indicadores de atividade biológica do solo estudados foram: carbono da massa microbiana (CMMI), determinado segundo metodologia de Vance et al. (1987); respiração da massa microbiana (RMMI), determinado por meio da metodologia descrita por Jenkinson (1966); coeficiente metabólico (COEF), determinado conforme Anderson & Domsch (1986).

O registro dos dados biométricos referente ao desempenho agrônomo das bananeiras foi realizado nas seis plantas úteis de cada tratamento, nos dois ciclos. As avaliações no momento da emissão floral consistiram da altura do pseudocaule (APC), em metro, efetuada considerando-se a altura medida do solo a gema apical; diâmetro do pseudocaule (DPC), em metro; efetuada a 0,20 m do solo e o número de folhas viáveis na floração (NFF), considerando-se as folhas completamente abertas e com mais de 2/3 do limbo intacto. As medidas APC e DPC foram efetuadas com auxílio de uma régua graduada e flexível.

Na colheita para quantificar a produção foram avaliados a massa do cacho de banana (PCB); massa das pencas (PPC); massa do engaço (PEC); número de pencas por cacho (NPC); número de frutos por cacho (NFC); comprimento (CFM) e diâmetro (DFM) médio do fruto; produtividade relativa de pencas (PRP), de cachos (PRC) e o tempo acumulado do transplante à colheita do cacho (DTC). O PCB, PPC e PCB foram avaliados imediatamente após a colheita, com auxílio de uma balança de precisão igual ou superior a 0,1 kg; Os CFM e DFM foram obtidos pela avaliação do fruto mediano da segunda penca do cacho, a avaliação foi efetuada com auxílio uma fita métrica flexível e um paquímetro. As PRP e o PRC foram determinadas pelo produto do PPC e

PCB, respectivamente, e a densidade do plantio (2000 plantas ha<sup>-1</sup>) e os dados registrados em toneladas por hectare (t ha<sup>-1</sup>). As variáveis de produção foram avaliadas até o fim de fevereiro de 2015.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio do programa SISVAR versão 5.3, desenvolvido por Ferreira (2011), sendo efetuadas análises de variância (ANOVA), com emprego do teste F e análise de regressão, considerando-se uma probabilidade de erro inferior a 5%. Para tanto foram consideradas as doses aplicadas de SHs no primeiro ciclo e no segundo ciclo de forma separada para avaliar o desempenho agrônomo e a dose acumulada para avaliar os atributos do solo. Os modelos matemáticos adotados nos testes de regressão foram o modelo linear e quadrático, com exceção das variáveis referentes aos índices de atividade microbológica em que foram considerados, adicionalmente, os modelos exponencial e logarítmico. Em relação à análise de variância das variáveis de atividade microbológica os resultados provenientes das amostras do tratamento T3 (48,36 kg ha<sup>-1</sup>) foram desconsideradas, pois foi verificado comprometimento das amostras (contaminação).

Foram efetuadas comparações dos resultados das avaliações dos atributos físico-hídricos e químicos do solo, antes da aplicação dos tratamentos (tempo zero) e ao final do segundo ciclo de produção do pomar. Para tanto a fonte de variação quantitativa dose (kg ha<sup>-1</sup>) foi convertida em qualitativa (%DR). Foram considerados os tratamentos T1: 100%; T2: 150%; T3: 200%; T4: 250%; T5: 300%, T6: 0%, além do Tempo zero. Tomou-se o cuidado de conduzir-se uma segunda análise de variância contemplando o Tempo zero. As médias foram comparadas por meio do teste Scott Knott, a 5% de probabilidade.

## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

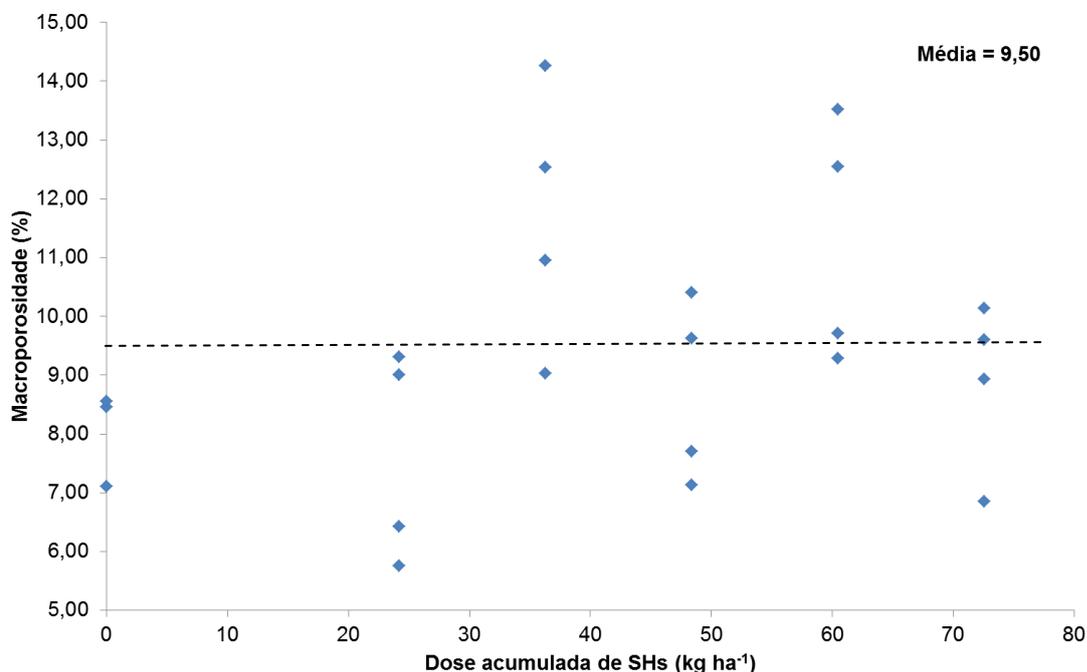
### 4.1. ANÁLISES FÍSICO-HÍDRICAS, QUÍMICAS, DE ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA DO SOLO

Verificou-se pela análise de variância ( $p < 0,05$ ) que não houve efeito significativo da aplicação das doses de substâncias húmicas (SHs) sobre os atributos físico-hídricos do Latossolo Amarelo Distrocoeso, com exceção da macroporosidade (MAPO) em que foi constatada a significância (Tabela 9), porém não houve ajuste aos modelos matemáticos testados, tão pouco identificou-se tendência de aumento ou redução da MAPO em função da aplicação das doses de SHs (Figura 6).

**Tabela 9.** Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias, médias e coeficientes de variação para os atributos físico-hídricos do solo, avaliados ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas. Fev/2015.

Fonte de variação	Graus de liberdade	POTA	MAPO	MIPO	DS	URCA	CHST
Bloco	3	5,06	4,94	5,00	0,01	0,57	0,03
Tratamento	5	6,41	<b>10,29**</b>	2,37	0,01	0,50	0,15
Resíduo	15	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	7,23	18,83	8,47	5,63	10,66	67,98

\*\* significativo ( $p > 0,01$ ); \*significativo ( $p < 0,05$ ), CV: coeficiente de variação. POTA: porosidade total; MAPO: macroporosidade; MIPO: microporosidade; DS: densidade do solo; URCA: umidade retida na capacidade de campo; CHST: condutividade hidráulica saturada.



**Figura 6.** Representação gráfica da distribuição das médias de macroporosidade, registrada no fim do segundo ciclo de produção, em função das doses acumuladas de substâncias húmicas (SHs).

Considerando os atributos físico-hídricos da área experimental antes da aplicação dos tratamentos (Tempo zero) também foi registrada a significância do efeito da aplicação da SHs sobre a MAPO (Tabela 10). Verificando-se ocorrência de diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados, conforme teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ) (Tabela 11). Registrando-se destaque para as médias dos tratamentos em que foram aplicados 150% DR e 250 % DR.

