

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

**VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS E DE PRODUÇÃO DA BANANEIRA  
'BRS PRINCESA' E ATRIBUTOS DO SOLO FERTIRRIGADO COM  
SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E COM ADIÇÃO DE EXTRATOS  
VEGETAIS**

**DJALMA BARBOSA DOS SANTOS**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
AGOSTO - 2015**

**VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS E DE PRODUÇÃO DA BANANEIRA  
'BRS PRINCESA' E ATRIBUTOS DO SOLO FERTIRRIGADO COM  
SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E COM ADIÇÃO DE EXTRATOS  
VEGETAIS**

**DJALMA BARBOSA DOS SANTOS**

Engenheiro Agrônomo

Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 1999

Tese submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Sustentabilidade de Sistemas Hidroagrícolas.

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

**Coorientador: Prof. Dr. Raul Castro Carriello Rosa**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2015

## FICHA CATALOGRÁFICA

S237

Santos, Djalma Barbosa dos.

Variáveis morfológicas e de produção da bananeira 'BRS Princesa' e atributos do solo fertirrigado com substâncias húmicas e com adição de extratos vegetais / Djalma Barbosa dos Santos.\_ Cruz das Almas, BA, 2015. 87f.; il.

Orientador: Eugênio Ferreira Coelho.

Coorientador: Raul Castro Carriello Rosa.

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

1.Banana – Fertirrigação. 2.Banana – Substâncias húmicas. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.  
II.Título.

CDD: 634.772



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE  
DJALMA BARBOSA DOS SANTOS

Membro Presidente: Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho  
Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura  
Orientador

Membro Interno do Programa: Prof. Dr. Carlo Alberto da Silva Lêdo  
Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura

Membro Externo à Instituição: Dra. Ana Lúcia Borges  
Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura

Membro Externo à Instituição: Prof(a) Dr(a) Gessionei da Silva Santana  
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

Membro Externo à Instituição: Prof(a) Dr(a) Tullio Raphael Pereira de Pádua  
Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura

Homologada em / / .

À minha esposa Nelma Silva (*in memorian*) e ao meu amado filho que nos trouxe muita alegria.

**DEDICO**

Aos meus pais José dos Santos e Maria Lúcia Barbosa dos Santos.

**OFEREÇO**

Quanto mais aumenta nosso conhecimento,  
mas evidente fica a nossa ignorância.

**John F. Kennedy.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre presente, iluminando os meus caminhos, por todas as bênçãos e realizações concedidas.

Ao Professor Eugênio Coelho meu agradecimento especial, por ter assumido a minha orientação, pelos ensinamentos, amizade e apoio em todos os momentos deste curso, sendo uma pessoa bastante solidária e prestativa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela oportunidade concedida para realização do curso.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura pela valiosa oportunidade de estar realizando este trabalho de tese, pela concessão dos materiais avaliados nesse estudo e pela viabilização nas diferentes etapas do experimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo e ao CNPq pelo apoio financeiro para execução do projeto que deu origem ao trabalho.

Ao Núcleo de Engenharia de Água e Solo, NEAS/UFRB. Em especial aos Professores Vital Paz, Tales Miler, Áureo Oliveira, Francisco Adriano e Maurício Filho pelos ensinamentos.

Aos Professores e Técnicos que compõem o Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da UFRB por possibilitarem a continuidade de minha formação acadêmica.

Ao Programa Especial de Treinamento (PET/CAPES), onde tive meu primeiro contato com a pesquisa e onde me foi proporcionado um incalculável aprendizado.

Ao Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Professor Carlos Alfredo, e à secretária Deyse, pelo excelente trabalho prestado a comunidade acadêmica.

Ao Prof. Clovis Pereira Peixoto, pela amizade e incentivo constante.

A Pesquisadora Ana Lúcia por todos os incentivos, correções do trabalho e pela simplicidade.

Aos Professores Carlos Lêdo, Gessionei Santana e Anacleto dos Santos pelas primorosas contribuições.

Ao Pesquisador Tullio Raphael pelas exímias sugestões e contribuições.

Ao Pesquisador Raul Castro pelas valiosas orientações e amizade.

Ao Pesquisador Marcio Eduardo Canto Pereira pelos ensinamentos, paciência e amizade.

À minha amada avó Nenzinha, pelas orações que me ajudam sempre.

Aos meus irmãos, Moisés, Senhora, Maria José, Rosa e José Maria.

As minhas sobrinhas, Estéfane, Mafiqui, Luma e Melissa.

Ao meu sobrinho Fimaqui.

Ao Senhor Olegário, Senhora Valdete, Vandete, Valdirene, Vânia, Osmar, Gustavo, Tales, Cinara e Sofia pela convivência e momentos de alegria.

A Bibliotecária Isaelce Santos pela amizade e profissionalismo.

Aos discentes do Programa de Pós - Graduação em Engenharia Agrícola da UFRB, em especial Diego Magalhães e Bruno Laecio pelo companheirismo e incentivo.

Aos colegas Prof. Murillo, Prof. Edvaldo, Prof. José Antônio (Zinho), a doutoranda Beatriz Santos, engenheiro agrônomo Raone, a mestranda Damiana, a Professora Euzi Inácio e ao doutorando Maurício ("Metal") pela amizade e apoio em diversos momentos da minha caminhada universitária.

Ao Prof. Carlos Lêdo pelas aulas valiosas e inesquecíveis.

Ao Prof. Elvis Lima Vieira, por sempre me transmitir bons pensamentos, incentivando-me a seguir a carreira acadêmica e de pesquisa.

Aos meus amigos, Floquinho, Julival, Carlos Alberto, Murilo, Tarcísio, Roque, Bode, Téo, João, Elaine, Pedro, Alisson, Lenilson, Tibério, Gian, Elves, Dionei, Jair, Ruan, Bruce, Veinho e Daniel Paz pela convivência e amizade.

As estagiárias da Embrapa Mandioca e Fruticultura Jaqueline, Helen, Jamile e Laina pelo apoio e suporte em diversas atividades laboratoriais e aos colegas da Pós-Graduação, em especial, Tatyana Keyty, Nara, Karla, Lucília, Mairton e Ailton.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para realização desse trabalho o meu muito grato de coração!

# SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.....1

## Capítulo 1

DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES DA BANANEIRA 'BRS PRINCESA' FERTIRRIGADA COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E COM ADIÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS.....11

## Capítulo 2

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO FERTIRRIGADO COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EM BANANEIRA 'BRS PRINCESA'.....39

## Capítulo 3

PRODUÇÃO DA BANANEIRA 'BRS PRINCESA' (AAAB, TIPO MAÇÃ) FERTIRRIGADA COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E ADIÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS.....58

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 76

# VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS E DE PRODUÇÃO DA BANANEIRA 'BRS PRINCESA' E ATRIBUTOS DO SOLO FERTIRRIGADO COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E COM ADIÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS

Autor: Djalma Barbosa dos Santos

Orientador: Eugênio Ferreira Coelho

**RESUMO:** Atualmente busca-se alternativas para a produção agrícola com a possibilidade de não comprometer as gerações futuras. O presente trabalho trata-se de uma nova linha de pesquisa, que utiliza as substâncias húmicas e extrato vegetal como alternativa ao cultivo da bananeira 'BRS Princesa' e teve como objetivo avaliar: (i) substâncias húmicas via fertirrigação, com e sem adição de extratos vegetais (EV) na distribuição do sistema radicular da bananeira 'BRS Princesa'; (ii) substâncias húmicas via fertirrigação nos atributos químicos e físicos do solo em um plantio de bananeira 'BRS Princesa'; (iii) substâncias húmicas via fertirrigação com e sem extratos vegetais (EV) nas variáveis de crescimento, produção e qualidade de frutos da bananeira 'BRS Princesa'. O experimento foi conduzido durante o primeiro ciclo, seguindo um delineamento em blocos casualizados com cinco repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Com dose na parcela; na sub parcela (presença e ausência de extrato vegetal) e uma testemunha, totalizando 11 tratamentos (capítulo I e III). No capítulo II foi considerado o uso de substâncias húmicas apenas, totalizando 6 tratamentos. Os tratamentos consistiram de cinco doses de substâncias húmicas (SHs), equivalente a  $70 \text{ L ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , em que: dose 1=  $70 \text{ L ha}^{-1}$  de SH; dose 2=  $105 \text{ L ha}^{-1}$ ; dose 3=  $140 \text{ L ha}^{-1}$ ; dose 4=  $175 \text{ L ha}^{-1}$ ; dose 5=  $210 \text{ L ha}^{-1}$  e controle (sem SHs e EV). Os melhores resultados, no que se refere à produtividade da 'BRS Princesa' foram obtidos quando associados ao uso do extrato vegetal. A elevação das doses de substâncias húmicas aumentou os valores da capacidade de troca de cátions, soma de bases e matéria orgânica no solo de forma linear.

Palavras-chave: *Musa* spp., gotejamento, matéria orgânica.

# VARIABLE MORPHOLOGICAL AND PRODUCTION OF 'BRS PRINCESA' BANANA (SUB TYPE, AAAB) AND SOIL ATTRIBUTES UNDER APPLICATION OF HUMIC SUBSTANCE BY FERTIRRIGATION

Author: Djalma Barbosa dos Santos

Adviser: Eugênio Ferreira Coelho

**ABSTRACT:** The banana plant is a plant that requires an adequate supply of water and nutrients in the soil for their development and production. This study aimed to evaluate: (i) humic substances through fertigation, with and without addition of Plant Extracts (EV) in the distribution of the root system of 'BRS Princesa'; (ii) humic substances by fertigation in the chemical and physical soil properties in a banana plantation 'BRS Princesa'; (iii) fertigation with humic substances and without plant extracts (EV) in the growth variables, quality and production of fruits of banana 'BRS Princesa'. The experiment was conducted during the first cycle following a randomized block design with five replications in a split plot. The treatments consisted of five doses of humic substances (SHs) service, with monthly administration over the cycle, defined fractions of reference intakes (DR), equivalent to  $70 \text{ L ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$ , where: 1 dose =  $70 \text{ L ha}^{-1} \text{ SH}$ ; 2 dose =  $105 \text{ L ha}^{-1}$ ; 3 dose =  $140 \text{ L ha}^{-1} \text{ plant}$ ; 4 dose =  $175 \text{ L ha}^{-1}$  and dose 5 =  $210 \text{ L ha}^{-1}$  and control (no SHs and EV). The best results, as regards the productivity of 'BRS Princesa' were obtained when associated with the use of the plant extract. Rising doses of humic substances increased the values of cation exchange capacity, sum of bases and organic matter in soil linearly.

Keywords: *Musa* spp., drip irrigation, organic matter.

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O Brasil é responsável por 6,5% do total de bananas produzidas no mundo, estando em quarto lugar no ranking dos maiores produtores de bananas, ficando atrás da Índia (26%), China (11%) e Filipinas (8%) (FAO, 2013). As plantas de bananeira crescem naturalmente a partir de um rizoma que desenvolve gemas laterais. Essas gemas dão origem ao sistema aéreo composto de bainhas foliares agrupadas em pseudocaule, terminando nas lâminas foliares e envolvendo o meristema apical. A continuidade da planta (planta-mãe) se dá pelo progressivo desenvolvimento de novas gemas que vão formando plantas-filhas, agrupadas em touceiras (CAVALCANTE et al., 2005).

O sistema radicular da cultura desempenha importante papel nos estudos das interações que ocorrem entre o solo e a planta, uma vez que o conhecimento da sua distribuição no solo permite o uso mais adequado de práticas de cultivo, tais como manejo de irrigação (COELHO et al., 2001).

Segundo Borges e Souza (2004), o crescimento da bananeira é influenciado tanto por fatores internos como externos. Os fatores internos mantêm relação com as características genéticas de cada cultivar ou variedade utilizada, enquanto que os externos são definidos principalmente pelas características edáficas, climáticas, agentes bióticos e ação do homem, que possui capacidade de manipulação de alguns desses fatores.

A diminuição no crescimento das plantas é produto da redução da área foliar e da condutância estomática, atributos que limitam a fixação de carbono e conseqüentemente da fotossíntese. De forma similar ao efeito do déficit hídrico, em condições de temperaturas superiores ao limite máximo, ocorre inibição no ritmo de emissão foliar e no desenvolvimento da planta (DONATO et al., 2009).

A bananeira, por ser um vegetal essencialmente de trópico úmido, pode ser cultivada em todas as zonas agroecológicas localizadas entre 30° de latitude Norte e Sul, onde as temperaturas situam entre os limites de 10°C e 40°C, sendo a temperatura ótima em torno de 28°C (CAYÓN SALINAS, 2004).

A bananeira se desenvolve em diferentes tipos de solos, mas, deve-se dar preferência a solos com boa estrutura e com teores de argila entre 300 e 550 g kg<sup>-1</sup>. Solos com conteúdo acima de 550 g kg<sup>-1</sup> de argila e os solos siltosos (silte > 400 g kg<sup>-1</sup>) devem ser evitados, pois, em geral, apresentam baixa infiltração de água, sendo facilmente compactado, o que limita a troca gasosa indispensável ao processo de respiração das raízes (SILVA et al., 2001).

A fertirrigação apresenta vários benefícios em relação ao uso do adubo. A aplicação utiliza o sistema de irrigação para transportar os fertilizantes, portanto, há uma economia no uso de máquinas e pessoal, além do que, o equipamento necessário para injeção do fertilizante no sistema tem menos custo que um distribuidor de fertilizante sólido. Além disso, reduz o tráfego de máquinas na área, minimizando a compactação do solo, como também permite eficiência e precisão na aplicação do fertilizante, sobretudo em baixas dosagens (VILLAS BOAS et al., 1999).

Entre os compostos orgânicos utilizados na fertirrigação estão os produtos a base de substâncias húmicas, os quais envolvem as frações da matéria orgânica, chamados de ácidos húmicos e fúlvicos. De acordo com estudos realizados por Maggioni et al. (1987), ponderam-se que esses ácidos podem influenciar a absorção de nutrientes via efeito enzimático, por meio da atividade da ATPase dependente de K<sup>+</sup> e Mg<sup>+2</sup>. A fertirrigação oferece maior versatilidade para a aplicação de fertilizantes, podendo-se dosar rigorosamente as quantidades de nutrientes e fornecê-los em função das necessidades das plantas, durante o seu ciclo de desenvolvimento, obtendo-se uma resposta equivalente a uma menor quantidade de fertilizante aplicado, em comparação com outros métodos (NANNETTI et al., 2000). A fertirrigação é a forma que mais se aproxima do ritmo de absorção de água e de nutriente pela planta (VILLAS BOAS et al., 2000). Este sistema permite fornecer às plantas os nutrientes nos momentos que estas necessitam, na proporção e nas quantidades específica que requerem nas diferentes etapas de crescimento vegetativo (PAPADOPOULOS,

1993).

As substâncias húmicas são aplicadas ao solo e promovem aspectos positivos à estrutura e à população microbiana, além de aumentar a solubilidade dos minerais no solo. Também viabiliza maior crescimento da planta, causado pela presença de substâncias com funções semelhantes aos reguladores de crescimento vegetal, bem como reduzem o efeito do estresse hídrico nas plantas (SEDIYAMA et al., 2000).

Na maioria dos solos, mesmos os chamados “solos minerais” as partículas estão associadas, de alguma maneira, à matéria orgânica ou húmus, (MALAVOLTA, 1980). Essa característica faz com que a fração orgânica do solo, mesmo em baixos conteúdos, seja responsável por elevar o valor da capacidade de troca de cátions. A concentração de substância húmica ideal para o cultivo ainda é pouco estudada, principalmente quando se trata da bananeira ‘BRS Princesa’. Contudo, algumas pesquisas indicam que as culturas respondem à ação dessas substâncias até determinada dose.

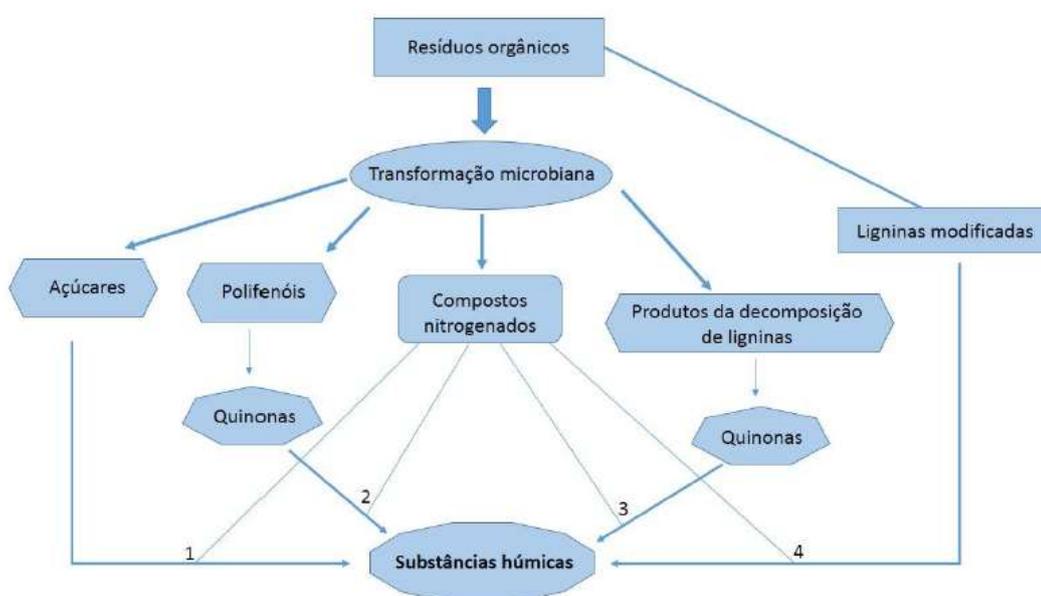
Em solos tropicais a matéria orgânica, em especial as substâncias húmicas, tem grande influência sobre os atributos químicos e físicos do solo e sobre a distribuição do sistema radicular, por isso é considerada componente chave para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (ALVES et al., 2006).

O sistema radicular da bananeira segue o arranjo global das outras monocotiledôneas e tem sua origem logo abaixo do córtex do rizoma. A emissão de novas raízes pela planta - mãe é paralisada com o advento da floração, sendo que a partir dessa fase, ocorre uma maior contribuição dos filhos na absorção de água e nutrientes para a planta - mãe (DONATO et al., 2009). No Brasil existem alguns estudos relacionados à descrição e comportamento do sistema radicular da bananeira como Lacerda Filho et al. (2004); Sant’Ana et al. (2012); Borges et al. (2008) e Silva et al. (2009), porém não existem trabalhos que tenham como base de estudo a bananeira ‘BRS Princesa’.

A matéria orgânica apresenta-se como um sistema complexo de várias substâncias e por uma transformação contínua, sob a ação de fatores físicos, químicos e biológicos. O material originado de todas essas transformações pode ser dividido em dois grandes grupos. O primeiro, denominado genericamente de substâncias não húmicas, é constituído por proteínas, aminoácidos, polissacarídeos, ácidos graxos e outros compostos orgânicos de características

físicas e químicas bem definidas. O segundo, denominado de substâncias húmicas (SHs), origina-se da oxidação e subsequente polimerização da matéria orgânica. As SHs, representam uma fonte de lenta liberação de nutrientes para a nutrição dos vegetais e contribuem com a maior parte da CTC dos solos, possuem a habilidade de formar complexos com vários íons metálicos (STEVENSON, 1994).

As substâncias húmicas são compostos orgânicos condensados, produzidos pela ação microbiana, e que diferem dos biopolímeros por sua estrutura molecular e elevada persistência no solo. Essa definição de substâncias húmicas é, portanto, desvinculada do conhecimento exato de forma e massa molecular. Os processos bioquímicos envolvidos na formação do húmus ainda não são bem entendidos. Existem pouco consenso e muitas dúvidas em relação ao processo genericamente definido como humificação (BALDOTTO et al., 2010). De acordo com Stevenson (1994), podem ocorrer quatro principais vias de formação das substâncias húmicas, dependendo das características predominantes do ambiente (Figura 1).



**Figura 1.** Vias de formação de substâncias húmicas. Adaptado de Stevenson, 1994.

As SHs são utilizadas na agricultura como condicionador do solo haja vista que favorecem a estabilidade iônica da solução do solo e podem proporcionar, ao vegetal, aumento no tamanho e no número de raízes, incrementos na absorção de nutrientes e nas taxas de crescimento (ARANCON et

al., 2006; CUNHA et al., 2009 e PINHEIRO et al., 2010).

Essas características as tornam um dos principais fatores que governam a dinâmica e disponibilidade dos nutrientes no solo. As substâncias húmicas podem influenciar em distintos atributos dos solos: favorecer o intemperismo de minerais, acelerando ou retardando a neoformação de minerais secundários (EHRlich, 1990) e atuar em processos pedogenéticos (DUCHAUFour, 1977; BUOL et al., 1980, FANNING e FANNING, 1989).

Estas substâncias são amplamente distribuídas sobre a Terra, encontrando-se no solo ou nas águas. Originam-se da degradação química e biológica de resíduos orgânicos e da atividade sintética da biota do solo (FILHO e SILVA, 2002).

O crescimento do sistema radicular tem sido relacionado com a sua concentração de SHs e, ainda, com a espécie da planta utilizada (NARDI et al., 2009).

Os mecanismos fisiológicos responsáveis pela estimulação no crescimento do sistema radicular incluem a formação de complexos mais solúveis com micronutrientes (Pintonet al., 1999; Chen et al., 2004) e a interação com constituintes enzimáticos da membrana plasmática de forma análoga à ação dos hormônios vegetais (CANELLAS et al., 2002).

O uso de extratos vegetais e óleos essenciais, têm sido fonte de inúmeras pesquisas que validam sua eficácia (HERNANDEZ et al., 1998 e OWOLADE et al., 2000).

Estudos tem observado a eficiência de extratos vegetais, obtidos de uma gama enorme de espécies botânicas, em promover a inibição do desenvolvimento de vários fitopatógenos de natureza fúngica (WILSON et al., 1997).

Pesquisas desenvolvidas com extrato ou óleo essencial de plantas medicinais e aromáticas, obtidos a partir da flora nativa, têm indicado potencial de controle de fitopatógenos (BASTOS e ALBUQUERQUE, 2004).

Fazolin et al. (2002) citam que a diversidade da flora brasileira apresenta um imenso potencial para a produção de compostos secundários, podendo ser utilizados como inseticidas e/ou repelentes de pragas e/ou doenças, que, de acordo com Cardoso et al. (2001), são aqueles compostos produzidos pelas plantas para sua sobrevivência como alcalóides, flavonóides, taninos, quinonas,

óleos essenciais e saponinas. Segundo Ming (1996), menos de 1% da flora brasileira foi pesquisada quimicamente.

Não existem estudo na literatura relacionado à ação desses extratos vegetais e substâncias húmica na bananeira 'BRS Princesa', contudo, é crucial anos de investigação e mais trabalhos de pesquisas, para que se produzam metodologias de elevado alcance científico e social, além de grandes esforços no sentido de se consolidar o uso desses processos bioquímicos como forma de se promover a sustentabilidade dos ambientes agrícolas.

Em 1987, no chamado Relatório Brundtland – Nosso Futuro Comum, da Organização das Nações Unidas (ONU), o desenvolvimento sustentável foi conceituado como aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias (SANTANA e BAHIA FILHO, 1998).

## **1.2 OBJETIVO GERAL**

Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo avaliar o efeito das substâncias húmicas via fertirrigação, na presença ou ausência dos extratos vegetais e as influências na distribuição radicular, atributos edáficos, produtividade e qualidade do fruto da bananeira 'BRS Princesa'.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R.A.; SOUTO, S.J.; SOUTO, P.C. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de caatinga, na Paraíba. **Revista biologia e ciência da terra**. v 6, n002, pg 194-203, 2006.
- ARANCON, N. Q.; EDWARDS, C. A.; LEE, S.; BYRNE, R. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. **European Journal of Soil Biology**, v.42, p.S65-S69, 2006.
- BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito de óleo de Piper aduncum no controle em póscolheita de Colletotrichum musae em banan. **Fitopatologia Brasileira**. V. 29, n.5, p.555-557, 2004.
- BALDOTTO LEB.; BALDOTTO MA.; CANELLAS LP.; SMITH REB OLIVARES FL. Growth promotion of pineapple 'Vitória' by humic acids and Burkholderia spp. during acclimatization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:1593-1600, 2010.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 279 p.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; PEIXOTO, C. A. B.; SANTOS JÚNIOR, J. L. C. Distribuição do sistema radicular da bananeira "Prata-Anã" em duas freqüências de fertirrigação com uréia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 259-262, 2008.
- BUOL, S.W.; HOLE, F.D.; MC CRACKEN, R.J. **Soil genesis and classification**. Ames, Iowa State University Press, 1980. 404p.
- CARDOSO, M. DAS G.; SHAN, A. Y. K. V.; SOUZA, J. A. de. **Fitoquímica e química de produtos naturais**. Lavras – MG: UFLA/FAEPE, 2001, 67 p.
- CANELLAS, L.P.; FAÇANHA, A.O.; FAÇANHA, A.R.; OLIVARES, F.L. Humic acids isolated from earthworm induces root mitotic sites and plasma membrane H<sup>+</sup>- ATPase. **Plant Physiol.**, 30:1951-1957, 2002.
- CAYÓN SALINAS, D.G. **Ecofisiologia y productividad del plátano** (*Musa* AAB Simmonds). In: REUNIÓN INTERNACIONAL PARA COPERACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN DE BANANO EN EL CARIBE Y EN AMÉRICA CENTRAL, 16., 2004, Oaxaca, México. Memoria. San José, Costa Rica: CORBANA, 2004. p.172-183.
- CAVALCANTE, A.T.; SAMPAIO, E.V. de S.B.; CAVALCANTE, U.M.T. Interdependência na absorção e redistribuição de fósforo entre planta mãe e filha de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, p.255-259, 2005.

- CHEN, Y.; CLAPP, C.E.; MAGEN, H. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complex. **Soil Sci. Plant Nutr.**, 50:1089-1095, 2004.
- COELHO, E.F.; ANDRADE, C.L.T.; OR, D.; LOPES, L.C.; SOUZA, C.F. Desempenho de diferentes guias de ondas para uso com o analisador de umidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.5, n.1, p.81-87, 2001.
- CUNHA, T. J. F.; BASSOI, L. H.; SIMÕES, M. L.; MATIN-NETO, L.; PETRERE, V. G.; RIBEIRO, P. R. de A. Ácido húmico em solo fertirrigado no vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1583-1592, 2009.
- DONATO, S.L.R.; ARANTES, A. de M.; SILVA, S. de O.; CORDEIRO, Z.J.M. Comportamento fitotécnico da bananeira 'Prata-Anã' e de seus híbridos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.44, p.1608-1615, 2009.
- DUCHAUFOR, P. **Pedology**. London, George Allen & Unwin Publication, 1977. 448p.
- EHRlich, H.L. **Geomicrobiology**. New York, Marcel Dekker, 1990. 646p.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; LIMA, A. P. de; ARGOLO, V. M. Avaliação de plantas com potencial inseticida no controle da vaquinha-do-feijoeiro (*Ceratomyxa tetralonae* Bechyne). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**: Embrapa, Rio Branco – Acre, n.37, 2002, p.1-42.
- FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **Soil morphology, genesis, and classification**. New York, John Wiley & Sons, 1989. 395p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF UNITEDNATIONS (FAO). Julho de 2013.
- FILHO, A. V. da S.; SILVA, M. I. V. da. Importância das substâncias húmicas para a agricultura. II Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Taro. João Pessoa-PB, 23 a 26 de setembro de 2002. **Anais.EMEPA-PB**, v. 2.
- HERNANDEZ, A. A. M. ROSAS, R. M., AGUILERA, P. M. M. & LAGUNES, T. A. Use of plant and mineral powders as an alternative for the control of fungi in stored maize grain. **Agrociencia** 32:75-79. 1998.
- HERNÁNDEZ, J.M. Interaction of arbuscular mycorrhizal fungi and the soil pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* on the first stages of micropropagated Grande Naine banana. **Acta Horticulturae**, v.490, p.285-295, 2003.
- LACERDA FILHO, R.; SILVA, A. V. C.; MENDONÇA, V.; TAVARES, J. C. Densidade do sistema radicular da bananeira 'pacovan' sob irrigação por aspersão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, V. 26, N. 3, P. 538-539, 2004.

- MAGGIONI, A., VARANINI, Z., NARDI, S. et al. 1987. **Action of soil humic matter on plant roots: stimulation of ion uptake and effects on ( $Mg^{2+} + K^+$ ) ATPase activity.** *Science of the Total Environment*, 62: 355-363.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas.** Ed. Agronômica Ceres. São Paulo, 251p. 1980.
- MING, L.C. Coleta de plantas medicinais. P.69-86. In L.C. Di Stasi(Ed.). *Plantas medicinais: arte e ciência – um guia de estudos multidisciplinar.* Universidade Paulista, São Paulo. 1996. 345 p.
- NANETTI, D. C.; SOUZA, R. J. de; FAQUIN, V. Efeito da aplicação de nitrogênio e potássio, via fertirrigação, na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.843-845, 2000).
- NARDI, S.; CARLETTI, P.; PIZZEGHELLO, D. & MUSCOLO, A. Biological activities of humic substances. In: SENESI, N.; XING, B. & HUANG, P.M., eds. **Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems.** New Jersey, Wiley, 2009. p.305- 339.
- OWOLADE, O. F., AMUSA, A. N. & OSIKANLU, Y. O. Q. **Efficacy of certain indigenous plant extracts against seed-borne infection of Fusarium moniliforme on maize (Zea mays L.) in south western Nigeria.** *Cereal Research Communications* 28:323-27, 2000.
- PAPADOULOS, I. **Regional middle east and europe project on nitrogen fixation and water balance studies.** Assignment report, Vienna, 1993. 58p.
- PINTON, R.; CESCO, S.; SANTI, S.; AGNOLON, F. & VARANINI, Z. Water extractable humic substances enhance iron deficiency response by Fe deficient cucumber plants. **Plant Soil**, 210:145-157, 1999.
- PINHEIRO, G. L.; SILVA, C. A.; FURTINI NETO, A. E. Crescimento e nutrição de clone de eucalipto em resposta à aplicação de concentrações de C-ácido húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1217-1229, 2010.
- SANTANA, D.P.; BAHIA FILHO, A.F.C. A ciência do solo e o desafio da sustentabilidade agrícola. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.2, p.19-23, 1998.
- SANT'ANA, J. A. V.; COELHO, E. F.; FARIA, M. A, SILVA, E. L.; DONATO, S. L. R. Distribuição de raízes de bananeira "Prata- Anã" no segundo ciclo de produção sob três sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal SP, v. 34, n. 1, p. 124-132, 2012.
- SILVA, R. L. O.; MARTINS, L. S. S.; GOMES, E. W. F.; FERRAZ, G. M. G.; SILVA, S. O.; WILLADINO, L. Avaliação de diplóides de bananeira (*Musa* spp.) quanto à tolerância a salinidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, p.1084-1091, 2009.

SILVA, E. B.; RODRIGUES, M. G. V.; SANTOS, J. O. Estado Nutricional de um Bananal Irrigado com Água Subterrânea. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001. Nova Porteirinha. **Anais...** Montes Claros: Unimontes, 2001. p. 263-266.

SEDIYAMA MAN, GARCIA NCP, VIDIGAL SM & Matos AT de (2000) Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agrícola**, 57: 185-189.

STEVENSON, F.J. **Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients**. New York: J. Wiley, 1986. 380p. STEVENSON, F.J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. New York: J. Wiley, 1994. 496p.

VILLAS BOAS, R. L., BULL, L. T., FERNANDES, D. M. **Fertilizantes em fertirrigação**. In: FOLEGATTI, M. V. coord. **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999, p. 293-319.

VILLAS BOAS, R. L.; KANO, C.; LIMA, C. P.; MANETTI, F. A.; FERNANDES, D. M. Efeito de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional através da fertirrigação na cultura do pimentão. **Revista Brasileira de Olericultura**, 13, (suplemento), p. 801- 802, 2000.

WILSON, C.L.; SOLAR, J.M.; GHAOUTH, A.E.; WINIEWSKI, M.E. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, v.81, p.204-210, 1997.

# **CAPÍTULO 1**

## **DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES DA BANANEIRA 'BRS PRINCESA' FERTIRRIGADA COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E COM ADIÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.

## **Distribuição de raízes da bananeira 'BRS Princesa' fertirrigada com substâncias húmicas e com adição de extratos vegetais**

**RESUMO:** O conhecimento da distribuição radicular da bananeira serve como parâmetro para o irrigante identificar áreas do solo mais propícias para aplicação de fertilizantes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as substâncias húmicas (SHs) via fertirrigação com e sem adição de extratos vegetais (EV) na distribuição do sistema radicular da bananeira 'BRS Princesa'. O experimento foi desenvolvido na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, Bahia ("12° 48' S, 39° 06" W, 225 m), cujo clima é classificado como úmido a sub-úmido com 1.143 mm de chuva por ano. Foi utilizada a cultura da bananeira 'BRS Princesa' espaçada em 2,0 m x 2,5 m e fertirrigada por gotejamento em Latossolo Amarelo Distrocoeso. O experimento foi conduzido durante o primeiro ciclo, seguindo um delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subsubdivididas no espaço com cinco repetições. Os tratamentos consistiram no uso de cinco doses de substâncias húmicas (formulação comercial) na parcela com aplicação mensal ao longo do ciclo, definida de frações das doses de referência (DR) equivalente a 70 L ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> na presença e ausência de extrato vegetal (EV) na sub parcela e uma testemunha (sem aplicação de substâncias húmicas e extratos vegetais). As amostras coletadas foram conduzidas ao Laboratório de Irrigação e Fertirrigação da Embrapa Mandioca e Fruticultura, onde as raízes foram separadas do solo por dispersão com água corrente, em um sistema de peneira com malha de 0,5 mm. Os dados das variáveis comprimento total (cm) e densidade de comprimento de raízes (cm cm<sup>-3</sup>) foram submetidos à análise de variância com o uso do programa SISVAR®, utilizando o teste F (p<0,05) e regressões. Houve efeito da profundidade do solo nas variáveis estudadas. A distribuição de raízes no perfil do solo é dinâmica e sofre influência das diferentes doses de substâncias húmicas e extrato vegetal.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., sistema radicular, gotejamento.