**Tabela 10.** Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias, médias e coeficientes de variação para os atributos físico-hídricos do solo, avaliados antes da aplicação dos tratamentos e ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas. Fev/2015.

Fonte de variação	Graus de liberdade	POTA	MAPO	MIPO	DS	URCA	CHST
Bloco	3	4,34	4,23	4,29	0,0026	0,49	2645,30
Tratamento	6	7,62	<b>8,67**</b>	3,11	0,0087	0,53	2232,69
Resíduo	18	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	6,65	17,01	7,86	5,16	9,74	75,00

\*\* significativo ( $p > 0,01$ ); \*significativo ( $p < 0,05$ ), CV: coeficiente de variação. POTA: porosidade total; MAPO: macroporosidade; MIPO: microporosidade; DS: densidade do solo; URCA: umidade retida na capacidade de campo; CHST: condutividade hidráulica saturada.

**Tabela 11.** Médias de cada atributo físico-hídrico avaliado antes da implantação e no final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Out/2012 a Fev/2015.

Tratamento (% DR)	POTA (%)	MAPO (%)	MIPO (%)	DS ( $\text{g cm}^{-3}$ )	URCA (%)	CHST ( $\text{mm h}^{-1}$ )
Tempo zero	30,49	<b>9,90 b</b>	20,59	1,76	10,31	3,85
0% DR	27,09	<b>8,85 b</b>	18,24	1,81	9,58	44,18
100% DR	27,58	<b>7,63 b</b>	19,95	1,67	9,88	40,61
150% DR	29,92	<b>11,69 a</b>	18,23	1,73	9,42	26,84
200% DR	28,43	<b>8,71 b</b>	19,71	1,79	10,05	54,28
250% DR	28,60	<b>11,27 a</b>	19,77	1,77	9,66	15,79
300% DR	30,49	<b>9,50 b</b>	19,22	1,72	10,43	73,52
<b>Média Geral</b>	28,49	9,50	19,18	1,75	9,87	42,53
<b>CV (%)</b>	6,65	17,01	7,86	5,16	9,74	75,00

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott ( $p > 0,005$ ). DR: dose de referência; POTA: porosidade total; MAPO: macroporosidade; MIPO: microporosidade; DS: densidade do solo; URCA: umidade gravimétrica retida na capacidade de campo; CHST: condutividade hidráulica saturada.

Por outro lado, verificou-se que apesar de registrar-se efeito significativo e diferenças estatísticas entre as médias registradas de MAPO, não há distribuição lógica das médias entre os tratamentos, uma vez que não se verifica diferença estatística entre o controle (0% DR) e/ou médias dos atributos avaliados antes da aplicação dos tratamentos (Tempo zero) e as médias de MAPO imediatamente superiores às médias das doses que se destacaram (150% e 200%DR). Esse resultado demonstra que, possivelmente, o efeito significativo sobre a MAPO não pode ser atribuído de forma exclusiva à aplicação de SHs.

Os valores médios dos atributos físico-hídricos registrados encontram-se na faixa descrita por Souza & Souza (2001), que caracterizaram esses atributos na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Contudo, a umidade retida na capacidade de campo (URCA) e a condutividade hidráulica saturada (CHST)

apresentaram médias inferiores e superiores, respectivamente, aos valores registrados por esses autores. Os valores médios de porosidade estão, segundo Borges et al. (2016), abaixo da faixa considerada ótima para o pleno desenvolvimento radicular da bananeira, equivalente a valores de porosidade total e macroporosidade superiores a 35 e 10%, respectivamente.

A falta de resultados significativos das análises dos atributos físico-hídricos corroboram com registros realizados por Santos (2015) que estudou a fertirrigação com SHs, por gotejamento, no mesmo tipo de solo, cultivado com a mesma cultivar de bananeira, utilizando frequência e doses semelhantes do mesmo produto e relatou a ausência de resultados significativos sobre os atributos físico-hídricos do solo. Por outro lado, registrou efeitos significativos da aplicação de SHs sobre os atributos químicos do solo: capacidade de troca catiônica (CTC) e teor de matéria orgânica (MO). O que difere dos resultados verificados neste experimento, uma vez que não foi registrado efeito da aplicação das SHs sobre os atributos químicos avaliados, em nenhuma das profundidades amostradas, conforme resumo da análise de variância detalhada na Tabela 12.

**Tabela 12.** Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias, médias e coeficientes de variação para os atributos químicos do solo, por profundidade, avaliados ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Fev/2015.

Profundidade (metros)	Fonte de variação	Graus de liberdade	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Na	CTC	V	MO
0,00 - 0,20	Bloco	3	0,07	67,48	0,01	0,07	0,09	0,00	0,12	0,02	36,61	1,15
	Tratamento	5	0,14	198,14	0,01	0,41	0,06	0,00	0,10	0,52	89,07	15,44
	Resíduo	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CV (%)	-	4,37	57,74	31,54	20,86	24,24	0,00	92,72	12,89	12,76	34,43
0,20 - 0,40	Bloco	3	2,64	716,37	0,01	0,11	0,12	0,00	0,84	0,45	453,71	0,70
	Tratamento	5	2,62	502,54	0,20	0,20	0,01	0,00	0,61	0,84	405,34	2,47
	Resíduo	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CV (%)	-	5,32	113,83	26,47	26,47	23,66	0,00	48,73	15,90	13,21	28,78
0,40 - 0,70	Bloco	3	1,63	115,83	0,01	0,11	0,14	0,03	2,00	380,45	637,59	1,70
	Tratamento	5	0,42	111,46	0,01	0,18	0,04	0,03	0,20	385,02	176,24	3,14
	Resíduo	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CV (%)	-	11,52	139,17	45,96	37,20	31,81	137,83	63,79	24,29	45,03	20,1

\*\* significativo ( $p > 0,01$ ); \* significativo ( $p < 0,05$ ). CV: coeficiente de variação; SB: soma de bases trocáveis; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases e MO: teor de matéria orgânica.

A estratégia de aplicação por microaspersão pode ter atenuado os efeitos da aplicação das SHs, uma vez que Santos (2015) registrou resultados positivos efetuando a aplicação das mesmas doses de SHs por gotejamento. Essa diferença entre os resultados pode estar relacionada à quantidade de SHs aplicada por unidade de área, verificado que o raio de ação dos microaspersores é maior que o dos gotejadores e, portanto, a concentração das SHs na área ou bulbo molhado dos gotejadores é maior, para mesma dose de produto injetada no sistema de irrigação.

Outra possível justificativa à falta de efeito da fertirrigação com SHs pode estar relacionada com a dose insuficiente de SHs, conforme comentado por López et al. (2005) que revisaram o emprego de SHs na fertirrigação e argumentaram que, apesar da presença desses materiais ocasionarem, realmente, diversos efeitos benéficos no solo, seriam necessárias aplicações de doses muito superiores àquelas normalmente recomendadas comercialmente e/ou aplicações concentradas para que ocorressem efeitos significativos sobre os atributos químicos e atividade microbológica, sendo necessárias doses extremamente superiores para que ocorressem efeitos sobre os atributos físico-hídricos do solo.

A falta de efeito da aplicação de SHs também foi registrada por Hartz & Bottoms (2010) que avaliaram a aplicação de diferentes produtos à base de SHs extraídas de leonardita em cultivos de tomate e alface cultivados em vasos contendo quatro tipos de solo, com dosagens inferiores a 5 Kg Há<sup>-1</sup>. Esses autores concluíram que a aplicação das substâncias não influenciaram a absorção de nutrientes e tão pouco o desempenho agrônômico das plantas nas condições avaliadas, frisando as dosagens comerciais insuficientes. O que também foi descrito por Little et al. (2014) que não verificaram efeitos significativos sobre o conteúdo de nutrientes em tecidos vegetais e produção de forrageiras.