## **Banana roots distribution 'BRS Princesa' (AAAB) fertigation with humic substances and addition of plant extracts**

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the effect of humic substances applied by fertigation with and without plant extracts (EV) on the distribution of the root system of banana 'BRS Princesa'. The experiment was conducted at Embrapa Cassava and Fruits, Cruz das Almas, Bahia (12° 48' S, 39 ° 06 'W, 225 m), whose climate is classified as humid to sub-humid with 1143 mm of rain per year. 'BRS Princesa' crop banana spaced 2.0m x 2.5 fertigated by drip in OxisolDistrocoeso was used. The experiment was conducted during the first cycle following a random block design at in a split plot design in space with five replications, where the treatments considered besides humic substances doses, five distances from the plant and six soil layers. Treatments consisted in the use of five doses of humic substances (commercial formulation) by applying at a monthly frequency during the cycle. Fractions of reference doses (DR) equivalent to 70 Lh<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup> in the presence and absence of plant extract (EV) and a control accomplished all treatments. The samples were taken to the Irrigation and Fertigation laboratory, Embrapa Cassava and Fruits, where the roots were separated from the soil by using water on a sieve system. Data of variable total length (cm) and root length density (cm<sup>-3</sup> cm<sup>-3</sup>) were subjected to variance analysis by using SISVAR® program where evaluation was made using the F test (p <0.05) and regression analysis. There was effect of soil depth on the studied variables. Roots distribution in the soil profile is dynamic and is influenced by different doses of humic substances and plant extract.

**Keywords:** *Musa* spp., root system, drip irrigation.

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema radicular das plantas desempenha importante papel nos estudos das interações que ocorrem entre o solo e a bananeira, uma vez que o conhecimento da sua distribuição no solo permite o uso mais adequado de práticas de cultivo, tais como manejo de irrigação (COELHO et al., 2001; FRACARO e PEREIRA, 2004).

Para o manejo de uma cultura, torna-se importante o conhecimento de vários fatores agronômicos, entre os quais o desenvolvimento e a distribuição do sistema radicular, visto que práticas como irrigação e manejo do solo poderão ser mais bem equacionados com o conhecimento do sistema radicular da planta, incrementando, dessa forma, a produtividade (HUGHES et al., 1992).

Estudos referente à distribuição e profundidades das raízes, consistem em fonte de informação para se determinar técnicas culturais, tais como espaçamento de plantio, manejo do solo e adubação (CASTLE et al., 1989). O conhecimento da densidade e da profundidade das raízes permite a distribuição dos fertilizantes em locais adequados, de forma a reduzir as perdas e aumentar a eficiência de uso pelas plantas (SOUZA et al., 2002).

Coelho et al., (2001) reiteram que o conhecimento da distribuição de raízes constitui também uma importante ferramenta no que diz respeito à elaboração de projetos de irrigação, uma vez que a quantidade de água aplicada deve ser tal que o solo na profundidade efetiva do sistema radicular esteja sempre próximo à capacidade de campo.

A distribuição do sistema radicular das culturas está ligada diretamente as características físicas do solo, principalmente à estrutura e textura (AVILAN et al., 1984). A avaliação do sistema radicular de uma planta é fundamental no diagnóstico de sistemas de manejo que visam a otimização da produtividade agrícola (FANTE Jr. et al., 1999).

O sistema radicular das plantas cultivadas vem assumindo importante papel nos estudos das interações que ocorrem entre o solo e as plantas. Destacam-se, com isso, os aspectos físicos, químicos e biológicos inerentes ao meio e ao solo, favoráveis à distribuição de raízes (CRESTANA et al., 1994).

A distribuição das raízes no solo, tanto horizontalmente quanto verticalmente, é fortemente influenciada por uma série de processos complexos e

dinâmicos, que incluem as interações entre o ambiente, o solo (tipo do solo, porosidade, compactação, disponibilidade de água) e as plantas em pleno crescimento (FANTE Jr. et al., 1999, ROBINSON e GALÁNS et al. 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das substâncias húmicas aplicadas via fertirrigação com e sem adição de extratos vegetais na distribuição do sistema radicular da bananeira 'BRS Princesa' (tipo Maçã, AABB ).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado no campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, situada no município de Cruz das Almas - BA, com latitude 12° 48' S, longitude 39° 06' W e altitude de 225 m. O clima da região é classificado como úmido a subúmido, com uma pluviosidade média anual de 1.143 mm (D'ANGIOLELLA et al., 1998). A área experimental é constituída por um Latossolo Amarelo Distrocoeso de textura média (SOUZA e SOUZA, 2001). A classificação textural do solo é areno argiloso. Os atributos físicos, físico-hídricos e químicos do solo, em profundidade, são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos do Latossolo Amarelo Distrocoeso da área experimental. Cruz das Almas-BA, 2013.

Atributos físicos e físico-hídricos												
Profundidade (m)	Areia total	Silte	Argila	Ds	Umidade (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> ) retida à tensão (kPa)							
					-10	-33	-1500					
		g kg <sup>-1</sup>			g cm <sup>-3</sup>							
0-0,20	732	87	181	1,6	0,1785	0,1761	0,0980					
0,20-0,40	629	68	303	1,6	0,1964	0,1936	0,1514					
0,40-0,70	600	77	323	1,4	0,1896	0,1637	0,1320					
Ds=Densidade do solo.												
Atributos químicos												
Prof (m)	pH em água	P(Mehlich-1)	K	Ca	Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC	V	MO
		mg dm <sup>-3</sup>					cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%	g kg <sup>-1</sup>
0-0,20	6,7	15,6	0,14	2,5	0,9	0,2	0,03	0,7	3,6	4,4	83	7,0
0,20-0,40	6,0	6,0	0,10	1,7	0,7	0,1	0,03	1,4	2,5	4,2	62	5,9
0,40-0,60	5,4	4,6	0,07	1,1	0,5	0,0	0,02	1,9	1,7	3,7	48	5,7

SB (soma de bases trocáveis), CTC (capacidade de troca de cátions), V (saturação por bases) e MO (matéria orgânica).

Foi utilizada a bananeira 'BRS Princesa', tetraploide AAAB, tipo maçã, desenvolvido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, espaçada em 2,0 m x 2,5 m. A área experimental foi, previamente preparada, sendo o solo arado e gradeado. Aos 30 dias antes do plantio realizou-se a abertura das covas, com dimensões de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m, em que todas as atividades referente as adubações e tratos culturais foram realizadas conforme Borges e Souza (2004). A aplicação de fertilizantes foi feita antecedendo ao plantio, utilizou-se no plantio FTE (70 g/cova) e 12 L de esterco de bovino por cova. Também foi aplicado numa frequência mensal substâncias húmicas via fertirrigação, com os seguintes componentes:

ácidos húmicos (200g/kg), ácidos fúlvicos (102g/kg) e potássio (26,6 g/kg). As doses de substâncias húmicas (SHs) foram estabelecidas em função da recomendação comercial do produto utilizado, considerando a dose de referência (DR) equivalente a 70 L ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>. Com dose na parcela; presença e ausência de extrato vegetal na sub parcela e uma testemunha (sem aplicação de substância húmica e extrato vegetal). As doses de substâncias húmicas foram tomadas como DR; 1,5 DR; 2,0 DR; 3,0 DR e controle que equivalem 70, 105, 140, 210 e 0 L ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, respectivamente. Além da substância húmica foi aplicado um extrato vegetal comercial (Figura 1) com três aplicações de 3 ml de extrato vegetal.planta<sup>-1</sup> no pseudocaule a 50 cm de distância do solo, com os seguintes componentes: *Yucca schidigera*, *Quillaja saponária*, *Tagetes spp.* 93% e *Saporinas triterpenoides* 7%.



**Figura 1.** Aplicação de extrato vegetal.planta<sup>-1</sup> no pseudocaule a 50 cm de distância do solo. Foto: Djalma dos Santos.

O sistema de irrigação adotado foi o de gotejamento, com três gotejadores por planta, uma linha lateral de irrigação por fileira, a vazão dos gotejadores foi de 4,0 L h<sup>-1</sup>, sendo considerado um turno de rega de dois dias. As lâminas de irrigação foram calculadas pela evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) em mm dia<sup>-1</sup>, obtida segundo a equação de Penman-Monteith modificada (ALLEN et. al. 1998):

$$ET_c = E_{To} \times K_c \times K_l \quad (1)$$

Em que:

E<sub>To</sub>= evapotranspiração de referência;

K<sub>c</sub>= coeficiente de cultura, varia com as fases fenológicas e também entre espécies e variedades/cultivares (DOORENBOS e KASSAM, 2000).

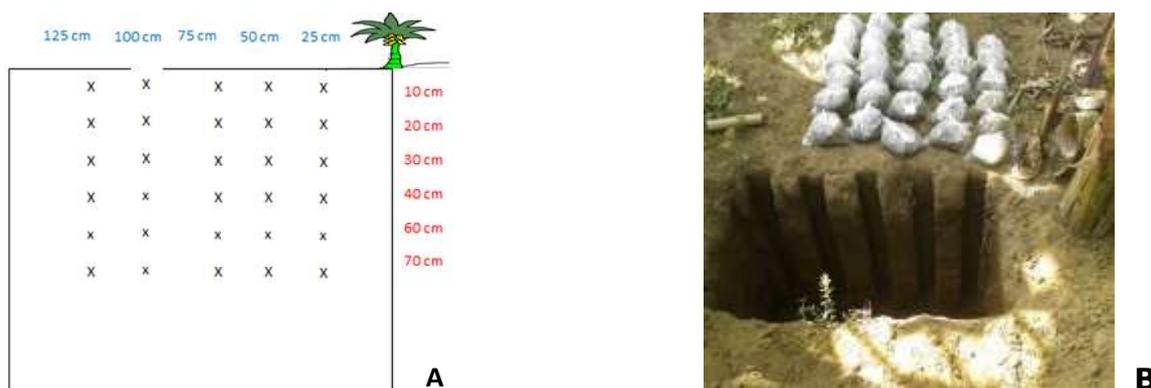
K<sub>l</sub>= coeficiente de localização recomendado por Ferreres et al., (1992).

A fertirrigação foi conduzida por meio de um injetor venturi (Figura 2), conectada ao início do cabeçal de controle. As coletas de amostras de raiz-solo foram realizadas na fase de emissão floral da bananeira mediante a abertura de uma trincheira para cada parcela experimental, com 0,80 m x 1,00 m x 0,90 m de dimensões, sendo escavada a partir da touceira da bananeira em direção longitudinal à fileira das plantas.



**Figura 2.** Aplicação das substâncias húmicas através de um venturi. Foto: Djalma dos Santos.

As coletas das amostras foram realizadas a partir do pseudocaule da planta, na direção da fileira de plantas, seguindo a linha do gotejo, correspondentes a blocos de solo de 0,10 m x 0,10 m x 0,10 m, foi feita através do método do monólito que permite a retirada de amostras diretamente do perfil do solo, após a abertura de trincheira (Figuras 3 - A e B), e permite uma análise quantitativa do sistema radicular (BOHM,1979).



**Figura 3.** Croqui da Trincheira (A) e trincheira com posições de coleta de amostras e ensacadas (B). Foto: Djalma dos Santos.

As amostras foram transportadas para o Laboratório de Irrigação e Fertirrigação da Embrapa Mandioca e Fruticultura. O processamento das amostras foi realizado através da separação das raízes do solo, por meio de lavagem em peneira de malha 0,5 mm, sendo em seguida colocadas em solução de água e álcool para armazenamento em geladeira. Posteriormente as raízes foram postas a secar naturalmente em papel absorvente, e logo em seguida separadas individualmente e distribuídas em folha de transparência sendo digitalizadas em arquivos TIFF (“Tagged Image File Format”) comprimidos, usando scanner de resolução 600 dpi, escala de 100% (KASPAR e EWING, 1997; COELHO et al., 1999). Os arquivos digitalizados foram submetidos ao software ROOTEDGE (KASPAR e EWING, 1997) para a determinação do comprimento das raízes. Os dados de comprimento de raízes possibilitaram a determinação da Densidade de Comprimento de Raízes (DCR), conforme a equação.

$$DCR = L_r / V_r \quad (2)$$

Em que:

DCR - densidade de comprimento de raízes ( $\text{cm cm}^{-3}$ ),

$L_r$  - comprimento de raízes (cm),

$V_r$  - volume da amostra ( $\text{cm}^3$ ).

O estudo foi conduzido durante o primeiro ciclo com três análises estatísticas, a primeira seguindo um delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no espaço com cinco repetições em que a

dose de SH representou a parcela; presença ou não do EV a subparcela e a profundidade a subsubparcela. Esse delineamento foi aplicado aos dados de comprimento total (CT) e densidade de comprimento de raízes (DCR) coletada em duas distâncias da planta (0,25 m e 0,50 m) e quatro profundidades (0,0 - 0,10 m; 0,10 - 0,20 m; 0,20 - 0,30 m e 0,30 - 0,40 m). A segunda análise estatística: seguiu um delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (doses de substâncias húmicas) e cinco repetições. Essa se referiu a aplicação somente das substâncias húmicas e os dados de CT e DCR foram coletados como média de cinco distâncias da planta (0,25 m; 0,50 m; 0,75 m; 1,0 m e 1,25 m) e seis profundidades (0,10 m; 0,20 m; 0,30 m; 0,40 m; 0,60 m e 0,70 m). A terceira análise foi feita para avaliar o efeito das doses de substâncias húmicas na profundidade efetiva (PE) e distância efetiva (DE) das raízes, onde se encontram 80% das raízes conforme Carvalho et al., (1999).

A análise da distribuição das raízes foi feita em duas trincheiras na direção da fileira de plantas, sendo uma junto a uma touceira da subparcela com aplicação do extrato vegetal e uma junto a uma touceira da subparcela sem aplicação de extrato vegetal, isto é, apenas com aplicação de substâncias húmicas. Essa forma de avaliação das raízes objetivou verificar o efeito das doses de substâncias húmicas em interação com a aplicação do extrato vegetal. Nesse caso, as amostras foram retiradas às distâncias da touceira de 0,25 m e 0,50 m e às profundidades 0,10 m; 0,20 m; 0,30 m e 0,40 m. A outra maneira de análise das raízes foi com apenas uma trincheira para avaliar apenas o efeito das substâncias húmicas de forma isolada. Nesse caso as amostras foram coletadas às distâncias da touceira de 0,25 m; 0,50 m; 0,75 m; 1,00 m e 1,25 m e as profundidades de 0,10 m; 0,20 m; 0,30 m; 0,40 m; 0,60 m e 0,70 m.

Os dados obtidos (comprimento de raízes e densidade de comprimento de raízes) sob as diferentes fontes de variação, isto é, dose de substância húmica, presença do extrato vegetal, profundidade do solo e as interações dessas fontes de variação (parcelas subsubdivididas) foram submetidos ao teste F da análise de variância na primeira avaliação. Na segunda avaliação, a análise de variância foi feita considerando apenas as doses de substâncias húmicas como fonte de variação (blocos casualizados). No experimento utilizando as substâncias húmicas com adição de extrato vegetal foram excluídas as doses 70 e 175 L ha<sup>-1</sup>

e no caso da distribuição de raízes sob aplicação exclusivamente de substâncias húmicas foi excluída a dose  $175 \text{ L ha}^{-1}$ , devido aos erros de amostragem.

Procedeu-se à análise de variância dos dados (teste F) e as variáveis independentes de carácter quantitativo quando tiveram efeito nas variáveis dependentes: comprimento e densidade de comprimento de raízes ocasionaram análise de regressão e utilizou-se o efeito da variável de carácter qualitativo (presença do extrato vegetal) na interação com independente de carácter quantitativo. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Distribuição de raízes sob aplicação de substâncias húmicas e extrato vegetal

A análise de variância (Tabela 2) detectou efeito das doses de substâncias húmicas e do extrato vegetal no comprimento total de raízes (CT) e na densidade de comprimento de raízes (DCR) média do perfil avaliado. A profundidade do solo também influenciou o CT e a DCR, bem como as interações entre as doses de substâncias húmicas x extrato vegetal (EV) e entre as doses de substâncias húmicas x profundidade. Façanha et al. (2002) e Canellas et al., (2002) observaram alterações significativas na arquitetura radicular de algumas culturas, o que foi atribuído a um forte estímulo no crescimento radicular e números de raízes emergidas.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância com teste F, coeficiente de variação (CV) e valores médios do comprimento total (cm) e densidade de comprimento de raízes ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) da bananeira ‘BRS Princesa’. Cruz das Almas, Ba. 2013.