Resultados de pesquisa envolvendo o efeito de dosagens mais elevadas de SHs nos atributos químicos do solo, em condições de campo, foram divulgados por Selim & Mosa (2012), que registraram efeitos positivos sobre os conteúdos de N, P, K, Fe, Mn e Zn em um solo arenoso, cultivado com brócolis, submetido à fertirrigação por gotejamento e aplicação de doses de NPK na presença e ausência de SHs (21,96 kg ha<sup>-1</sup>, fracionadas em três aplicações), por Zhang et al. (2013) que avaliaram, durante dois ciclos, um cultivo de maçã submetido a diferentes doses de NPK com adição ou não de ácidos húmicos (475 kg ha<sup>-1</sup>) e verificaram incrementos na disponibilidade de NPK, principalmente de P e K, na profundidade de 0,00 a 0,40 m, nos tratamentos que receberam as aplicações de ácidos húmicos, além dos resultados positivos sobre o conteúdo de nutrientes e atributos químicos do solo divulgados por Selim et al. (2010), Mahmoud & Hafez (2010) e Seyedbagheri et al. (2010) que estudaram a aplicação de SHs em solos arenosos cultivados com batata e de resultados obtidos em condições controladas divulgados por Arjumend et al. (2015) que registraram resultados positivos sobre o conteúdo de N, P, K e MO em vasos contendo solos argilosos e argilo-siltosos cultivados com trigo e Bezerra et al. (2015) sobre a disponibilidade de fósforo após aplicação de SHs em vasos contendo um Neossolo e um Argissolo cultivados com cana de açúcar.

Em relação à comparação dos atributos químicos do solo avaliados antes da aplicação dos tratamentos (Tempo zero) e ao final do segundo ciclo produção a análise de variância não revelou efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis (Tabela 13) as médias registradas são descritas na (Tabela 14).

**Tabela 13.** Quadrados médios, significâncias médias e coeficientes de variação para os atributos químicos do solo, por profundidade, avaliados ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Fev/2015.

Horizonte (m)	Fonte de variação	Graus de liberdade	pH	P	K	Ca	Mg	AL	Na	CTC	V	MO
0,00 - 0,20	Bloco	3	0,06	57,84	0,01	0,06	0,77	0,01	0,10	0,09	31,38	0,98
	Tratamento	6	0,12	192,10	0,01	0,43	0,55	0,01	0,13	0,47	90,96	25,99
	Resíduo	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	-	-	6,78	22,54	0,19	2,13	1,06	0	0,49	4,19	88	11,79
CV (%)	-	-	4,04	55,42	30,47	18,63	22,84	0,00	78,96	11,72	11,80	33,40
0,20 - 0,40	Bloco	3	0,27	614,03	0,01	0,09	0,11	0,01	0,72	0,30	389,75	0,61
	Tratamento	6	0,38	507,48	0,01	0,17	0,03	0,01	0,71	0,14	478,79	5,37
	Resíduo	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	-	-	6,48	18,46	0,1	1,54	0,92	0	0,88	3,87	77	8,38
CV (%)	-	-	5,09	117,64	44,48	24,03	23,07	0,00	43,15	14,61	13,21	27,44
0,40 - 0,70	Bloco	3	1,40	98,29	0,01	0,10	0,17	0,03	0,47	1,13	1017,05	1,46
	Tratamento	6	0,46	104,02	0,01	0,16	0,07	0,04	0,65	0,07	525,61	2,65
	Resíduo	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	-	-	5,91	9,08	0,11	1,07	0,73	0,13	1,49	3,80	62	6,04
CV (%)	-	-	11,15	137,93	46,43	33,87	31,94	111,19	25,24	14,42	31,51	18,76

\* significativo ( $p < 0,05$ ), CV: coeficiente de variação; H+Al: acidez potencial; SB: soma de bases trocáveis; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases e MO: teor de matéria orgânica.

**Tabela 14.** Médias dos atributos químicos do solo avaliados antes da aplicação dos tratamentos e ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Out/2012 a Fev/2015.

Prof. (metros)	Trat. (% DR)	pH	P (mg dm <sup>-3</sup> )	K	Ca	Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Al	Na	CTC	V (%)	MO (g kg <sup>-1</sup> )
0 - 0,20 m	Tempo zero	6,70	15	0,10	2,50	0,90	0,00	0,70	4,30	84	7,00
	0% DR	6,88	20	0,17	2,23	1,05	0,00	0,43	4,33	90	12,75
	100% DR	6,55	16	0,16	1,67	0,92	0,00	0,69	3,71	81	9,50
	150% DR	6,55	15	0,19	1,87	0,95	0,00	0,67	3,94	82	9,50
	200% DR	6,85	23	0,19	2,58	1,26	0,00	0,35	4,75	91	14,50
	250% DR	6,83	34	0,22	2,22	1,08	0,00	0,50	4,30	88	12,00
	300% DR	7,03	25	0,22	2,19	1,11	0,00	0,32	4,09	92	12,50
	<b>CV (%)</b>	-	4,04	55,42	30,47	18,63	22,84	0,00	78,96	11,72	11,8
<b>Média</b>	-	6,78	22,54	0,19	2,13	1,06	0,00	0,49	4,19	88	11,79
0,20 - 0,40 m	Tempo zero	6,00	6	0,10	1,70	0,70	0,00	1,40	3,9	64	5,90
	0% DR	6,88	10	0,09	1,75	0,89	0,00	0,84	3,75	88	8,00
	100% DR	6,40	38	0,11	1,56	0,92	0,00	1,21	4,16	72	8,75
	150% DR	6,10	10	0,13	1,35	0,88	0,00	1,26	3,93	68	7,00
	200% DR	6,73	23	0,06	1,76	1,01	0,00	0,37	3,7	91	8,75
	250% DR	6,48	19	0,10	1,61	0,94	0,00	0,88	3,99	77	8,50
	300% DR	6,33	9	0,11	1,21	0,87	0,00	1,12	3,67	68	9,25
	<b>CV (%)</b>	-	5,09	117,64	44,48	24,03	23,07	0,00	43,15	14,61	13,21
<b>Média</b>	-	6,48	18,46	0,10	1,54	0,92	0,00	0,88	3,87	77	8,38
0,40 - 0,70 m	Tempo zero	5,40	4	0,10	1,10	0,50	0,00	1,90	3,60	47	5,70
	0% DR	6,38	4	0,09	1,29	0,88	0,00	0,84	3,66	80	7,00
	100% DR	5,58	6	0,11	0,91	0,62	0,25	1,67	3,58	56	4,75
	150% DR	5,75	10	0,19	1,09	0,67	0,15	1,67	3,86	57	6,50
	200% DR	6,05	7	0,10	1,01	0,81	0,15	1,54	3,91	65	6,00
	250% DR	6,13	6	0,09	1,33	0,78	0,05	1,28	3,93	68	6,75
	300% DR	5,58	19	0,12	0,78	0,65	0,20	1,98	3,86	50	5,25
	<b>CV (%)</b>	-	11,15	137,93	46,43	33,87	31,94	111,19	25,24	14,42	31,51
<b>Média</b>	-	5,91	9,08	0,11	1,07	0,73	0,13	1,49	3,80	62	6,04

\* significativo (p<0,05), CV: coeficiente de variação; H+Al: acidez potencial; SB: soma de bases trocáveis; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases e MO: teor de matéria orgânica.

Considerando-se a profundidade efetiva do sistema radicular da bananeira (0,0 – 0,20 e 0,20 - 0,40 m) e os critérios de interpretação dos atributos químicos em função do cultivo da bananeira, propostos por Borges et al. (2016), conforme a Tabela 1, a concentração de fósforo disponível (P) foi considerada dentro da faixa adequada, em ambas as profundidades; potássio (K) foi considerada baixa na profundidade de 0,0- 0,20 m e muito baixa na profundidade de 0,20-0,40 m; cálcio (Ca) foi alta em ambas as profundidades; e magnésio (Mg) foi considerada adequada para ambas as profundidades. Já o teor de matéria orgânica (MO) foi considerado muito baixo, em ambas as profundidades; a capacidade de troca catiônica (CTC) é baixa, em ambas as profundidades; a saturação por bases (V) foi considerada alta na profundidade de 0,00 - 0,20 m e adequada na profundidade de 0,20 – 0,40 m.

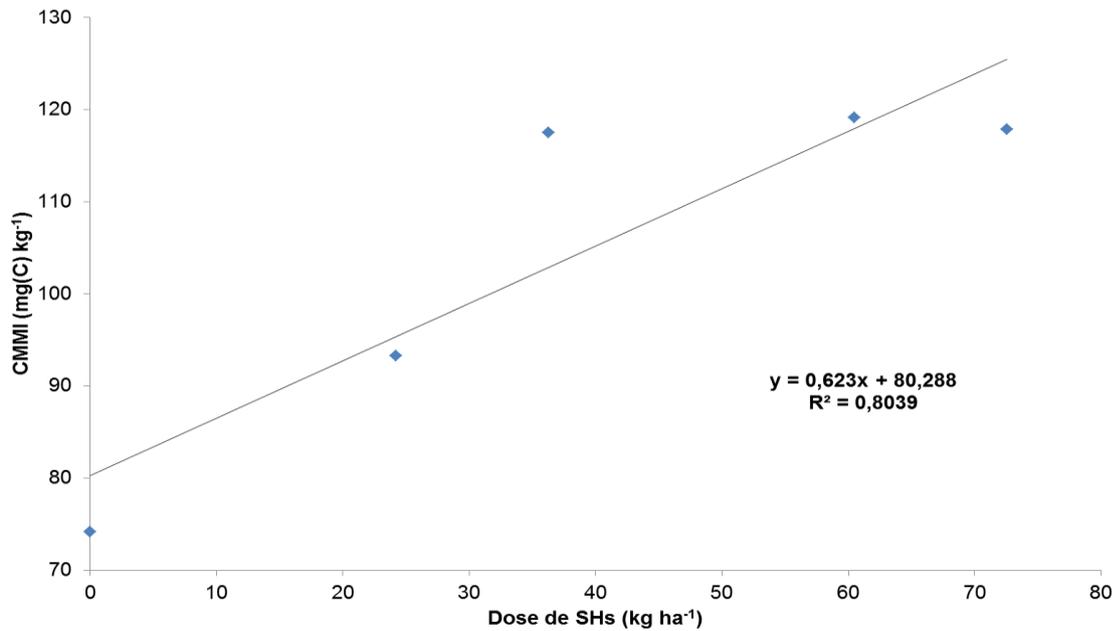
Os resultados demonstram que às quantidades aportadas de matéria orgânica, independente do tratamento aplicado, foram insuficientes para proporcionar incrementos significativos nos teores de matéria orgânica do solo (MOS) em relação aos valores iniciais. Acredita-se que o carbono orgânico aportado no solo foi utilizado pelos microrganismos sem que houvesse excedente para o incremento da MOS.

Em relação à atividade microbiológica do solo a análise de variância detectou efeito significativo sobre o teor de carbono da biomassa microbiana (CMMI) (Tabela 15), sendo registrado ajuste ao modelo matemático linear (Figura 7).

**Tabela 15.** Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias, médias e coeficientes de variação para os atributos de atividade microbiológica do solo, avaliados ao final do segundo ciclo de produção da bananeira ‘BRS Princesa’. Cruz das Almas, BA. Fev/2015.

Fonte de variação	Graus de liberdade	CMMI	RMMI	COEF
<b>Bloco</b>	3	1764,20	0,41	0,01
<b>Tratamento<sup>1</sup></b>	4	<b>3376,68*</b>	0,15	0,01
<b>Resíduo<sup>1</sup></b>	12	-	-	-
<b>C.V. (%)</b>	-	30,77	32,11	42,74

\* significativo ( $p < 0,01$ ), C.V.: coeficiente de variação. CMMI: carbono da massa microbiana; RMMI: respiração da massa microbiana; COEF: coeficiente metabólico. 1 - Para a variável CMMI foram considerados apenas cinco tratamentos na análise de variância.



**Figura 7.** Representação gráfica do ajuste matemático linear as médias de carbono da biomassa microbiana (CMMI), avaliado no fim do segundo ciclo de produção, em função das doses acumuladas de substâncias húmicas (SHs).

O aumento do CMMI já era esperado, uma vez que os tratamentos consistiram em aplicação crescente de doses de carbono orgânico, na forma de ácidos húmicos e fúlvicos. Por outro lado, verificou-se que as médias das variáveis de atividade microbiana (Tabela 16) estão abaixo dos valores médios considerados adequados, conforme descrição efetuada por Goedert (2005) e citada por Papa et al. (2011), que correspondem a teores superiores a 200 mg C kg<sup>-1</sup> de CMMI e a 10 mgCO<sub>2</sub> kg dia<sup>-1</sup> de RBAS. Os baixos valores de RBAS e COEF indicam, segundo Nicodemo (2009), baixa atividade microbiana e podem estar relacionados com a ausência de cobertura morta na área amostrada, recalcitrância das SHs e com baixos teores iniciais e finais de matéria orgânica no solo.

**Tabela 16.** Média geral e por tratamento dos atributos de atividade microbiológica avaliados ao final do segundo ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Fev/2015.

Tratamento (kg ha <sup>-1</sup> )	CMMI (mg(C) kg <sup>-1</sup> )	RBAS (mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	COEF RBAS/CMMI
0,00	74,14	0,94	0,0127
24,18	93,31	1,11	0,0119
36,27	117,5	0,91	0,0077
60,45	119,17	1,01	0,0085
72,54	117,84	0,71	0,0060
Média Geral	94,98	1,00	0,013

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a ( $p>0,05$ ) pelo teste de Scott Knott. CMMI: Carbono da biomassa microbiana (em miligramas de carbono por quilo); RBAS: Respiração basal (em miligramas de gás carbônico por quilo dia); COEF: Coeficiente metabólico.

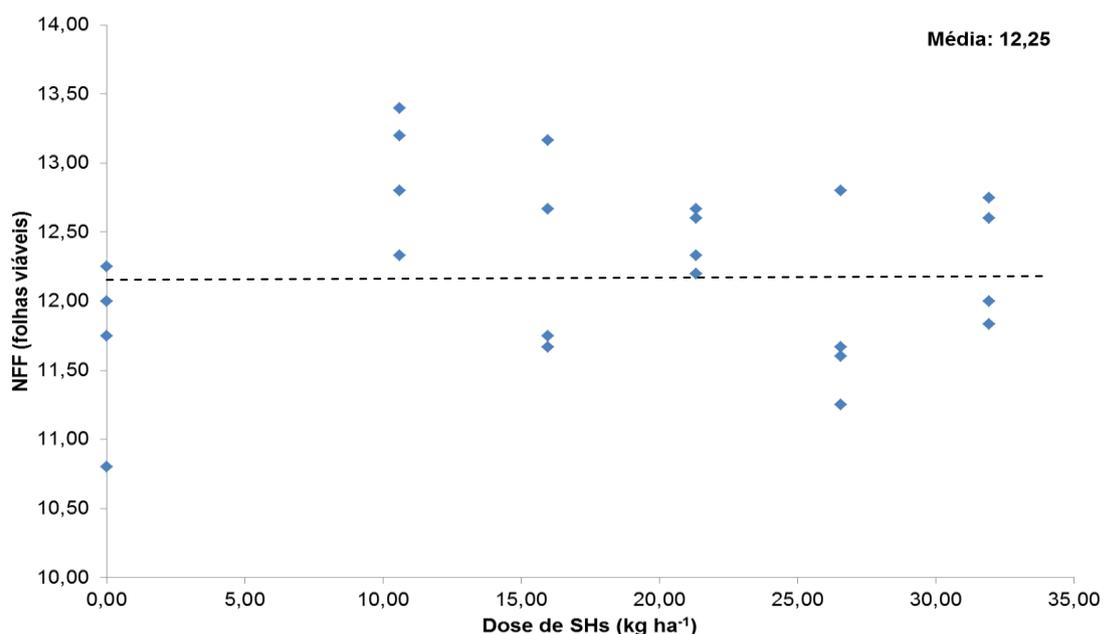
#### 4.3. ANÁLISES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO ACUMULADOS DO POMAR

A falta de efeitos positivos da fertirrigação com SHs sobre a maioria dos atributos do solo justifica, de certa forma, a ausência de efeito sobre as variáveis de desempenho agrônomo avaliadas durante a emissão floral e colheita, no primeiro e segundo ciclos de produção do pomar, conforme a análise de variância ( $p>0,05$ ) (Tabela 17), com exceção das seguintes variáveis avaliadas no segundo ciclo de produção: número de folhas viáveis na floração (NFF); número de frutos por cacho (NFC) que apresentaram significância, porém não se ajustaram matematicamente a quaisquer dos modelos matemáticos testados (Figura 8 e Figura 9) e a variável dias do transplante à colheita (DTC), no qual houve ajuste ao modelo matemático linear.