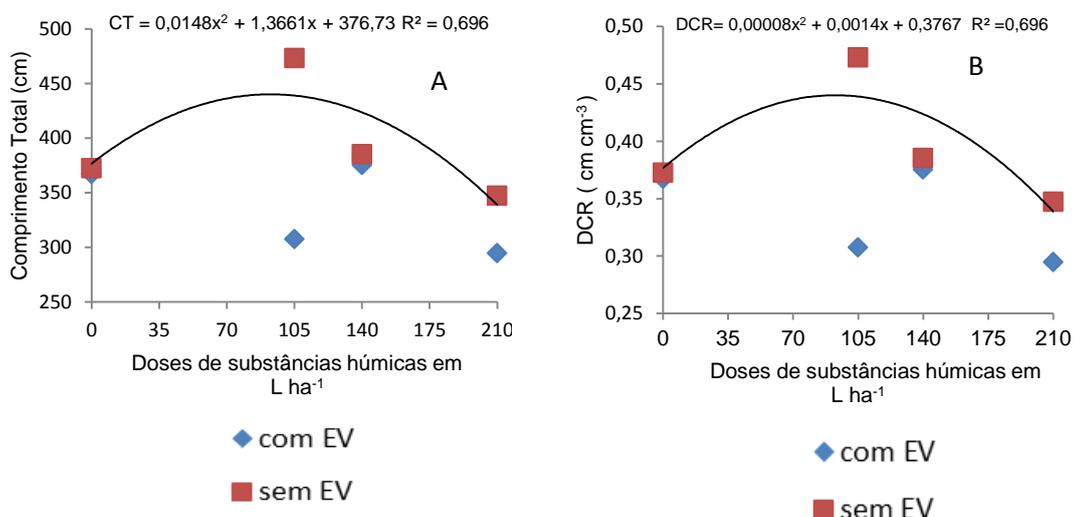
FV	GL	CT (QM)	DCR (QM)
Bloco	4	3739,9737 <sup>ns</sup>	0,0037 <sup>ns</sup>
Dose SH	3	37843,1518*	0,0379*
Erro 1	12	3128,8791	0,0031
Extrato Vegetal (EV)	1	136247,7231*	0,1359*
Erro 2	12	4442,0643	0,0044
Profundidade (Prof)	3	48867,8030*	0,0489*
Erro 3	100	2243,4178	0,0071
Dose SH x EV	3	55549,7644*	0,7139*
Dose SH x prof	9	11230,9375*	0,0112*
EV x Prof	3	55050,2647*	0,0549*
Dose SH x EV x prof	9	45669,6070*	0,0457*
CV (%)		12,96	12,96
Média geral		365,3511	0,3653

\* significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A análise de regressão para as variáveis dependentes comprimento total (CT) e densidade de comprimento de raízes (DCR), considerando a aplicação das

substâncias húmicas com a presença de extrato vegetal, não apresentou ajuste do modelo quadrático aos dados de DCR ou CT em função das doses com coeficiente de determinação aceitável (0,3617 para CT e para DCR). A aplicação de substâncias húmicas sem extrato vegetal resultou em um ajuste polinomial quadrático tanto para CT como para DCR onde 69,6% das variações de CT e DCR se devem as variações das doses da SHs. As doses estimadas de substâncias húmicas sem aplicação de extrato vegetal que maximizaram o comprimento total (CT) de raiz e a DCR foram de 92,3 L ha<sup>-1</sup> e 100 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente com CT estimado de 439,8 cm e DCR estimada de 0,4467 cm cm<sup>-3</sup>. Esses resultados estão de acordo com Piccolo et al., (1999) que correlaciona substâncias húmicas com o crescimento radicular.

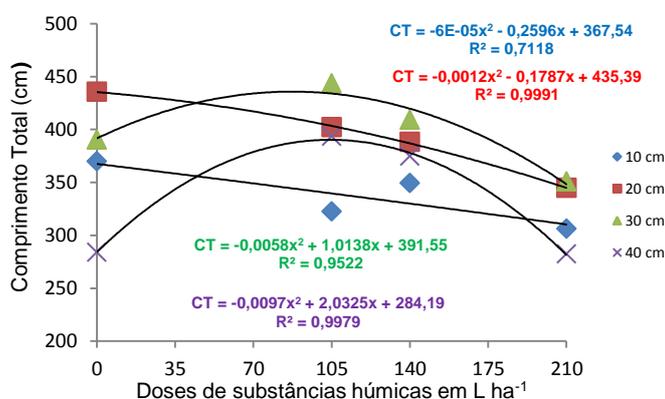
As maiores dosagens corresponderam aos menores valores de CT e de DCR indicando uma diminuição do sistema radicular da bananeira 'BRS Princesa'. O extrato vegetal em conjunto a SH não indicou aumento no CT e na DCR, comparado a aplicação única da SH (Figura 4).



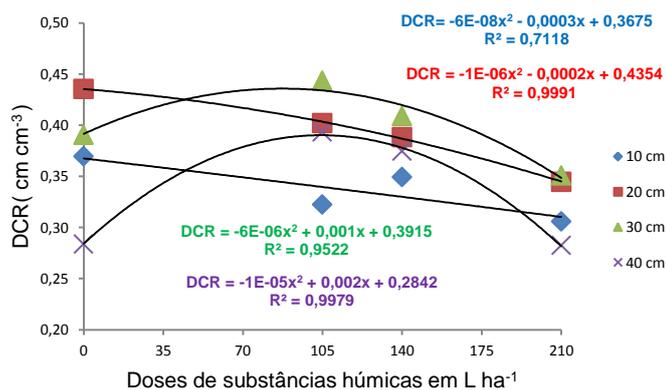
**Figura 4.** Comprimento Total (A) e Densidade de Comprimento Raiz (B) em função das doses de substâncias húmicas com aplicação conjunta ou não de Extrato Vegetal (EV).

As Figuras 5 e 6 mostram as densidades de comprimento de raízes (DCR) e comprimentos totais (CT) em diversas profundidades em função das doses de substâncias húmicas. Observou-se maior comprimento total de raiz na profundidade de 30 cm com 87,4 L ha<sup>-1</sup> de substâncias húmicas. Um dos fatores

de maior relevância para as plantas é a capacidade de explorar os nutrientes em profundidade. Nutrientes somente são absorvidos pelas plantas quando há água para dissolvê-los. Dessa forma, os nutrientes em profundidade são mais aproveitados do que os nutrientes aplicados em camadas mais superficiais, que secam frequentemente (McCULLEY, et al., 2004). As raízes crescem preferencialmente nas regiões que contêm concentrações altas e favoráveis de nutrientes (DREW, 1975). O que explica um crescimento das raízes na profundidade de 30 cm.



**Figura 5.** Comprimento Total (CT) em função das doses 0 L ha<sup>-1</sup> (controle), 105 L ha<sup>-1</sup> (1,5 DR), 140 L ha<sup>-1</sup> (2DR) e 210 L ha<sup>-1</sup> (3 DR) de substâncias húmicas aplicadas via fertirrigação. Cruz das Almas, Ba. 2013.



**Figura 6.** Densidade de Comprimento de Raízes (DCR) em função das doses 0 L ha<sup>-1</sup> (controle), 105 L ha<sup>-1</sup> (1,5 DR), 140 L ha<sup>-1</sup> (2DR) e 210 L ha<sup>-1</sup> (3 DR) de substâncias húmicas aplicadas via fertirrigação. Cruz das Almas, Ba. 2013.

### 3.2 Distribuição de raízes sob aplicação de substâncias húmicas.

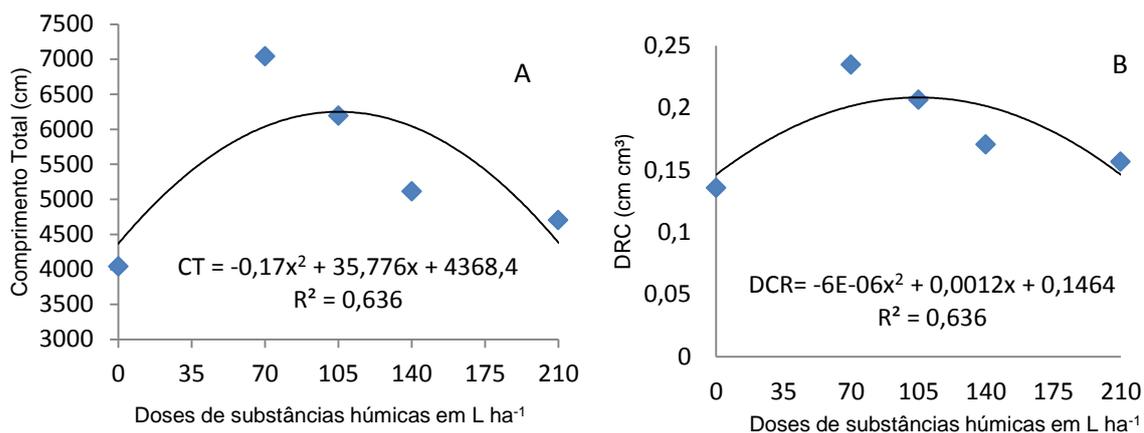
De acordo com a Tabela 3 a análise de variância, considerando apenas a aplicação de substâncias húmicas sem aplicação conjunta de substrato e considerando o perfil limitado pela distância da planta de 1,25 m e profundidade 0,70 m mostrou efeito das doses de substâncias húmicas no CT e na DCR do perfil de solo avaliado ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância com teste F, coeficiente de variação (CV) e valores médios do comprimento total (cm) e densidade de comprimento de raízes ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) da bananeira ' BRS Princesa'. Cruz das Almas, Ba. 2013.

FV	GL	CT (QM)	DCR (QM)
Bloco	4	223346,3051 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>
Dose	4	7168094,0835*	0,0078*
Erro	16	276692,8564	0,0002
CV (%)		9,71	9,71
Média Geral		5417,38	0,18

\* significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

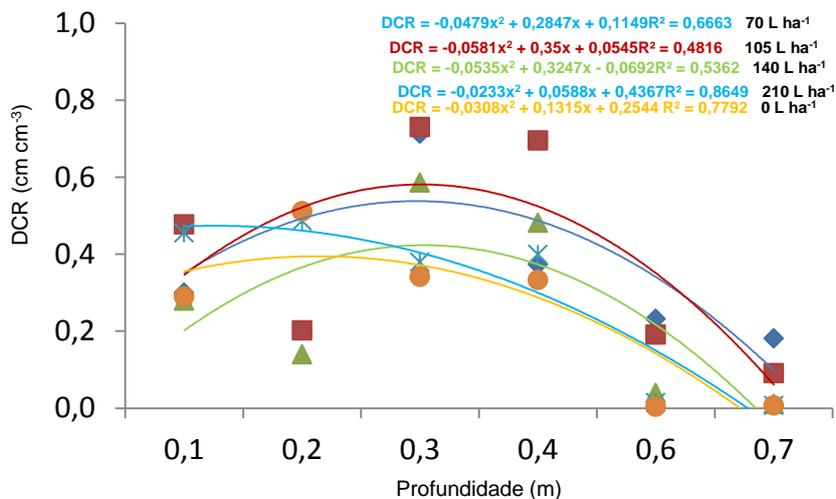
O comprimento total (CT) e a densidade de comprimento de raízes (DCR) tiveram um comportamento polinomial quadrático em função das doses de SHs (Figura 7). A dose que proporcionou CT (A) e DCR (B) máximas foi de 105 L ha<sup>-1</sup>. Esses resultados indicam que a dose de referência (DR) não condiz com o maior desenvolvimento e proliferação de raízes, 63,6% da variação do CT ou DCR é explicado pela variação das doses de substâncias húmicas (SHs). Na Figura 7, observa-se uma taxa de variação de CT com a dose de SH positiva até a dose 105 L ha<sup>-1</sup> equivalente à dose máxima, seguida por uma taxa de variação de CT ou DCR com a dose de substância húmica negativa a partir dessa dose.



**Figura 7.** Comprimento Total (A) e Densidade de Comprimento de Raízes (B) em função das doses de substâncias húmicas aplicadas via fertirrigação. Cruz das Almas, Ba. 2013.

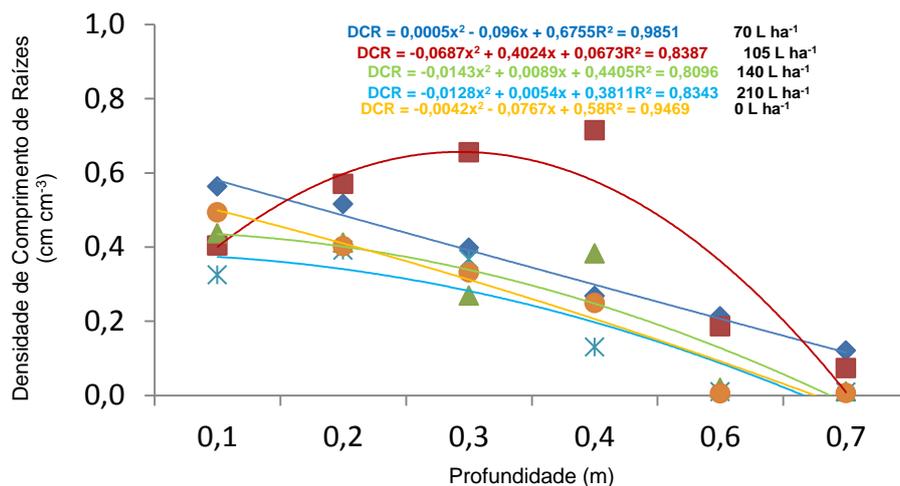
A avaliação da densidade de comprimento de raízes (DCR) em função da profundidade para as distâncias individualmente 0,25 m; 0,50 m e 1,0 m resultaram em polinomiais de ordem 2 para todas as doses. Em geral, a dose de 105 L h<sup>-1</sup> e 140 L h<sup>-1</sup> foram as que resultaram em maior DCR em todas as profundidades, as demais doses apresentaram menores que as duas e próximas entre si. O sistema radicular da bananeira apresenta um comportamento superficial. Houve efeito dos sistemas de irrigação na densidade de comprimento radicular para as distâncias do pseudocaule no perfil. A maior parte das raízes da bananeira encontra-se até a profundidade de 0,40 m e a distância de 0,60 m.

Fixando isoladamente a distância de 0,25 m, o ajuste do modelo aos dados não foi adequado para as doses de 105 e 140 L h<sup>-1</sup>, cujos coeficientes de determinação foram inferiores a 0,5360 indicando baixa percentagem de variação da DCR devido a variação da profundidade. As estimativas da DCR para as doses foram máximas a profundidades entre 0,20 m e 0,30 m sendo que as doses 0 e 210 L h<sup>-1</sup> tiveram DCR máxima para 0,10 m e 0,20 m de profundidade, respectivamente; as doses de 70, 105 e 140 L h<sup>-1</sup> tiveram DCR máxima a 0,30 m de profundidade. O sistema radicular se desenvolve em maior profundidade, estando 80% das raízes, concentradas na faixa de 0 - 0,60 m da superfície (Figuras 8).



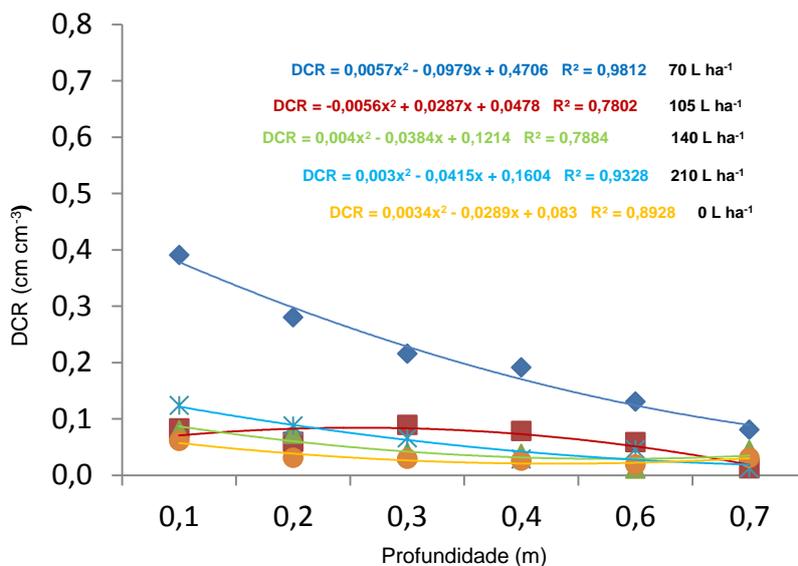
**Figura 8.** Densidade de comprimento de raízes (DCR) para as diferentes doses, distância de 0,25 m do pseudocaule sob doses de substâncias húmicas aplicadas fertirrigação. Cruz das Almas, Ba. 2013.

Fixando isoladamente a distância de 0,50 m, exceto pela dose de 70 L h<sup>-1</sup> cujos dados de DCR foram ajustados por uma função linear, a função quadrática ajustou melhor aos dados para as outras doses. As funções ajustadas para cada dose de SH aos dados mostram que pelo menos 80% das variações de DCR é explicada pela variação da profundidade. Exceto pela dose de 105 L ha<sup>-1</sup>, que apresentou um máximo de DCR para a profundidade 0,30 m, as demais doses tiveram a máxima DCR na profundidade 0,10 m (Figura 9).



**Figura 9.** Densidade de comprimento de raízes (DCR) para as diferentes doses, na distância de 0,50 m do pseudocaule sob doses de substâncias húmicas aplicadas via fertirrigação. Cruz das Almas, Ba. 2013.

Fixando a distância de 1 m (Figura 10) após análise de regressão, observou-se que a profundidade 10 cm quando se aplica a dose de substâncias húmicas do tratamento 1 (70 L ha<sup>-1</sup>) proporcionou a DCR maior na distância 1 m do pseudocaule da bananeira 'BRS Princesa', ou seja, a profundidade 10 cm promoveu a maior densidade de raízes no que se refere a dose que está sendo estudada (70 L ha<sup>-1</sup>).



**Figura 10.** Densidade de comprimento de raízes ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) para as diferentes doses, na distância de 1 m do pseudocaule sob doses de substâncias húmicas aplicadas via fertirrigação. Cruz das Almas, Ba. 2013.

### 3.3 Distribuição de raízes com ênfase na Profundidade Efetiva (PE) e Distância Efetiva (DE).

O conhecimento da distribuição das raízes da bananeira através da profundidade e distância efetiva promove suporte para informações no sentido de orientar a melhor localização de água e fertilizantes, resultando em incremento da produtividade da bananeira 'BRS Princesa'. De acordo com Sant'Ana et al.(2012), ter conhecimento sobre a distância e a profundidade efetiva do sistema radicular é de grande importância, já que garante subsídios à avaliação dos valores das lâminas de irrigação a serem aplicados.

De acordo com a Tabela 4 a avaliação do efeito das doses de SH na profundidade efetiva e distancia efetiva das raízes pela análise de variância mostrou que não houve efeito ( $p > 0,05$ ) das doses de SH quer na densidade de comprimento de raízes (DCR) ou no comprimento total (CT). Os valores da profundidade (38,50 cm) e distância (78,16 cm) efetiva médios para as doses de SHs mostram que apesar de haver diferenças para as doses, não se verificou ajuste de modelo que possa explicar adequadamente a variação da

profundidade e distância efetiva em função das doses de substâncias húmicas. Caracteriza-se como profundidade e distância efetiva, as áreas onde se encontram 80% do comprimento total de raízes, conforme sugeriram Kanber et al.,(1996); Santos (2002) e Arruda (1989) citam que o conhecimento da profundidade efetiva do sistema radicular, ou seja, onde concentra-se 80% das raízes, é fundamental para a determinação da quantidade de água a ser aplicada. Em períodos úmidos, essa condição favorece o encharcamento nas camadas superficiais, onde se concentra o sistema radicular das plantas, devido à retenção do fluxo de água pela camada coesa (COELHO et al. 2005). Neste sentido, Vieira (1996) cita que, conhecer somente a profundidade efetiva do sistema radicular não é suficiente quando se trabalha com condições de irrigação localizada. O autor sugere o conhecimento tanto da profundidade como da distância efetiva do sistema radicular. Desta forma, o conhecimento da distribuição do sistema radicular permite inferir sobre as zonas de absorção de água pelas raízes que é uma importante ferramenta em estudos no monitoramento de umidade do solo e, de acordo com Machado e Coelho (2000), auxilia na instalação e posicionamento dos sensores de medida de água no solo.

**Tabela 4.** Fonte de Variação (FV), Quadrados Médios (QM), GL (Grau de Liberdade) e resultado do teste F referente à variável Profundidade Efetiva (PE) e Distância Efetiva (DE). Cruz das Almas, Ba. 2013.

FV	GL	PE (QM)	DE (QM)
Bloco	4	0,5370 <sup>ns</sup>	0,1038 <sup>ns</sup>
Doses	4	0,4031 <sup>ns</sup>	0,6080 <sup>ns</sup>
Erro	8	0,2041	0,2231
CV (%)		1,17	0,60
Média Geral		38,50 cm	78,16 cm

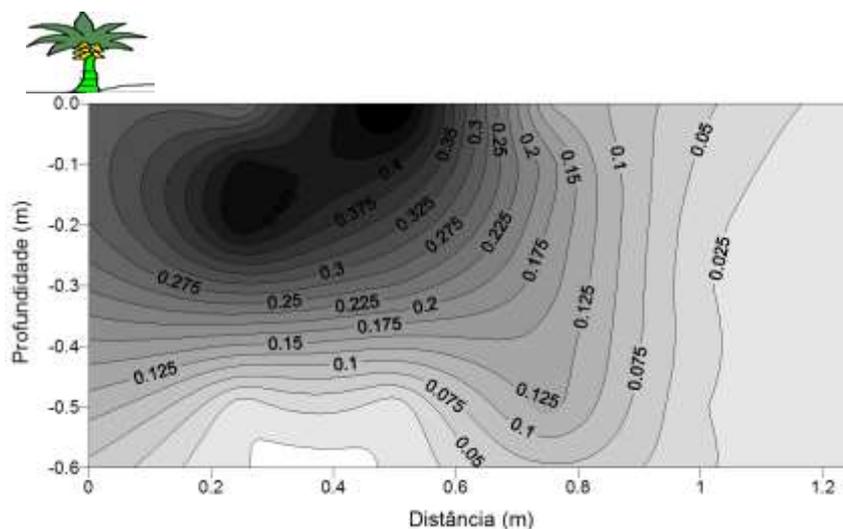
ns: não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

### 3.4 ANÁLISE DAS IMAGENS DO SISTEMA RADICULAR

As análises das imagens do sistema radicular fornecem uma rápida determinação de parâmetros morfológicos, como densidade de comprimento de raízes (DCR). Coelho et al., (2001) ressaltam que o conhecimento da

distribuição de raízes constitui também uma importante ferramenta no que diz respeito à elaboração de projetos de irrigação, uma vez que a quantidade de água aplicada deve ser tal que o solo na profundidade efetiva do sistema radicular esteja sempre próximo à capacidade de campo.

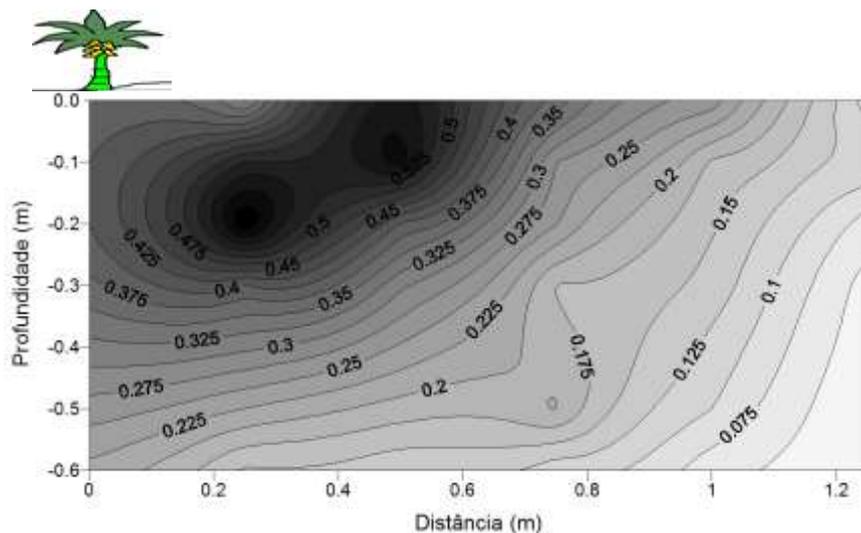
De maneira geral foi verificado que em relação ao sistema radicular cerca de 80% do total de raízes se concentra até 38,5 cm. A redução no comprimento total e densidade de comprimento de raízes mediante ao aprofundamento no perfil é relatada por Lacerda Filho et al., (2004). A distribuição da DCR no perfil do solo resultante dos valores dessa variável em cinco distâncias do pseudocaule e seis profundidades podem ser observados nos gráficos de isolinhas (11 e 12) onde foram caracterizadas as distribuições das raízes ao longo do perfil. Considerando a dose zero (sem aplicação de SH) a maior parte das raízes encontra-se até a profundidade de 0,30 m e a distância de 0,50 m do pseudocaule da bananeira 'BRS Princesa' (Figura 11). A distribuição de raízes foi bem próxima a superfície do solo concentrando a maior parte do sistema radicular entre 0,10 m até 0,30 m de profundidade e distância de 0,40 m até 0,60 m do pseudocaule da bananeira 'BRS Princesa'. A Figura 11 (sem aplicação de substâncias húmicas) apresenta menor densidade de raízes, apresentando um máximo de  $0,45 \text{ cm cm}^3$ .



**Figura 11.** Isolinhas de DCR ( $\text{cm cm}^3$ ) no perfil do solo para as distâncias e profundidades em relação ao pseudocaule da bananeira 'BRS Princesa', sem aplicação de substâncias húmicas. As áreas mais escuras representam maior densidade radicular. Cruz das Almas, Ba. 2013.

No caso da aplicação de  $70 \text{ L ha}^{-1}$  de SH (Figura 12) foram verificados altos valores de densidade de comprimento total de raízes ao longo da distância de 0,50 m do pseudocaule até a profundidade de 0,40 m. A maior parte das raízes da bananeira encontra-se até a profundidade de 0,38 m e a distância de 0,78 m. Essa dose de substância húmica pode ter influenciado na maior distribuição do sistema radicular no perfil do solo. Segundo Chen e Aviad (1998), o efeito de aplicação de húmus comerciais a solos agrícolas produtivos nas doses recomendadas pelas empresas não parecem conter quantidades suficientes dos ingredientes necessários para produzir os efeitos benéficos esperados. No Brasil, são escassos os estudos acerca do efeito de substâncias húmicas sobre o crescimento de plantas. Substâncias parecidas com hormônios vegetais (a exemplo do ácido indol-acético: AIA) já foram identificadas fazendo parte das SHs (MUSCOLO; CUTRUPI, 1998).

A Figura 12 ( $70 \text{ L ha}^{-1}$  de substâncias húmicas), demonstra um acréscimo na densidade de raízes, com máximo de  $0,57 \text{ cm cm}^3$ . Esses resultados demonstram um incremento na densidade de raízes, diretamente proporcional ao aumento na dose aplicada. Esse fato pode estar relacionado à presença das substâncias húmicas em camadas mais profundas. Observou-se maior comprimento total de raiz na profundidade de 30 cm com  $87,4 \text{ L ha}^{-1}$  de substâncias húmicas, portanto o valor que mais se aproxima representa a dose  $70 \text{ L ha}^{-1}$  (Figura 12) e o aumento na dose não modificou a distribuição do sistema radicular, onde as maiores concentrações de raízes se localizaram até 0,38 m de profundidade e 0,78 m de distância. As doses de substâncias húmicas  $105$ ,  $140$  e  $210 \text{ L ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , não tiveram figuras das isolinhas apresentadas, pois as maiores produtividades da bananeira 'BRS Princesa' se aproximam da menor dose ( $70 \text{ L ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), indicando menor custo de produção.



**Figura 12.** Isolinhas de DCR ( $\text{cm cm}^3$ ) no perfil do solo para as distâncias e profundidades em relação ao pseudocaule da bananeira 'BRS Princesa'. Dose de  $70 \text{ L ha}^{-1}$  de substâncias húmicas. As áreas mais escuras representam maior densidade radicular. Cruz das Almas, Ba. 2013.

## CONCLUSÕES

1. A distribuição de raízes no perfil do solo é influenciada pela dose de substâncias húmicas.
2. A bananeira 'BRS Princesa' apresenta maior predominância do sistema radicular próximo a superfície do solo com 0,38 m de profundidade e a 0,78 m de distância do pseudocaule.
3. Ocorre maior desenvolvimento do sistema radicular quando próximo da dose de 70 L ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- AVILAN, L. R.; GARCIA, M. L.; LEAL, F.; SUCRE, R. Estudio del sistema radical del limon criollo (*Citrus aurantifolia*) swing, en un suelo de origen aluvial. **Revista Faculdade Agronomia**, Maracay, v. 13, p. 61-72, 1984.
- ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and drainage, 56).
- ARRUDA, F.B. **Necessidade de água nas culturas** - Elementos de projeto. In: CURSO PRÁTICO INTERNACIONAL DE AGROMETEOROLOGIA PARA OTIMIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO, 3., 1989, Campinas: IAC, 1989. 35 p.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. (Ed.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa, 2004, 279p.
- BOHM, W. **Methods of studying root systems**. New York: Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1979, 190p.
- CANELLAS LP; OLIVARES FL; OKOROKOVA-FAÇANHA AL; FAÇANHA AR. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H<sup>+</sup>ATPase activity in maize roots. **Plant Physiology** 130: 1951-1957. 2002.
- CARVALHO, J.E.B.; SOUZA, L.S.; JORGE, L.A.C.; RAMOS, W.F.; COSTA NETO, A.O.; ARAÚJO, A.M.A.; LOPES, L.C. & JESUS, M.S. Manejo de coberturas do solo e sua interferência no desenvolvimento do sistema radicular da laranja 'Pêra'. **R. Bras. Frutic.**, 21:140-145, 1999.
- CASTLE, W.S., TUCKER, D.P.H., KREZDORN, A.H. & YOUTSEY, C.O. Rootstocks selection: the first step to success. In: J.T. Woeste (Ed). **Rootstocks for Florida citrus**. Gainesville. University of Florida. 1989. 47p.
- CHEN, Y. & AVIAD, T. **Effects of humic substances on plant growth**. In: MCCARTHY, P.; CLAPP, C.E.; MALCOLM, R.L. & BLOOM, P.R. Humic substances in soil and crop sciences. Madison, American Society of Agronomy e Soil Science Society of America, 1998. p.161-186.
- COELHO, E. F.; OLIVEIRA, F. C.; ARAÚJO, E. C. E.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA, D. M. Distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.2 p. 250-256, 2001.
- COELHO, E.F.; SANTOS, M.R.; COELHO FILHO, M.A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em Latossolo de Tabuleiros Costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.175-178, 2005.

COELHO, E.F.; OR, D. Root distribution and water uptake patterns of corn undersurface and subsurface drip irrigation. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 206, n. 2, p. 123-136, 1999.

COELHO, E. F. et al. Comparação de métodos de obtenção de imagens digitais de raízes. In: Congresso brasileiro de engenharia agrícola, 28., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBEA/UFPEL-FEA, 1999.

COELHO, E.F.; OLIVEIRA, F. C.; ARAÚJO, E. C. E.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA, D. M. Distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de fruticultura. Jaboticabal** – SP, v. 23, n. 2, p. 250-256. 2001.

CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M. F.; JORGE, L. A. C.; RALISCH, R.; TOZZI, C. L.; TORRE, A.; VAZ, C. M. P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, n. 3, p.365-371, 1994.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. Tendências Climáticas para os Tabuleiros Costeiros da região de Cruz das Almas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 27, 1998, Poços de Caldas: Universidade Federal de Lavras, 1998. v. 1, p. 43-45.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. 2. ed. Trad. de H. R. Gheyj; A. A. Souza; F. A. V. Damasceno e J. F. Medeiros. Campina Grande: UFPB, 2000. 221p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

DREW, M.C. Comparison of the effects of a localized supply of phosphate, nitrate, ammonium and potassium on the growth of the seminal root system, and the shoot, in barley. **New Phytologist**. v.75, n.3, p. 479-490, nov. 1975.

FANTE JÚNIOR, L.; REICHARDT, K.; JORGE, L.A.C.; BACCHI, O.O.S. Distribuição do sistema radicular de uma cultura de aveia forrageira. **Scientia Agricola**, v.56, p.1091-1100, 1999. Suplemento. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412p.

FAÇANHA AR; FAÇANHA ALO; OLIVARES FL; GURIDI F; SANTOS GDA; VELLOSO ACX; RUMJANEK VM; BRASIL F; SCHRIPSEMA J; BRAZ-FILHO R; OLIVEIRA MA; CANELLAS LP. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 37: 1301-1310. 2002.