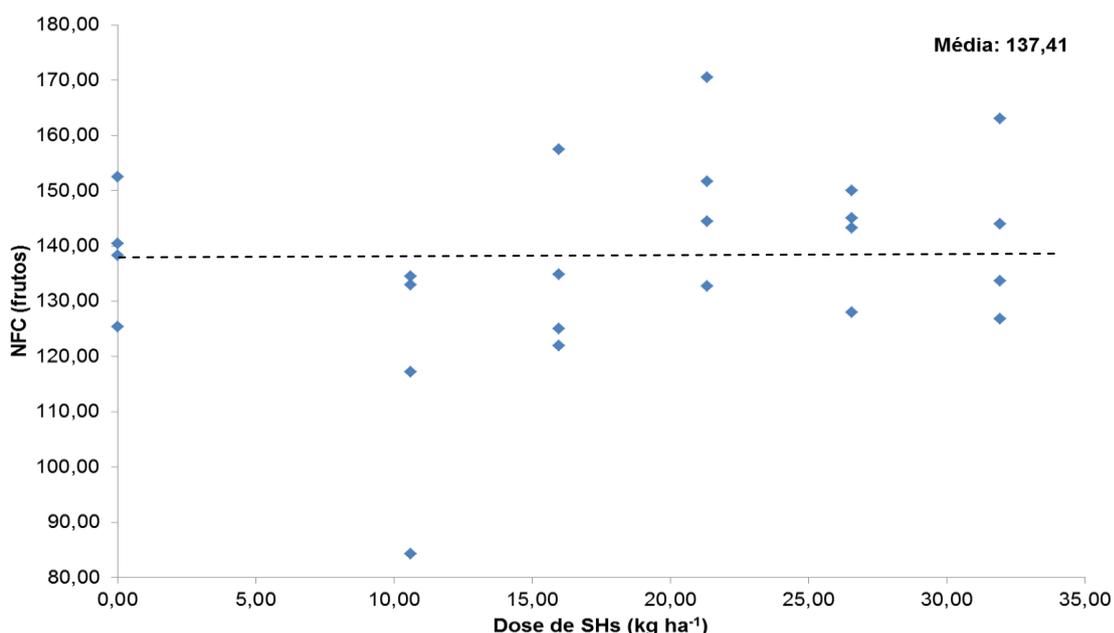
**Tabela 17.** Resumo da análise de variância contendo os quadrados médios, médias e coeficientes de variação dos atributos de crescimento e produção, por ciclo de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Out/2012 a Fev/2015.

Ciclo	FV	GL	APC	DPC	NFF	DTC	MCB	MPC	MEC	MPC	NFC	CMF	DMF	PRC	PRP	
1 <sup>o</sup>	<b>Bloco</b>	3	0,02	0,01	0,94	571,99	9516667	7680994	124374	0,35	161,30	0,44	0,24	38066733	30724004	
	<b>Tratamento</b>	5	0,03	0,01	0,17	621,14	2021039	1931312	16370	0,27	126,20	0,48	0,61	8084130	7725242	
	<b>Resíduo</b>	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Média</b>			3,272	0,275	9,583	440,052	16,365	14,679	1,692	7,768	115,375	0,158	0,0396	32,730	29,363
	<b>C.V. (%)</b>			4,63	7,75	7,70	4,00	11,21	11,44	12,16	4,68	9,48	3,59	2,58	11,21	11,44
2 <sup>o</sup>	<b>Bloco</b>	3	17,86	3,09	0,76	934,69*	955726	664809	34833	0,34	688,49*	0,30	0,72	3822917	2659234	
	<b>Tratamento</b>	5	261,16	2,06	<b>0,79*</b>	<b>1497,58**</b>	4209148	3267498	73501	0,79	<b>486,35*</b>	1,06	1,21	16836596	13069969	
	<b>Resíduo</b>	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Média</b>			4,297	0,285	12,252	748,807	14,903	13,374	1,543	8,895	137,413	0,158	0,0340	29,841	26,749
	<b>C.V. (%)</b>			4,84	9,53	3,82	2,23	10,62	10,71	14,79	6,22	9,36	4,1	2,26	10,62	10,71

\*\* significativo ( $p > 0,01$ ); \* significativo ( $p < 0,05$ ) FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; CV (%): coeficiente de variação em porcentagem; APC: altura do pseudocaule (m); DPC: diâmetro do pseudocaule (m); NFF: número de folhas viáveis no florescimento; DTC: dias do transplante a colheita; MCB: massa do cacho de banana (kg); MPC: massa das pencas de banana (kg); NFC: número de frutos por cacho; CMF: comprimento médio do fruto (m); DMF: diâmetro médio do fruto (m); PRC: produtividade de cachos  $t\ ha^{-1}$ ; PRP: produtividade de pencas  $(t\ ha^{-1})$

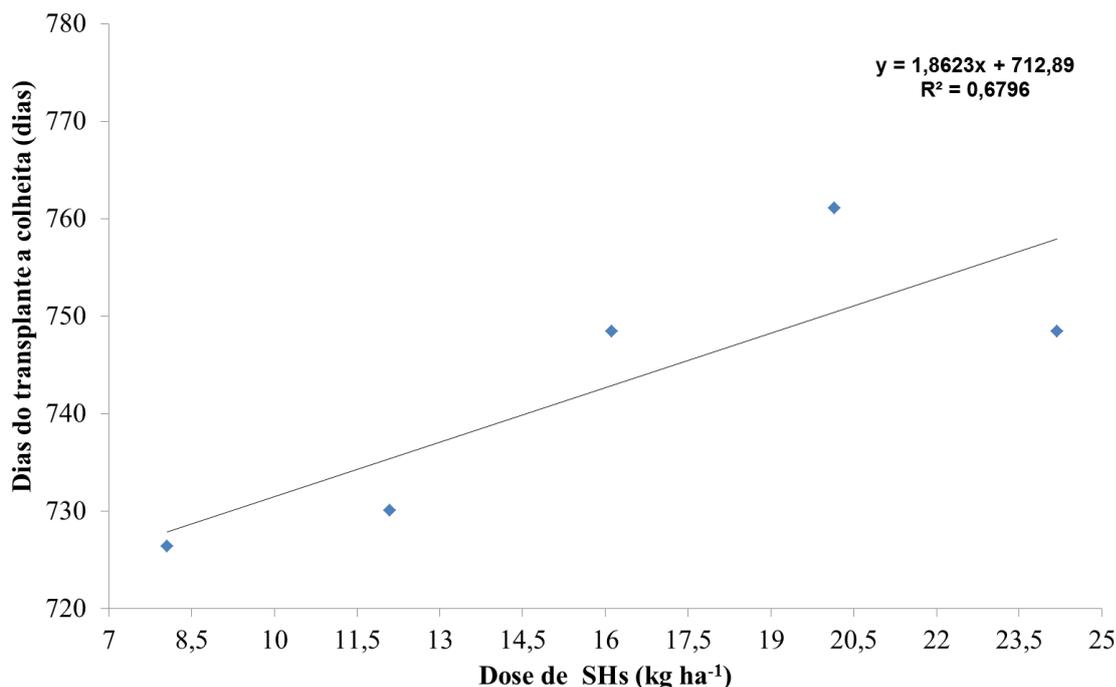


**Figura 8.** Representação gráfica da distribuição das médias do número de folhas viáveis na floração (NFF) em função da dose de substâncias húmicas (SHs).