FERERES E.;SANTANA,J.L.; SUAREZ,C.L. Evapotranspiration and crop coefficients in banana in: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON IRRIGATION AND HORTICULTURAL CROPS**, 1992, Almeria, Proceedings...,1992. p.341-348.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

- FRACARO, A. A.; PEREIRA, F. M. Efeito do ethephon sobre a brotação e vigor dos ramos da videira 'Niágara Rosada' (*Vitis labrusca* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 399-402, 2004.
- KASPAR, T. C.; EWING, R. P. Rootedge: software for measuring root length from desktop scanner images. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 6, p. 932-940, Nov./ Dec. 1997.
- KANBER, R.; KOKSAL, H.; ONDER, S.; EVLEN, M. Effects of different irrigation methods on yield, evapotranspiration and root development of young orange trees. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 20, n. 2, p. 163-172, 1996.
- HUGHES, K. A.; HORNE, D. J.; ROSS, C. W.; JULIAN, J. F. A 10-year maize/oats rotation under three tillage systems: 2. Plant population, root distribution and forage yields. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.22, n.1, p. 145-157, 1992.
- LACERDA FILHO, R.; SILVA, A. V. C.; MENDONÇA, V.; TAVARES, J. C. Densidade do sistema radicular da bananeira "Pacovan" sob irrigação por aspersão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p. 538-539, 2004.
- MACHADO, C.C.; COELHO, R.D. **Estudo da distribuição espacial do sistema radicular do limão "Cravo" enxertado com lima ácida "Tahiti"**. Laranja, Cordeirópolis, v.21, n.2, p.359-380, 2000.
- McCULLEY, et al. Nutrient uptake as a contributing explanation for deep rooting in arid and semi-arid ecosystems. *Oecologia* 141: 620-628, 2004.
- MUSCOLO A; CUTRUPI S; NARDI S. IAA detection in humic substances. **Soil Biology and Biochemistry** 30: 1199-1201. 1998.
- PICCOLO, A.; CONTE, P. & COZZOLINO, A. **Effects of mineral and monocarboxylic acids on the molecular association of dissolved humic substances**. *Europ. J. Soil Sci.*, 50:687- 694, 1999.
- SANT' ANA, J. A. V.; COELHO, E. F.; FARIA, M. A, SILVA, E. L.; DONATO, S. L. R. Distribuição de raízes de bananeira "Prata- Anã" no segundo ciclo de produção sob três sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal SP, v. 34, n. 1, p. 124-132, 2012.
- ROBINSON, J.C. and GALAN SAUCO, V." **Banana and Plantains (2nd Edition)**, CAB International, Wallingford, UK.311 pp, 2010.
- SANTOS, D.B. **Extração de água pelo limão 'Tahiti' com porta enxerto Citrumelo 'Swingle' sob microaspersão nas condições semiáridas da Bahia**. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2002.

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, Bahia. **Boletim de Pesquisa: EMBRAPA/CNPMP**, n. 20,. 56 p., Cruz das Almas, 2001.

SOUZA, L.S.; SOUZA, L.D.; PAIVA, A.Q.; RODRIGUES, A.C.V. & RIBEIRO, L.S. **Densidade de raízes de citros em pomar implantado em uma topossequência de solos de tabuleiro do Estado da Bahia**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., Cuiabá, 2002. Resumos. Cuiabá, Universidade Federal de Mato Grosso, 2002. p.53.

## **CAPÍTULO 2**

### **ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO FERTIRRIGADO COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EM BANANEIRA 'BRS PRINCESA'<sup>2</sup>**

---

<sup>2</sup> Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira.

## **Atributos físicos e químicos do solo fertirrigado com substâncias húmicas em bananeira 'BRS Princesa'**

**RESUMO:** Em solos tropicais a matéria orgânica tem grande influência sobre os atributos físicos e químicos, por isso, é considerada componente decisivo para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. O objetivo desse trabalho foi avaliar os atributos físicos e químicos do solo cultivado com bananeira 'BRS Princesa', fertirrigado com doses de substâncias húmicas. A bananeira 'BRS Princesa', espaçada de 2,0 m x 2,5 m, foi cultivada em Latossolo Amarelo Distrocoeso e fertirrigada por gotejamento. O experimento foi conduzido durante o primeiro ciclo da cultura, seguindo um delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subsubdivididas com cinco repetições e três plantas úteis por parcela. Os tratamentos consistiram de cinco doses de substâncias húmicas (SHs) comercial com aplicação mensal ao longo do ciclo. Para avaliação dos atributos físicos foram coletadas amostras indeformadas de solo para determinação de porosidade total, densidade do solo, umidade retida à tensão de 10 KPa, condutividade hidráulica, diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP) e estabilidade dos agregados. Os atributos químicos do solo em amostras deformadas foram: K, Ca, Mg, Na, pH em água, matéria orgânica e acidez potencial (H+Al) e os cálculos de: soma de base (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância teste F, regressão, bem como teste de comparação de médias. A análise de variância dos atributos físicos mostrou que as diferentes doses de substâncias húmicas aplicadas via fertirrigação, em Latossolo Amarelo Distrocoeso, em bananeira 'BRS Princesa' não tiveram influências na maioria dos atributos físicos do solo, exceto para umidade retida à tensão de 10 KPa em duas distâncias (0,25 m e 0,50 m) em relação à planta e estabilidade dos agregados em duas profundidades (0,10 m e 0,20 m) do solo. Para os atributos químicos a adição de substâncias húmicas no solo proporcionou aumentos dos valores da capacidade de troca de cátions (CTC) e soma de bases trocáveis (SB); e dos teores de matéria orgânica (MO) no solo.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., matéria orgânica, gotejamento.

## **Physical and chemical soil attributes fertilized with humic substances in banana 'BRS Princesa' (AAAB)**

**ABSTRACT:** In tropical soils organic matter has great influence on the physical and chemical characteristics, so it is considered crucial component to the sustainability of agricultural systems. Thus, the aim of this study was to evaluate the physical and chemical properties of soil cultivated with banana 'BRS Princesa', fertirrigated with doses of humic substances. The banana 'BRS Princesa', spaced 2.0 x 2.5 m, was grown in Oxisol Distrocoeso Yellow and drip fertigation. The experiment was conducted during the first crop cycle, following a randomized block design in split plot with five replications and three plants per plot. Doses of humic substances corresponding to 70 L h<sup>-1</sup> (T1); 105 L ha<sup>-1</sup> (T2); 140 L h<sup>-1</sup> (T3); 175 L ha<sup>-1</sup> (T4); 210L ha<sup>-1</sup> (T5) and 0 L ha<sup>-1</sup> (T6). To evaluate the physical attributes were undisturbed soil samples collected for total porosity ratings, bulk density, moisture retained to power 10 kPa, hydraulic conductivity, weighted average aggregate diameter (DMP) and aggregate stability. The soil chemical properties in deformed samples were: K, Ca, Mg, Na, pH, organic matter and potential acidity (H + Al) and calculations: sum of base (SB), cation exchange capacity (CEC) and base saturation (V). The results were submitted to analysis of variance F test, regression and average comparison test. Analysis of variance of the physical attributes showed that different doses of humic substances applied by fertigation in Oxisoil Distrocoeso in banana 'BRS Princesa' had no influence in most soil physical properties, except for moisture retained to power 10 kPa in two lengths (0.25 m 0.50 m) from the plant and aggregate stability at two depths (0.10 m 0.20 m) from the ground. For chemical attributes the addition of humic substances in the soil provided increases in values of cation exchange capacity (CEC) and total exchangeable bases (SB); and the levels of organic matter (OM) on the ground.

**Keywords:** *Musa* spp., organic matter, drip irrigation.

## 1 INTRODUÇÃO

A matéria orgânica do solo, mais especificamente as substâncias húmicas, têm papel fundamental no equilíbrio do sistema solo. A matéria orgânica do solo (MOS) se refere a um conjunto altamente heterogêneo de diversos compostos carbonáceos, desde açúcares facilmente mineralizáveis a produtos mais complexos e recalcitrantes, sendo as SHs, principalmente os ácidos húmicos e fúlvicos, as formas de carbono mais recalcitrantes da MOS, com persistência de centenas de anos (PICCOLO, 2001).

Pesquisas têm sido realizadas para se avaliar o efeito de insumos orgânicos no solo e na planta. A matéria orgânica proporciona efeitos positivos diretos no solo, como a diminuição da compactação, aumento na retenção de água, melhor estruturação do solo e maior eficiência do uso de fertilizantes, ou efeitos positivos indiretos, como o aumento geral da biomassa (MCCARTHY et al., 1990 e NARDI et al., 2002). Além disso, o manejo do solo com práticas que não agridam a biota e favoreçam a ciclagem dos nutrientes, tais como a utilização de esterco e compostos orgânicos, é de fundamental importância para obtenção de plantas saudáveis (ALTIERI, 1994), refletindo na produtividade e qualidade dos cultivos (MULUNGOY e MERCKX, 1996). Em solos tropicais a matéria orgânica tem grande interferência sobre os atributos químicos e físicos, por isso, é considerada elemento chave para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (ALVES et al., 2006).

As substâncias húmicas são responsáveis pela síntese de complexos organo - minerais com as argilas, aumentando a estabilidade dos agregados do solo e favorecendo a aeração e manutenção da estrutura do solo (DAL FERRO et al., 2012). Djajadi et al. (2012) observaram maior estabilidade de agregados em solo arenoso quando houve adição de matéria orgânica.

Na forma líquida, as substâncias húmicas são assimiladas com maior rapidez, tendo grande utilidade para culturas que necessitam de quantidade elevada de nutrientes em ciclo curto (BARROS e LIBERALINO FILHO, 2008). A concentração e a proporção com que as substâncias húmicas são encontradas nos solos podem funcionar como indicador da qualidade dos solos, devido à forte interação das substâncias húmicas com o material mineral do solo (FONTANA et al., 2010). Portanto, as substâncias húmicas contribuem para

uma melhor agregação do solo, conferem a cor escura característica de matéria orgânica e incrementam a capacidade de troca catiônica (CTC). Solos tropicais são bastante dependentes das substâncias húmicas, pois geralmente possuem baixa CTC, tornando a estabilização da MOS mais importante em solos tropicais do que temperados (ZECH et al., 1997).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito das substâncias húmicas via fertirrigação nos atributos físicos e químicos do solo em um plantio de bananeira 'BRS Princesa'.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado no campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, situado no município de Cruz das Almas - BA, com latitude 12° 48' S, longitude 39° 06' W e altitude de 225 m. O clima da região é classificado como úmido a subúmido, com uma pluviosidade média anual de 1.143 mm (D'ANGIOLELLA et al., 1998). A área experimental é constituída por um Latossolo Amarelo Distrocoeso de textura média (SOUZA e SOUZA, 2001). A classificação textural do solo é areno argiloso. Os atributos físicos, físico-hídricos e químicos do solo, em profundidade, são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1-** Atributos do Latossolo Amarelo Distrocoeso da área experimental. Cruz das Almas-BA, 2013.

Atributos físicos e físico-hídricos												
Profundidade (m)	Areia total	Silte g kg <sup>-1</sup>	Argila	Ds g cm <sup>-3</sup>	Umidade (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> ) retida à tensão (kPa)							
					-10	-33	-1500					
0-0,20	732	87	181	1,6	0,1785	0,1761	0,0980					
0,20-0,40	629	68	303	1,6	0,1964	0,1936	0,1514					
0,40-0,70	600	77	323	1,4	0,1896	0,1637	0,1320					

Ds=Densidade do solo.

Atributos químicos												
Prof. (m)	pH em água	P(Mehlich-1) mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	Al	Na cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H+Al	SB	CTC	V %	MO g kg <sup>-1</sup>
0,20-0,40	6,0	6,0	0,10	1,7	0,7	0,1	0,03	1,4	2,5	4,2	62	5,9
0,40-0,60	5,4	4,6	0,07	1,1	0,5	0,0	0,02	1,9	1,7	3,7	48	5,7

SB (soma de bases trocáveis), CTC (capacidade de troca de cátions), V (saturação por bases) e MO (matéria orgânica).

Foi utilizada a bananeira 'BRS Princesa', tetraploide AAAB, tipo Maçã, desenvolvido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, espaçada em 2,0 m x 2,5 m. A área experimental foi, previamente preparada, sendo o solo arado, gradeado e as covas de plantio abertas com auxílio de um implemento adaptado. Os tratos culturais e adubações seguiram recomendações de Borges e Souza (2004). No plantio aplicou-se por cova adubo fosfatado (superfosfato simples granulado, 150 g e 70 g de FTE BR 12. A adubação orgânica foi realizada com 12 litros de esterco de bovino por cova e em cobertura a cada

quatro meses, em um total de três aplicações. As substâncias húmicas (SHs), formulação comercial, contendo ácidos húmicos ( $200 \text{ g kg}^{-1}$ ), ácidos fúlvicos ( $102 \text{ g kg}^{-1}$ ) e potássio ( $26,6 \text{ g kg}^{-1}$ ) foram aplicadas numa frequência mensal, via fertirrigação (Figura 1).



**Figura 1.** Aplicação de substâncias húmicas através de um Venturi. Foto: Djalma dos Santos.

As doses de SHs estudadas foram estabelecidas em função da recomendação comercial do produto, considerando a dose de referência (DR) equivalente a  $70 \text{ L ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  (dose 1). As demais doses estudadas foram: 1,5 DR (dose 2); 2,0 DR (dose 3); 2,5 DR (dose 4) 3,0 DR (dose 5) e controle (sem aplicação de substância húmica) que equivalem a  $105 \text{ L ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$ ,  $140 \text{ L ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$ ,  $175 \text{ L ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$ ,  $210 \text{ L ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  e  $0 \text{ L ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$ , respectivamente. Cada parcela foi composta por três plantas úteis.

O sistema de irrigação adotado foi o de gotejamento, com três gotejadores por planta, uma linha lateral de irrigação por fileira, a vazão dos gotejadores foi de  $4,0 \text{ L h}^{-1}$ , sendo considerado um turno de rega de dois dias. As lâminas de irrigação foram calculadas pela evapotranspiração da cultura (ETc) em  $\text{mm dia}^{-1}$ , obtida segundo a equação de Penman - Monteith modificada (ALLEN et al., 1988):

$$ETc = ET_o \times Kc \times Kl \quad (1)$$

Em que:

ET<sub>o</sub>= evapotranspiração de referência;

K<sub>c</sub>= coeficiente de cultura, varia com as fases fenológicas e também entre espécies e variedades / cultivares (DOORENBOS e KASSAM, 2000).

K<sub>l</sub>= coeficiente de localização recomendado por Ferreres et al., (1992).

A amostragem do solo foi realizada doze meses após o primeiro ciclo, para determinações químicas e físicas. Para as análises químicas foram coletadas amostras deformadas com trado nas profundidades de 0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m e nas distâncias de 0,25 m e 0,50 m, na projeção da copa da planta em direção ao gotejador, contemplando a zona radicular superficial. As amostras compostas (500 g) referente a uma planta foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas para o Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Foram determinados pH em água, P (Mehlich -1), K e Na disponíveis, Ca e Mg trocáveis, matéria orgânica e acidez potencial (H+Al), segundo Embrapa (2011) e os cálculos de soma de base (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V). Para as determinações dos atributos físicos foram utilizadas amostras indeformadas coletadas com anéis volumétricos para avaliações de porosidade total, densidade do solo, umidade retida à tensão (10 KPa), condutividade hidráulica, diâmetro médio do poro (DMP) e estabilidade de agregados (EMBRAPA, 2011).

O experimento foi conduzido durante o primeiro ciclo da cultura, seguindo um delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no espaço com cinco repetições, em que a dose de substância húmica representou a parcela, a distância a subparcela e a profundidade a subsubparcela. Procedeu-se à análise de variância dos dados (teste F) e análise de regressão para doses de substâncias húmicas. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Avaliações físicas do solo com aplicação de substâncias húmicas (SHs).

Verificando a Tabela 2 nota-se que a análise de variância não mostrou efeito significativo para as doses de substâncias húmicas (SHs) sobre as variáveis avaliadas após 12 meses da aplicação, porém para as distâncias (0,25 m e 0,50 m) da planta houve diferença estatística para a variável umidade a 10 KPa. No caso da profundidade o efeito foi para estabilidade dos agregados (EST).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância com teste F, coeficiente de variação e valores médios dos atributos físicos do solo. Cruz das Almas-BA. 2013.

Fonte de variação	QM								
	GL	PT	MA	MI	DS	RA	CS	DMP	EST
Dose	5	5,71 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	17,68 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
Distância da Planta (DP)	1	2,41 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	<b>0,10*</b>	48,34 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Dose x DP	5	0,05 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	8,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>
Erro1	10	0,06	0,01	0,16	0,04	0,19	34,92	0,01	0,10
Profundidade (PRF)	1	0,58 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	1,94 <sup>ns</sup>	95,68 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	<b>0,34*</b>
Dose x PRF	5	0,31 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	60,74 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
Erro2	10	0,05	0,01	0,02	0,01	0,23	8,01	0,01	0,12
DP x PRF	1	0,01 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	62,34 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Erro3	31	1,86	0,01	0,07	0,02	0,32	19,55	0,01	0,09
CV (%)		3,74	48,70	15,10	16,21	22,55	08,97	43,87	22,84
Média Geral		6,08	0,25	1,81	0,91	2,52	15,26	0,29	1,34

PT: Porosidade Total (%); MA: Macroporos (%); MI: Microporos (%); DS: Densidade do solo (kg/dm<sup>3</sup>), RA: Retenção de água a 10 KPa, CS: Condutividade hidráulica saturada (mm/h), DMP: Diâmetro médio ponderado de agregados (mm); EST: Estabilidade de agregação (%). \* significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Vale ressaltar que as substâncias húmicas quando aplicado ao solo, promove melhoria nas condições físicas e químicas do solo (PICCOLO, 2001). Entre os ácidos orgânicos, as substâncias húmicas (SHs) tem tido um crescente interesse, por se tratar de um material de maior tempo de permanência no solo, devido à sua recalcitrância, o que prolonga seus efeitos (LIZARAZO et al., 2005 e PICCOLO, 2001).