**Figura 9.** Representação gráfica da distribuição das médias do número de frutos do cacho (NFC) em função da dose de substâncias húmicas (SHs).

Em relação ao intervalo de tempo do transplante á colheita (DTC), avaliado no segundo ciclo de produção, pode-se argumentar, considerando o resultado significativo da análise de variância, o baixo CV (2,23%) e a plotagem da equação de regressão que houve uma tendência de redução no intervalo de DTC na medida em que se reduz a dose de substância húmica (Figura 10).



**Figura 10.** Relação entre as doses de SHs sobre o intervalo de dias do transplante (DTC) à colheita do 2º ciclo Cruz das Almas, BA. Fev/2015.

Segundo o modelo ajustado o menor intervalo de tempo entre o transplante e a colheita (727 dias) é proporcionado pela menor dose aplicada, da ordem de 10,60 kg ha<sup>-1</sup>. Ocorrendo redução de DTC em relação à testemunha (779 dias) de 52 dias. Em relação às médias registradas de DTC verificou-se que as mesmas estão muito próximas da faixa divulgada por Numura et al. (2013) que verificaram para o primeiro e segundo ciclos de cultivo da 'BRS Princesa' valores da ordem de 453,4±19,2 e 747,1±27,9 dias, respectivamente, sem aplicação de SHs.

O efeito significativo das SHs sobre a DTC poderia ser justificado pelos efeitos estimulantes das SHs na fisiologia e desenvolvimento das plantas (BALDOTTO & BALDOTTO, 2014; CANELLAS & OLIVARES, 2014). Ocorrem registros da ação bioestimulante radicular e precursora de fitohormônios dessas substâncias em outros cultivos (TREVISAN et al., 2010, CANELLAS et al., 2015), inclusive sobre o desenvolvimento de mudas e plântulas de bananeira em condições controladas (RUSSO et al. 1995; NOMURA et al., 2012). Contudo, não há consenso sobre os mecanismos de ação desses ácidos orgânicos sobre as plantas, sendo conhecida a existência de variações da resposta das plantas com a concentração, peso molecular, estrutura dos ácidos orgânicos e fontes das SHs (MUSCOLO et al., 2013; ZANDONADI et al., 2013).

As médias registradas por variável, ciclo de produção e tratamento são apresentados na **Tabela 18**.

**Tabela 18.** Média geral e por tratamento das variáveis biométricas de crescimento e produção no primeiro e segundo ciclos de produção da bananeira 'BRS Princesa'. Cruz das Almas, BA. Out/2012 a Fev/2015.

Ciclo	Tratamento (kg ha <sup>-1</sup> )	APC	DPC	NFF	DTC	PCB	PPC	PEC	NPC	NFC	CMF	DMF	PRC	PRP
		(metros)	(metros)	(unidade)	(dias)	(kg)	(kg)	(kg)	(unidade)	(unidade)	(metros)	(metros)	(t ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )
1º	13,58	3,250	0,280	9,500	459,680	17,642	15,941	1,750	8,170	122,900	0,159	0,0397	34,380	31,880
	20,30	3,220	0,270	9,750	446,150	16,357	14,718	1,639	7,960	118,460	0,157	0,0395	32,710	29,440
	27,02	3,170	0,280	9,750	435,460	16,260	14,522	1,737	7,630	111,920	0,152	0,0394	32,520	29,040
	33,08	3,400	0,280	9,250	433,470	15,557	13,817	1,740	7,430	106,530	0,162	0,0393	31,110	27,637
	40,60	3,220	0,270	9,500	423,190	16,326	14,633	1,692	7,650	116,300	0,159	0,0404	32,650	29,270
	00,00	3,370	0,270	9,750	442,360	16,048	14,445	1,592	7,770	116,140	0,160	0,0394	32,010	28,910
<b>MÉDIA</b>		3,272	0,275	9,583	440,052	16,365	14,679	1,692	7,768	115,375	0,158	0,0396	32,730	29,363
<b>C.V. (%)</b>		4,63	7,75	7,70	4,00	11,21	11,44	12,16	4,68	9,48	3,59	2,58	11,21	11,44
2º	10,60	4,240	0,280	12,930	778,290	14,579	13,088	1,490	9,160	139,140	0,163	0,0344	29,160	26,176
	15,97	4,330	0,290	12,310	726,420	15,316	13,716	1,600	8,250	117,250	0,160	0,0343	30,633	27,433
	21,34	4,410	0,290	12,450	730,110	13,283	11,953	1,430	8,710	134,830	0,155	0,0333	26,766	23,906
	26,57	4,230	0,280	11,830	748,460	16,452	14,672	1,770	9,450	149,850	0,164	0,0347	32,904	29,345
	31,94	4,360	0,290	12,290	761,120	15,268	13,706	1,560	9,180	141,560	0,158	0,0340	30,537	27,412
	00,00	4,210	0,280	11,700	748,440	14,522	13,110	1,410	8,620	141,850	0,150	0,0335	29,045	26,220
<b>MÉDIA</b>		4,297	0,285	12,252	748,807	14,903	13,374	1,543	8,895	137,413	0,158	0,0340	29,841	26,749
<b>C.V. (%)</b>		4,84	9,53	3,82	2,23	10,62	10,71	14,79	6,22	9,36	4,1	2,26	10,62	10,71

APC: altura do pseudocaule; DPC: diâmetro do pseudocaule; NFF: número de folhas viáveis no florescimento; DTC: dias do transplante à colheita; MCB: massa do cacho de banana; MPC: massa das pencas de banana; NFC: número de frutos por cacho; CMF: comprimento médio do fruto; DMF: diâmetro médio do fruto; PRC: produtividade de cachos; PRP: produtividade de pencas

Em relação às variáveis de crescimento Nomura et al. (2013) que avaliaram a cv. BRS Princesa em um Cambissolo da Região de São Paulo sem restrições pluviométricas, com densidade populacional de 1.333 plantas ha<sup>-1</sup>, registraram valores médios superiores e próximos, para NFF, no primeiro e segundo ciclos de produção, com valores médios de 16,1 e 11,5 folhas, respectivamente. Esses autores verificaram a mesma variação na altura do pseudocaule (APC) e diâmetro do pseudocaule (DPC), entre o primeiro e segundo ciclos de produção, com valores médios de APC próximos a 3,5 e 4,5 m, e de DPC próximos a 0,25 e 0,30 m, respectivamente.

A variação de APC e DPC entre os ciclos de produção não foi registrada por Roque et al. (2014), que avaliaram agronomicamente a bananeira cv. BRS Princesa na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, adotando irrigação suplementar e adubação organomineral, com densidade de plantio de 1666 plantas ha<sup>-1</sup>, registrando coeficientes de variação próximos aos verificados nesse experimento e valores médios das variáveis de crescimento, para o primeiro e segundo ciclos de produção, da ordem de: 3,33 e 3,56 m para APC; 0,205 e 0,258 m para DPC; 11,66 e 10,00 folhas para NFF.

As variáveis de produção da bananeira 'BRS Princesa' apresentaram valores médios próximos aos valores médios apresentados por Roque et al. (2014), que divulgaram valores da ordem de: 112 e 163,43 frutos para NFC; 0,158 e 0,147 m para CFR; 0,385 e 0,359 m para DFR; 12,26 e 14,29 kg para MPC; 14,02 e 16,46 para MCB; 20,42 e 23,81 t ha<sup>-1</sup> para PRP; 23,56 e 27,42 t ha<sup>-1</sup> para PRC para o primeiro e segundo ciclos de produção do pomar respectivamente. Frisa-se que esses autores utilizaram uma densidade de plantio inferior (1666 plantas ha<sup>-1</sup>) aquela adotada nesse experimento (2000 plantas ha<sup>-1</sup>) e, portanto, obtiveram menores produtividades (PRP e PRC) por unidade de área em relação as produtividades apresentadas nesse trabalho.

## 5.0. CONCLUSÃO

De forma geral não foram detectados resultados que justifiquem o emprego das substâncias húmicas, nas condições desse experimento, como condicionadores dos atributos físico-hídricos, químicos e de atividade microbiológica do solo.

A aplicação de substâncias húmicas não interferiu no desempenho agrônomo da bananeira 'BRS Princesa' em ambos os ciclos de produção, com exceção do intervalo de tempo do transplântio a colheita (DTC), avaliado no segundo ciclo, em que foi registrado uma redução DTC em relação testemunha da ordem de 52 dias, quando aplicada a dose de 10,60 kg ha<sup>-1</sup>.

## 6.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements**. FAO Irrigation and Drainage, Roma, n.56, p.1- 300, 1998.

ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; CARVALHO, J. E. B.; BORGES, A. L.. Tratos culturais e colheita. In: BORGES, A.L. E SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.32-44, 2004.

ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI, 1999.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Carbon assimilation and microbial activity in soil. **Zeitschrift fur Pflanzenernaehrung und Bodenkunde**, Berlin, v. 149, p. 457-468, 1986.

ARAÚJO, A.S.F. & MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, 23:66-75, 2007.

ARJUMEND, T; ABBASI, M. K.; RAFIQUE, E. Effects of lignite-derived humic acid on some selected soil properties, growth and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown under greenhouse conditions. **Pakistan Journal of Botanic**, v. 47, n. 6, p. 2231-2238, 2015.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos húmicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, supl. p. 856-881, Dec. 2014.

BASTOS, A. B.; NOGUEIRA, C. C. P.; VELOSO, M. E. C.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SOUZA, F. S., PAZ, V. P. S. Métodos de irrigação In: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO. (Org.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 369-397, 2011.

BEZERRA, P. S. S.; PRADO, R. M.; SHIGAKI, F.. Natural phosphate and humic substances applied In quartzipsamment and kandiudult cultivated with sugar cane. **Journal of Agriculture and Environmental Sciences**, v. 4, p. 153-163, 2015.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods**. Madison: ASA/SSSA, p. 363-375, 1986.

BORGES, A. L et al. Nutrição e adubação. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. de O. e; AMORIM, E. P.; SEREJO, J. A. dos S.. (Org.). **O agronegócio da banana**. 1ed. Brasília, DF: Embrapa, v. 1, p. 331-398, 2016.

BORGES, A. L.. Adubação e calagem. In: BORGES, A.L. E SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.32-44. 2004.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. (Org.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá**. 1. ed. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009.

BORGES, A. N.; COELHO, E. C.; COSTA, E. L.; SILVA, J. T. A. **Fertirrigação da bananeira**. Cruz das Almas, Circular Técnica, nº 84. 2006.

BORGES, A.L.; SOUZA, L. S. Exigências Edafoclimáticas, In: BORGES, A.L. E SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.32-44, 2004.

CANELLAS, L. P. et al. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 15-27, 2015.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 1, 2014.

CANELLAS, L.P. & SANTOS, G. A. **Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes, UENF, 2005.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S. & AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:147-157, 2009.

CHEN, Y.; AVAID, T. Effects of humic substances on plant growth. In: MACCARTHY P, CAPP CE, MALCOLM RL; BLOOM PR (EDS.) **Humic substances in soil and crop sciences: selected readings**. Madison, American Society Of America, p.161-186, 1990.

CHEN, Y.; CLAPP, C.E.; MAGEN, H. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes. **Plant Nutrition and Soil Scienc**, 1089-1095, 2004.

COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO. (Org.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 369-397, 2011.

COELHO, E.F.; LEDO, C.A. da S.; SILVA, S. de O. Produtividade da bananeira 'Prata-anã' e 'Grande Naine' no terceiro ciclo sob irrigação por microaspersão em tabuleiros costeiros da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.435-438, 2006.

DANIELSON, R.E.; SUTHERLAND, P.L. Porosity. In: BLACK, C.A., ed. **Methods of Soil Analysis. I. Physical and mineralogical methods**. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, p. 443-461, 1986.

DANTAS, A.C.V.L.; DANTAS, J.L.L.; ALVES, E.J. Estrutura da Planta. In: ALVES, E.J. **A cultura da Banana**. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, p. 47-60,1999.

DE LANGHE, E.; VRYDAGHS, L.; MARET, P.; PERRIER, X.; DENHAM, T. Why Bananas Matter: An introduction to the history of banana domestication. **Ethnobotany Research and Applications**, Montpellier, v. 7, n. 1, p 165-177, 2009.

DONATO, S.L.R. ; Coelho, E. F.; Arantes, A M. ; Cotrim, C. E. ; MARQUES, P.R.R. Relações hídricas I: considerações fisiológicas e ecológicas. In: COELHO E. F. (Org.). **Irrigação da bananeira**. 1ª ed.Brásilia: Embrapa, v. único, p. 11-83, 2012.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso: junho de 2016.

FERRARA, G.; BRUNETTI, G. Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv Italia. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 3, p. 817-822, 2010.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez. 2011

FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; FARIA, M. A. **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: EDUEM, 2012.

GOEDERT, W. J. Qualidade do solo em sistemas de produção agrícola. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 30., 2005, Recife. Anais... Recife: SBCS, 2005. 1 CD-ROM.

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

HARTZ, T. K.; BOTTOMS, T. G. Humic substances generally ineffective in improving vegetable crop nutrient uptake or productivity. **HortScience**, v. 45, n. 6, p. 906-910, 2010.

IBGE, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro v.29 n.3 p.1-81 março de 2016.

JENKINSON, D.S. Studies on decomposition of plant material in soil 2. Partial sterilization of soil and soil biomass, **Journal of Soil Science**. Vol. 17 N<sup>o</sup>2, 1966.

JONES, C. A.; JACOBSEN, J. S.; MUGAAS, A. Effect of Low-Rate Commercial Humic Acid on Phosphorus Availability, Micronutrient Uptake, and Spring Wheat Yield. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 38, n. 7-8, p. 921-933, 2007.

LICHTEMBERG, L. A. et al. Sistemas de produção de musáceas em Brasil. In: **REUNIÃO INTERNACIONAL ACORBAT 2013**, Fortaleza, 2013.

LICHTEMBERG, L. A.; LICHTEMBERG, P. S. F. Avanços na Bananicultura Brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, Volume especial (029-036), 2011.

LITTLE, K. R. et al. Do lignite-derived organic amendments improve early-stage pasture growth and key soil biological and physicochemical properties. **Crop and Pasture Science**, v. 65, n. 9, p. 899-910, 2014.

LODHI, A.; TAHIR, S.; IQBAL, Z.; MAHMOOD, A.; AKHTAR, M.; QURESHI, T.M.; YAQUB, M.; NAEEM, A. Characterization of commercial humic acid samples and their impact on growth of fungi and plants. **Soil Environment**, 32:63-70, 2013.

LOEILLET, D.; IMBERT, E.; DAWSON, C. Banana. **Frui Trop**, v. 189, p. 15–62, 2011.

LÓPEZ, C. C.; ALONSO, E. E.; MAROTTA, J. J. L. Materiales fertilizantes utilizados em fertirrigación, In: López. C. C. (Ed.). **Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales**. Mundi-Prensa Libros, 2005.