Possivelmente a não influência das doses das SHs nos principais

atributos físicos do solo, se deve ao curto período das aplicações desses compostos orgânicos até as coletas das amostras (um ano após o início do experimento). O uso de SHs, por conterem altos teores de matéria orgânica, melhora a estrutura do solo, promove maior infiltração e retenção de água, aumento da aeração e da atividade e diversidade microbianas (SIMONETE, 2001; CERETTA et al., 2003 e ROCHA et al., 2004). As SHs interagem com todos os atributos do solo, podendo melhorar a agregação do solo, a retenção de água, a disponibilidade de nutrientes e sua absorção pelas plantas, contribuindo com a CTC (PICCOLO, 2001; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

As SHs têm características complexas e variadas, o que dificulta o completo entendimento de sua dinâmica no solo e sua interação com a produtividade das plantas. A estrutura do solo e a disponibilidade química são as propriedades do solo afetados diretamente pela MOS (PICCOLO, 2001). Por esse aspecto, compreender a dinâmica das SHs é crucial para entender a ciclagem de nutrientes e produtividade das culturas. Não obstante, há uma necessidade de compreender a ação fisiológica que essas substâncias orgânicas influenciam no crescimento das plantas, assim como na sua produtividade.

A umidade retida à tensão de 10 kPa no solo fertirrigado com diferentes doses de substâncias húmicas em duas distâncias do pseudocaule da bananeira 'BRS Princesa' apresentou diferença significativa pelo teste F, a 5% de significância, entre as distâncias 0,25 m e 0,50 m, com valores de 11,14 e 10,78 respectivamente. O fato da umidade retida à tensão de 10 kPa ser maior na distância de 0,25 m possivelmente é devido à presença de maior quantidade de esterco nessa distância, em razão das aplicações a cada quatro meses; bem como à proximidade dos gotejadores junto à planta e a 0,40 m da planta, cuja posição recebeu mais SHs do que a distância da planta de 0,50 m que recebeu apenas do gotejador a 0,40 m da planta.

Em razão da grande variação nos valores de atributos ligados à matéria orgânica, Moral et al. (2005) concluíram que não é possível fazer generalizações quanto às frações orgânicas predominantes e à velocidade de liberação de nutrientes.

A estabilidade em porcentuais apresentou diferenças significativas nas profundidades 0,10 m e 0,20 m, com valores 64,96% e 61,46%. Não foi

observada interação significativa de maneira geral entre classes de tamanhos de agregados e o uso de diferentes doses de substâncias húmicas.

### 3.2. Avaliações químicas do solo com aplicação de substâncias húmicas.

A análise de variância mostrou efeito significativo das doses de substâncias húmicas para as variáveis CTC (capacidade de troca de cátions) e SB (soma de base). Também mostrou efeito significativo em função da profundidade do solo sobre as variáveis pH em água, K, Na e V (saturação de bases). A interação doses de substâncias húmicas em função da profundidade do solo influenciou a matéria orgânica, mostrando significância para dose e profundidade (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância com teste F, coeficiente de variação e valores médios dos atributos químicos do solo. Cruz das Almas, BA. 2013.

Fonte de Variação	GL	QM									
		pH	K	Ca	Mg	MO	Na	H+Al	SB	CTC	V
Dose de SH	5	0,13 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	<b>17,68*</b>	0,04 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	<b>1,33*</b>	<b>0,92*</b>	148,72 <sup>ns</sup>
Distância da Planta (DP)	1	0,15 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	48,34 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	20,05 <sup>ns</sup>
Dose x DP	5	0,05 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	8,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	47,55 <sup>ns</sup>
Erro1	10	0,06	0,01	0,16	0,04	34,92	0,01	0,10	0,23	0,14	56,14
Profundidade do solo (PRF)	1	<b>0,58*</b>	<b>0,15*</b>	0,12 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	<b>95,68*</b>	<b>0,06*</b>	0,34 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	<b>373,55*</b>
Doses x PRF	5	0,31 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	<b>60,74*</b>	0,01 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	28,32 <sup>ns</sup>
Erro2	10	0,05	0,01	0,02	0,01	8,01	0,01	0,12	0,24	0,23	47,55
DP x PRF	1	0,01 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	62,34 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	2,72 <sup>ns</sup>
Erro3	31	0,05	0,01	0,07	0,02	19,55	0,01	0,09	0,40	0,25	74,52
CV (%)		3,74	48,70	15,10	16,21	08,97	43,87	22,84	20,63	11,32	12,50
Média Geral		6,08	0,25	1,81	0,91	15,26	0,29	1,34	3,07	4,42	69

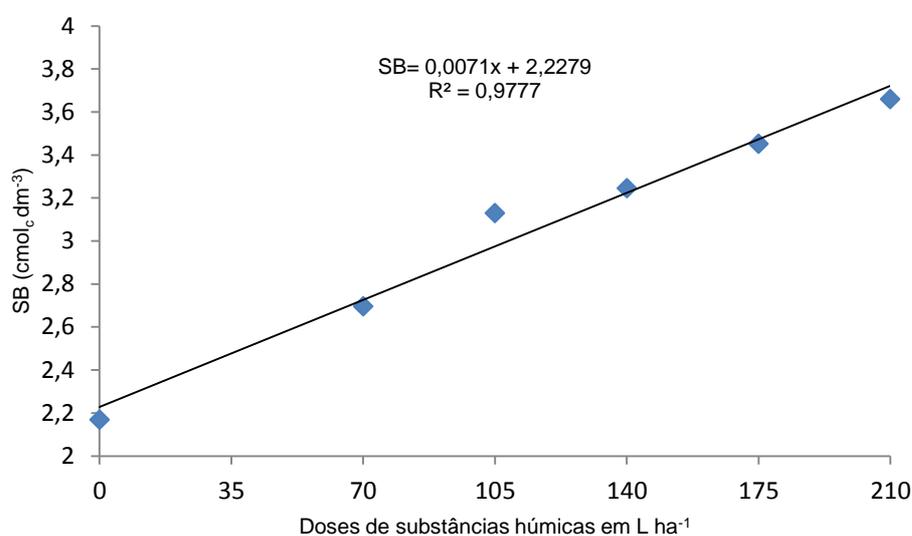
pH em água; K, Ca, Mg, Na, H+Al, SB e CTC ,cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; MO: matéria orgânica, g kg<sup>-1</sup>; SB: soma de bases = K + Ca + Mg + Na; CTC: capacidade de troca de cátions = SB + H+Al e V: saturação por bases,%; \* significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A soma de bases (SB), a matéria orgânica (MO) e a capacidade de troca de cátions (CTC) mostraram-se com maiores valores à medida que aumenta a dose de substâncias húmicas.

A SB foi influenciada pelas doses da substância húmica (Figura 2), apresentando um comportamento linear, onde 97,7% da variação total da SB é explicada pela variação das doses. O maior valor de SB pelo modelo ocorreu na

dose de 210 L ha<sup>-1</sup>. A recomendação comercial para fruteiras é de 35 L ha<sup>-1</sup> que equivale ao valor de SB de 2,48 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> (Figura 2). Na dose de referência (70 L ha<sup>-1</sup>) o valor de SB atinge 2,72 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> (Figura 2).

O aumento da soma de bases nas diferentes doses de substâncias húmicas refletiu na capacidade de troca de cátion (CTC), uma vez que a fração humificada da matéria orgânica promoveu maior quantidade disponível de grupamentos funcionais, para troca catiônica. Também refletiu na soma de bases (SB), quanto maior a CTC, maior os sítios de carga para reter bases fornecidas por meio de corretivos e fertilizantes como relatado por Almeida et al. (2003).

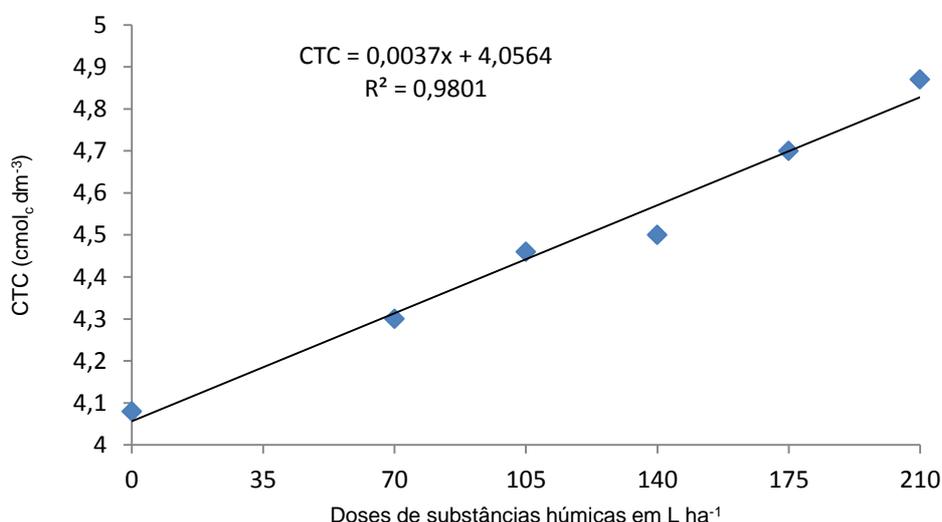


**Figura 2.** Valores de soma de bases trocáveis (SB) em função das doses de substâncias húmicas. Cruz das Almas-BA. 2013.

A capacidade de troca de cátions (CTC) também foi influenciada pelas doses da substância húmica (Figura 3), com um comportamento linear, onde 98% da variação total da CTC são explicadas pelas variação das doses. Algumas pesquisas confirmam essa influência da CTC, como trabalhos desenvolvidos por Baldotto et al. (2008). Esses autores observaram que a preservação da matéria orgânica (associada ao seu maior grau de humificação) aumentou a CTC e dos teores de nutrientes. Houve aumento no valor da CTC, expressando o efeito das SHs na melhoria dos atributos de solos tropicais. Solos com altos valores desse atributo apresentam maior capacidade de reter água e nutrientes, proporcionando condições favoráveis para que a planta

alcance alta produtividade (SILVA et al., 1999). O maior valor da CTC foi obtido na dose de 210 L ha<sup>-1</sup>. Para a recomendação de 35 L ha<sup>-1</sup> a CTC atinge valor de 4,19 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Figura 3). Já para a dose de referência (70 L ha<sup>-1</sup>) a CTC atinge de 4,32 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, um aumento de apenas 0,13 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.(Figura 3).

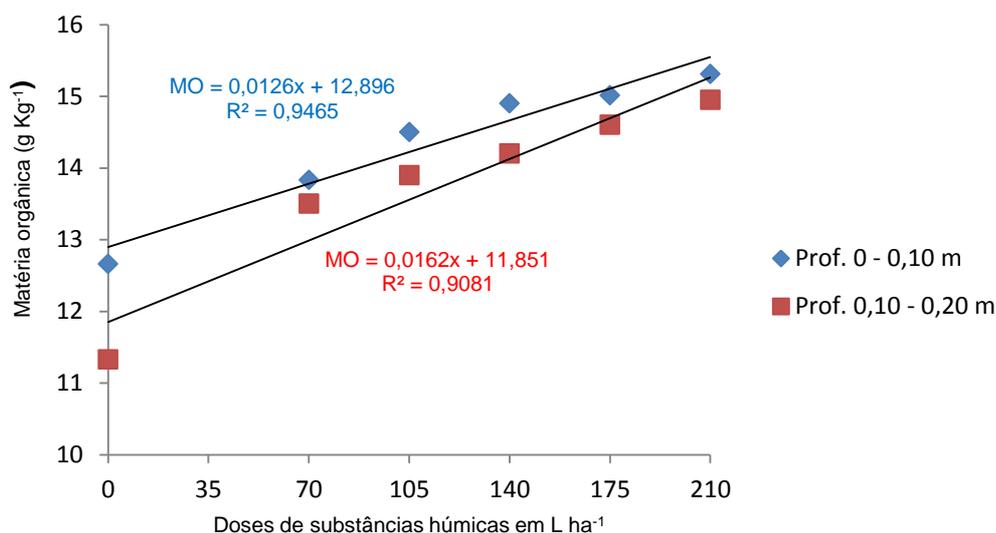
Souza et al.,(2003) estudaram a relação entre as frações das substâncias húmicas e atributos químicos, objetivando entender a correlação com os atributos de fertilidade, e observaram que apenas as substâncias húmicas tiveram correlação com CTC e SB, evidenciando a importância das substâncias húmicas na fertilidade do solo. Cunha et al. (2005), também verificaram estreita correlação entre os atributos químicos (CTC e SB) e o conteúdo de substâncias húmicas.



**Figura 3.** Valores de capacidade de troca de cátions (CTC) em função das doses de substâncias húmicas. Cruz das Almas-BA. 2013.

De acordo com a Figura 4 o modelo linear indicou que acima de 90,0% das variações da matéria orgânica foram devidas às variações das doses de SHs nas duas profundidades avaliadas. Na profundidade 0,10 m ocorreram maiores concentrações de matéria orgânica quando comparado à profundidade de 0,20 m. Os teores de matéria orgânica aumentaram de modo significativo ( $P < 0,05$ ) nas camadas de solo de 0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m, em razão do acréscimo das doses aplicadas de substâncias húmicas (Figura 4). Os valores médios da matéria orgânica no solo (0 – 0,10 m) foram superiores em relação à profundidade (0,10 - 0,20 m), ou seja maiores teores de matéria orgânica foram observados na camada superficial do Latossolo Amarelo Distrocoeso estudado,

isso devido à aplicação das substâncias húmicas, bem como ao não revolvimento do solo e maior aporte da fitomassa da bananeira. Com a dose de referência ( $70 \text{ L ha}^{-1}$ ) os teores de matéria orgânica alcançam  $13,8 \text{ g kg}^{-1}$  e  $13,0 \text{ g kg}^{-1}$ , nas profundidades de  $0 - 0,10 \text{ m}$  e  $0,10 - 0,20 \text{ m}$ , respectivamente; contudo, teores considerados baixos para a bananeira.



**Figura 4.** Teores de matéria orgânica em função das doses de substâncias húmicas, em duas profundidades. Cruz das Almas, BA. 2013.

De acordo com a Tabela 4 observou-se diferença significativa nos teores de K e Na e nos valores de pH em água e saturação por bases (V%) em profundidade. Maiores valores de pH em água e saturação por bases e teor de sódio (Na) foram encontrados nos primeiros  $0,10 \text{ m}$  do solo, o que não ocorreu com o potássio (K) que apresentou maiores teores na profundidade  $0,10 - 0,20 \text{ m}$ . O potássio (K) é absorvido pelas plantas na forma de íon  $\text{K}^+$ . As plantas absorvem o potássio da solução do solo, onde a sua concentração é mantida pelo equilíbrio com o potássio retido nos sítios de troca. O teor de K trocável do solo observado na camada  $0 - 0,10 \text{ m}$  de profundidade foi inferior quando comparado à camada de  $0,10 - 0,20 \text{ m}$  de profundidade, essa diferença pode estar relacionada aos processos de lixiviação e maior teor de K trocável propiciado pelas doses de substâncias húmicas, uma vez que pode ter ocorrido também um acúmulo de K trocável na camada mais profunda, porém próxima à superfície do solo.

Quando a concentração de K na solução atinge valores baixos, existe possibilidade de haver difusão de parte do potássio da dissolução dos minerais primários que contém o nutriente, indicando que as formas de K não trocáveis são potencialmente disponíveis para as plantas, principalmente onde existe substâncias húmicas. Isso explica a possibilidade de encontrar maiores teores em camadas mais profundas do solo.

O pH em água do solo na camada, 0 - 0,10 m, foi de 6,17, cujo valor, diminuiu com a com a profundidade, refletindo maior possibilidade de ocorrer acidez em camadas mais profundas.

A saturação por bases (V%) é outro atributo químico do solo importante para a produção da bananeira 'BRS Princesa'. Baixo valor de saturação por bases na camada 0,10 - 0,20 m significa predominância de maior acidez do solo.