MAHMOUD, A. R.; HAFEZ, M. M. Increasing productivity of potato plants (*Solanum tuberosum*, L.) by using potassium fertilizer and humic acid application. **International Journal of Academic Research**, v. 2, n. 2, 2010.

MAIA, C. E. Qualidade ambiental em solos com diferentes ciclos de cultivo do meloeiro irrigado. **Ciência Rural**, v.43, p.603-609, 2013.

MBAGWU, J. S. C.; PICCOLO, A. Changes in soil aggregate stability induced by amendment with humic substances. **Soil Technology**, v. 2, n. 1, p. 49-57, 1989.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 101-110, 2008.

MORAL, R. et al. Characterization of the organic matter pool in manures. **Bioresearch and Technology**, 96:153-158, 2005.

MOREIRA, F.M. de S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2.ed. atual. e ampl. Lavras: Ufla, 2006.

MUSCOLO, A.; SIDARI, M.; NARDI, S.. Humic substance: relationship between structure and activity. Deeper information suggests univocal findings. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 129, p. 57-63, 2013.

NICODEMO, M. L. F. **Uso de biomassa microbiana para avaliação de qualidade do solo em sistemas silvipastoris**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2009.

NOMURA, E. S. et al. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira 'Grand Naine' com aplicação de biofertilizantes em duas estações do ano. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 518-529, Aug. 2012.

NOMURA, E. S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; AMORIM, E. P.; SILVA, O S.. Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, Vale do Ribeira, São Paulo-Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 112-122, 2013.

OLIVEIRA, E. A. B. **Avaliação de método alternativo para extração e fracionamento de substâncias húmicas em fertilizantes orgânicos**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Agrícola) – Instituto Agrônômico, Campinas, SP, 2011.

PAPA, R. A. et al. Qualidade de Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos sob vegetação nativa de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 564-571, 2011.

PERRIER, X. et al. Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa spp.*) domestication. **Proceedings of the National Academy of Sciences of USA**, v.108, n.28, p.1311-1318, 2011.

PÔRTO, M. L. et al. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no brejo paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1011-1017, Aug. 2009.

PRIMO, D. C., MENEZES, R. S. C. & SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: Uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, 7:1-13, 2011.

QUAGGIOTTI, Sílvia et al. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays L.*). **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 398, p. 803-813, 2004.

RENGRUDKIJ, P; PARTIDA, G. J. The effects of humic acid and phosphoric acid on grafted hass avocadoon Mexican seedling rootstocks. **Proceedings V World Avocado Congress**. Granada - Málaga, Spain. 395-400, 2003.

RODRIGUES, M. G. V; LEITE, M, A, V. Aspectos socioeconômicos da bananicultura. In: RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. (Coord.). Bananicultura irrigada: inovações tecnológicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, p. 120, 2008.

ROQUE, R. L.; AMORIM, T. B.; FERREIRA, C. F.; LEDO, C. A. S.; AMORIM, E. P.. Desempenho agrônômico de genótipos de bananeira no recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal , v. 36, n. 3, p. 598-609, Sept. 2014.

ROSSET, J. S.; J. A. SCHIAVOAND R. A. R; ATANÁZIO. Chemical attributes, total organic carbon stock and humified fractions of organic matter soil submitted to different systems of sugarcane management. **Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2351-2366, set./out. 2014.

RUSSO, R. et al. Efecto de un bioestimulante húmico extraído del raquis de banano (Pinzote) sobre el crecimiento de plántulas de banano (*Musa AAA subgrupo*" Cavendish" clon'Gran enano). **Agronomía Mesoamericana**, v. 6, p. 130-133, 1995.

SANTANA, G. S. et al. Substâncias húmicas e suas interações com Fe e Al em Latossolo subtropical sob diferentes sistemas de manejo de pastagem. **Revista brasileira de ciência do solo**. Campinas. Vol. 35, n. 2 (Mar./Abr. 2011), p. 461-472, 2011.

SANTOS, D. S. **Substâncias húmicas via fertirrigação no solo e nas variáveis morfológicas e de produção da bananeira cv. Princesa**. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2015.

SANTOS, G. A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª ed. Porto Alegre, Metrópole. 2008.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SELIM, E. M.; EL-NEKLAWY, A. S.; EL-ASHRY, S. M. Beneficial effects of humic substances on soil fertility to fertigated potato grown on sandy soil. **Libyan Agriculture Research Center Journal Internation**, v. 1, n. 4, p. 255-262, 2010.

SELIM, E. M.; MOSA, A. A.; EL-GHAMRY, A. M. Evaluation of humic substances fertigation through surface and subsurface drip irrigation systems on potato grown under Egyptian sandy soil conditions. **Agricultural water management**, v. 96, n. 8, p. 1218-1222, 2009.

SELIM, E.; MOSA, A., Ahmed. Fertigation of humic substances improves yield and quality of broccoli and nutrient retention in a sandy soil. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 175, n. 2, p. 273-281, 2012.

SEYEDBAGHERI, Mir-M. Influence of humic products on soil health and potato production. **Potato research**, v. 53, n. 4, p. 341-349, 2010.

SILVA, A. C. et al. Promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1609-1617, 2011.

SILVA, A. C.; TORRADO, P. V.; ABREU JÚNIOR, J. S. Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo. **Revista da Universidade de Alfenas**, Alfenas, v. 5, p. 21-6, 1999.

SILVA, A. J. P.; COELHO, E. F.. Estimation of water percolation by different methods using TDR. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 73-81, Feb. 2014.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.; V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.275-374, 2007.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L. Solo, nutrição mineral e adubação da bananeira. In: RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. (Coord.). **Bananicultura irrigada: inovações tecnológicas. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, p. 120, 2008.

SILVA, R. C. S.; ALMEIDA, J. C. R.; BATISTA, G. T.; FORTES NETO, P.; Os indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo e da sustentabilidade dos ambientes naturais. **Repositório Eletrônico Ciências Agrárias**, Coleção Ciências Ambientais, p. 1-13, 2011.

SILVA, R. L. et al. Fruit quality of yellow passion fruit fertilized with nitrogen and humic substances. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 4, p. 479, 2015.

SILVA, S. de O .; ALVES, E. J. Melhoramento genético e novas cultivares de banana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 91-96, 1999.

SILVA, S.O.; ALVES, E.J. SILVA, S.O.; PEREIRA, L. V.; RODRIGUES, M.G.V. Variedades In: RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. (Coord.). **Bananicultura irrigada: inovações tecnológicas. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, p. 12, 2008.

SIMMONDS, N.W. Los platanos. Barcelona: Blume, 1973.

SOUZA, A.S.; DANTAS, J. L.L.; SOUZA, F. V. D.; CORDEIRO, Z. J. M.; SILVA NETO, S. P. Propagação. In ALVES, E. J. **A cultura da Banana**. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, p. 151-195, 1999.

SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 2001.

TACO, **Tabela Brasileira De Composição de Alimentos, NEPA –UNICAMP**.- 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPAUNICAMP, 2011.

TREVISAN, S.; PIZZEGHELLO, D; RUPERTI, B; FRANCIOSO, O; SASSI, A; PALME, K; QUAGGIOTTI, S; NARDI, S. Humic substances induce lateral root formation and expression. of the early auxin-responsive IAA19 gene and DR5 synthetic element in Arabidopsis. **Plant Biology**, 12:604-614, 2010.

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

VERLINDEN, Greet et al. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. **Journal of Plant Nutrition**, v. 32, n. 9, p. 1407-1426, 2009.

ZANDONADI, D. B. et al. Plant physiology as affected by humified organic matter. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 25, n. 1, p. 13-25, 2013.

ZHANG, Lixin et al. Optimal combination of chemical compound fertilizer and humic acid to improve soil and leaf properties, yield and quality of apple (*Malus domestica*) in the loess plateau of China. **Pakistan Journal of Botany**, v. 45, n. 4, p. 1315-1320, 2013.