**Tabela 4.** Atributos químicos do solo em duas profundidades de amostragem. Cruz das Almas-BA, 2013.

Atributo	Profundidade (m)	
	0-0,10	0,10-0,20
pH em água	6,17 a	5,99 b
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,20 b	0,30 a
Na (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,32 a	0,25 b
V (%)	71 a	67 b

Médias seguidas de diferentes letras na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

## CONCLUSÕES

1. As diferentes doses de substâncias húmicas aplicadas via fertirrigação em Latossolo Amarelo Distrocoeso, em bananeira 'BRS Princesa' não tiveram influências na maioria dos atributos físicos do solo, exceto para umidade retida à tensão de 10 KPa em duas distâncias (0,25 m e 0,50 m) em relação à planta e estabilidade dos agregados em duas profundidades (0,10 m e 0,20 m) do solo.
2. A adição de substâncias húmicas no solo proporcionou aumento dos valores da capacidade de troca de cátions (CTC), e soma de bases trocáveis (SB) e dos teores de matéria orgânica (MO) no solo.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: **FAO**, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALMEIDA, J. A.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. Cor, formas do fósforo e adsorção de fosfatos em latossolos desenvolvidos de basalto do extremo sul do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:985-1002, 2003.
- ALTIERI, M.A. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. **Agricultura Técnica**, v. 54, n. 4, p. 371-386, 1994.
- ALVES, M. V.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. B. J. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. **R. Ci. Agrovet.**, 5:31-41, 2006.
- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; OLIVARES, F. L.; BRESSAN-SITH, R. Solubilização de fosfatos por bactérias diazotróficas endofíticas e epifíticas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO-FERTBIO, 2008, Londrina. **Anais**. Londrina, Embrapa Soja-IAPAR-UEL/SBCS, 2008. CD-ROM.
- BARROS, L. E. O.; LIBERALINO FILHO, J. Composto orgânico sólido e em suspensão na cultura do feijão-mungo-verde (*Vigna radiata*, wilkzeck). **Revista Verde**, Mossoró, v.3, n.1, p.114-122, 2008.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Editora Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p 245- 255.
- CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R. & VIEIRA, F.C.B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesq. Agropec. Bras.**, 38:729-735, 2003.
- CUNHA, P.; MARQUES JÚNIOR, J.; CURI, N.; PEREIRA, G.T. & LEPSCH, I.F. Superfícies geomórficas e atributos de Latossolos em uma seqüência arenítico-basáltica da região de Jaboticabal (SP). **R. Bras. Ci. Solo**, 29:81-90, 2005.
- DAL FERRO, N.; BERTI, A.; FRANCIOSO, O.; FERRARI, E.; MATTHEWS, G.P.; MORARI, F. investigating the effects of wettability and pore size distribution on aggregate stability: the role of soil organic matter and the humic fraction. **European Journal of Soil Science**, Amsterdam, v.63, p. 152-164, 2012.
- D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. Tendências Climáticas para os Tabuleiros Costeiros da Região de Cruz das Almas In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** v.1, p. 43-45.
- DJAJADI, L.K.A.; HINZ, C. **Synergistic impacts of clay and organic matter on structural and biological properties of a sandy soil**. Geoderma, Amsterdam, v. 183, p. 19-24, 2012.

DOORENBOS J; KASSAM AH. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: Tradução Gheyi H.R. e outros, UFPb. FAO. 221p. 2000.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -  
Centro Nacional de Pesquisa Solos. **Manual de métodos de análise de solo.**  
3.ed. Rio de Janeiro, 2011. 212p.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. Sisvar: a computer statistical analysis system.  
**Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERERES E.;SANTANA,J.L.; SUAREZ,C.L. Evapotranspiration and crop  
coefficients in banana in: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON IRRIGATION  
AND HORTICULTURAL CROPS**, 1992, Almeria, Proceedings...,1992. p.341-  
348.

FONTANA, A.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C. & BENITES, V.M. Quantificação  
e utilização das frações húmicas como característica diferencial em horizontes  
diagnósticos de solos brasileiros. **R. Bras. Ci. Solo**, 34:1241-1257, 2010.

MULUNGOY K; MERCKX R. 1996. **Soil organic matter dynamics and  
sustainability of tropical agriculture.** Lewren: Wili-Say ce co. p.3-37.

MCCARTHY, A.J., WILLIAMS, S.T. 1992. **Actinomycetes as agents of  
biodegradation in the environment** - a review 1990.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 3.  
ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.

MORAL, R.; MORENO-CASELLES, J.; PERREZ-MURCIA, M.D.; PEREZ-  
ESPINOSA, A.; RUFETE, B.; PAREDES, C. Characterization of the organic  
matter pool in manures. **Biores. Technol.**, 96:153-158, 2005.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO, A. Physiological  
effects of humic substances on higher plants. **Soil Biology & Biochemistry**,  
Oxford, v. 34, p. 1527- 1537, 2002.

PICCOLO, A. The supramolecular structure of humic substances. **Soil Sci.**,  
166:810-832, 2001.

ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do  
solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com  
biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n. p.623-639, 2004.

SILVA, J.T.A.; BORGES, A.L. & MALBURG, J.L. Solo, adubação e nutrição de  
bananeira. **Inf. Agropec.**, 20:21-36, 1999.

SIMONETE, M. A. **Alterações nas propriedades químicas de um Argissolo  
adubado com lodo de esgoto e desenvolvimento e acúmulo de nutrientes  
em plantas de milho.** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de  
Queiroz", 2001. 89p. (Tese de Doutorado).

SOUZA, C. K.; JÚNIOR, J.M.; FILHO, MVM. Influência do relevo na variação anisotrópica dos atributos químicos e granulométricos de um latossolo em Jaboticabal-SP. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 23, n. 3, p. 486-495, 2003.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruzdas Almas, Bahia. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 2001, 56p. (Boletim de pesquisa, 20).

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G. **Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics**. *Geoderma*, Amsterdam, v. 79, p. 117- 161, 1997.

## **CAPÍTULO 3**

### **PRODUÇÃO DA BANANEIRA 'BRS PRINCESA' (AAAB, TIPO MAÇÃ) FERTIRRIGADA COM SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E ADIÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS.<sup>3</sup>**

---

<sup>3</sup>Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Ciência Agronômica.

## **Produção da bananeira 'BRS Princesa' (AAAB, tipo maçã) fertirrigada com substâncias húmicas e adição de extratos vegetais**

**RESUMO:** A cultivar 'BRS Princesa' é um híbrido tetraploide (AAAB), produzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura, originada do cruzamento da cultivar Yanganbi nº 2 (AAB) com o diplóide M53 (AA), apresentando características, semelhantes a cultivar Maçã. As substâncias húmicas (SHs) e os extratos vegetais (EV) influenciam o comportamento do solo e são considerados condicionadores do solo, promovendo incrementos na absorção de nutrientes e conseqüentemente nas taxas de crescimento e produtividade da bananeira 'BRS Princesa'. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das substâncias húmicas via fertirrigação com e sem extratos vegetais (EV) nas variáveis de crescimento, produção e qualidade de frutos da bananeira 'BRS Princesa'. O experimento foi conduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, Bahia ("12° 48`S, 39° 06" W, 225 m), cujo clima é classificado como úmido a sub - úmido com 1.143 mm de chuva por ano. A bananeira 'BRS Princesa', foi plantada no espaçamento de 2,0 m x 2,5 m e fertirrigada por gotejamento em Latossolo Amarelo Distrocoeso. Os tratamentos consistiram em cinco doses de SHs com aplicação mensal ao longo do ciclo, definida de frações das doses de referência (DR) equivalente a 70 L ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, na presença e ausência de EV e uma testemunha. Foram analisadas as seguintes medidas de produção (número de folha, número de frutos, número de pencas, comprimento do fruto central da segunda penca, produtividade da penca e produtividade do cacho). O experimento foi conduzido durante o primeiro ciclo, seguindo um delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no espaço com cinco repetições. Com dose na parcela; presença e ausência de extrato vegetal na sub parcela e uma testemunha, totalizando 11 tratamentos. Cada parcela foi composta por três plantas úteis. Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância. As doses de substâncias húmicas na fertirrigação e adição de extratos vegetais variando de 70 L ha<sup>-1</sup> de SHs + 3 ml de EV planta<sup>-1</sup> a 210 L ha<sup>-1</sup> de SHs + 3 ml de EV planta<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> aumentam os valores das variáveis de produção no primeiro ciclo da bananeira 'BRS Princesa'.

**Palavras-chave:** *Musa* sp., matéria orgânica, gotejamento.

## PRODUCTION OF 'BRS PRINCESA' (AAAB, Silk Type) BANANA FERTIRRIGATED WITH HUMIC SUBSTANCES AND ADDITION OF PLANT EXTRACTION

**ABSTRACT:** 'BRS Princesa' cultivar is a tetraploid hybrid (AAAB) from Embrapa Cassava and Fruits originated from a crossing of Yanganbi 2 (AAB) with M53 (AA) diploid that shows similar characteristics to Silk banana. Humic substances and plant extract influence soil behavior, mainly the highly weathered ones and are considered soil conditioners, promoting increase in nutrient uptake and as a consequence, elevation of growth rates and yields of banana 'BRS Princesa'. The objective of this work was to the effect of humic substances (SH) applied by fertirrigation with and without plant extract (EV) on growth, yield and fruit quality of banana 'BRS Princesa'. The experiment was carried at Embrapa Cassava & Fruits, Cruz das Almas, Bahia ("12 ° 48 'S, 39 ° 06' W, 225 m), whose climate is classified as humid to sub-humid with 1,143 mm of rain per year. Banana 'BRS Princesa' was used in 2.0 m x 2.5 m spacing and was fertirrigated by drip on a Distrocohesive yellow Latossol. Treatments consisted in the use of five doses of humic substances (commercial formulation) by applying at a monthly frequency during the cycle. Fractions of reference doses (DR) equivalent to 70 Lh<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup> in the presence and absence of plant extract (EV) and a control accomplished all treatments.in the presence and absence of Plant Extract (EV) and a control. the following measures were analyzed: growth (number of leaves, leaf area, plant height, pseudostem diameter) and production (number of leaves, number of fruits, number of bunch length of the second hand, productivity and yield of the bunch bunch.). The experiment was conducted during the first cycle, following a randomized block design in a split plot scheme with five replications in space with dosis on the plot and plant extract in subplot and a control. Each plot consisted of five plants. Data was submitted to variance analysis (F test). Doses of SH and EV in addition of 70 L ha<sup>-1</sup> de SH + 3 ml de EV planta<sup>-1</sup> a 210 L ha<sup>-1</sup> de SH + 3 ml de EV planta<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> increase values of yield at the first cycle of banana 'BRS Princesa'.

**Key words:** *Musa* spp., organic matter, drip irrigation

## 1 INTRODUÇÃO

O manejo da irrigação tem alcançado nos últimos anos, consideráveis avanços no aprimoramento e no melhor uso de sistemas, que em muitos casos, tem sido usado apenas para aplicação de água. O sistema de irrigação é um excelente condutor e distribuidor de qualquer produto químico ou orgânico. 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, obtendo-se uma resposta equivalente a uma menor quantidade de fertilizante aplicado, em comparação com outros métodos (NANNETTI et al., 2000). O sistema de irrigação é um excelente condutor e distribuidor de qualquer produto químico ou orgânico. As substâncias húmicas (SHs) constituem o produto final de decomposição de resíduos orgânicos e representam o principal componente da matéria orgânica em água, solos e sedimentos (CANELLAS et al., 2002).

O estudo da ação direta das SHs sobre o metabolismo e o crescimento das plantas tem se concentrado principalmente na ação dos ácidos fúlvicos, pelo fato dessas moléculas possuírem menor massa molar que a fração ácido húmico, podendo, desse modo, acessar mais facilmente os possíveis receptores na superfície da membrana plasmática ou no interior da célula (VAUGHAN et al., 1985).

A bananeira 'BRS Princesa' necessita de uma concentração razoável de nutrientes disponíveis no solo, para seu desenvolvimento e produção. O rendimento de frutos depende, além do potencial genético, do estado nutricional das plantas. Segundo Borges e Souza (2004) a manutenção de níveis elevados de matéria orgânica proporciona ao solo maior volume e disponibilidade de nutrientes. Além disso, a adubação orgânica é a melhor forma de fornecer nitrogênio no plantio, sendo que, com a falta desse nutriente, entre vários outros fatores, os cachos são raquíticos, com menor número de pencas e características indesejáveis.

As substâncias húmicas (SHs) e os extratos vegetais (EVs) podem influenciar o metabolismo da bananeira 'BRS Princesa' afetando o seu crescimento. A influência da substância húmica nas plantas está relacionado com a

elevação da absorção de nutrientes, devido à efeito na permeabilidade da membrana celular e ao poder quelante, bem como à fotossíntese, à formação de ATP, aminoácidos e proteínas. As SHs afetam o metabolismo da bananeira 'BRS Princesa' e, por consequência, podem influir no seu crescimento e desenvolvimento (VAUGHAN et al., 1985).

A influência das SHs é difícil de ser explicado, devido à complexidade ainda pouco estudada dessas substâncias (SANTOS e CAMARGO, 1999). As SHs são utilizadas no meio agrícola como condicionador do solo haja vista que favorecem a estabilidade iônica da solução do solo e podem proporcionar, ao vegetal, incrementos na absorção de nutrientes e nas taxas de crescimento (ARANCON et al., 2006 e PINHEIRO et al., 2010). A associação de extratos vegetais (EV) e SHs, carecem de respaldo técnico-científico. Essa combinação promove maior crescimento da planta, causado pela presença de substâncias com funções semelhantes aos reguladores de crescimento vegetal, bem como reduzem o efeito do estresse hídrico nas plantas (SEDIYAMA et al., 2000). Na maioria dos solos, mesmos os chamados "solos minerais" as partículas minerais estão associadas de alguma maneira a matéria orgânica ou húmus, MALAVOLTA (1980).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das substâncias húmicas via fertirrigação com e sem extratos vegetais nas variáveis de crescimento, produção e qualidade de frutos da bananeira 'BRS Princesa'.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado no campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, situada no município de Cruz das Almas - BA, com latitude 12° 48' S, longitude 39° 06' W e altitude de 225 m. O clima da região é classificado como úmido a subúmido, com uma pluviosidade média anual de 1.143 mm (D'ANGIOLELLA et al., 1998). A classificação textural do solo é areno argiloso. Os atributos físicos, físico-hídricos e químicos do solo, em profundidade, são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1-** Atributos do Latossolo Amarelo Distrocoeso da área experimental. Cruz das Almas-BA, 2013.

Atributos físicos e físico-hídricos												
Profundidade (m)	Areia total	Silte	Argila	Ds	Umidade (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> ) retida à tensão (kPa)							
					-10	-33	-1500					
0-0,20	732	87	181	1,6	0,1785	0,1761	0,0980					
0,20-0,40	629	68	303	1,6	0,1964	0,1936	0,1514					
0,40-0,70	600	77	323	1,4	0,1896	0,1637	0,1320					

Ds=Densidade do solo.

Atributos químicos												
Prof (m)	pH em água	P(Mehlich-1)	K	Ca	Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC	V	MO
		mg dm <sup>-3</sup>					cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%	g kg <sup>-1</sup>
0-0,20	6,7	15,6	0,14	2,5	0,9	0,2	0,03	0,7	3,6	4,4	83	7,0
0,20-0,40	6,0	6,0	0,10	1,7	0,7	0,1	0,03	1,4	2,5	4,2	62	5,9
0,40-0,60	5,4	4,6	0,07	1,1	0,5	0,0	0,02	1,9	1,7	3,7	48	5,7

SB (soma de bases trocáveis), CTC (capacidade de troca de cátions), V (saturação por bases) e MO (matéria orgânica).

Foi utilizada a bananeira 'BRS Princesa', tetraploide AAAB, tipo maçã, desenvolvido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, espaçada em 2,0 m x 2,5 m. A área experimental foi previamente preparada, sendo o solo arado, gradeado e as covas de plantio abertas com auxílio de um implemento adaptado. Aos 30 dias antes do plantio realizou-se a abertura das covas, com dimensões de 40 cm x 40 cm x 40 cm, em que todas as atividades referentes a adubação e tratamentos culturais foram realizados conforme Borges e Souza (2004). A aplicação de fertilizantes foi feita antecedendo ao plantio, utilizou-se no plantio FTE (70g / cova). A adubação orgânica com 12 L de esterco de bovino por cova e em cobertura foi realizada a

cada quatro meses, num total de três aplicações. Também foi aplicado numa frequência mensal substâncias húmicas via fertirrigação, com os seguintes componentes: ácidos húmicos (200 g/kg), ácidos fúlvicos (102 g/kg) e potássio (26,6 g/kg). O experimento foi conduzido durante o primeiro ciclo, seguindo um delineamento em blocos casualizados com cinco repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Com dose na parcela; na sub parcela presença e ausência de extrato vegetal e uma testemunha, totalizando 11 tratamentos. As doses de substâncias húmicas (SHs) foram estabelecidas em função da recomendação comercial do produto utilizado, considerando a dose de referencia (DR) equivalente a  $70 \text{ L ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ . As doses de substâncias húmicas equivalem 70, 105, 140, 175, 210 e  $0 \text{ L ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ . Além da substância húmica foi aplicado um extrato vegetal comercial com três aplicações de  $3 \text{ ml de extrato vegetal.planta}^{-1}$  no pseudocaule a 50 cm de distância do solo, com os seguintes componentes: *Yucca schidigera*, *Quillaja saponária*, *Tagetes spp.* 93% e *Saporinas triterpenoides* 7%. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, com três gotejadores por planta, uma linha lateral de irrigação por fileira, a vazão dos gotejadores foi de  $4,0 \text{ L h}^{-1}$ , sendo considerado um turno de rega de dois dias. As lâminas de irrigação foram calculadas pela evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) em  $\text{mm dia}^{-1}$ , obtida segundo a equação de Penman - Monteith modificada (ALLEN et al., 1998):

$$ET_c = E_{To} \times K_c \times K_l \quad (1)$$

Em que:

$E_{To}$ = evapotranspiração de referência;

$K_c$ = coeficiente de cultura, varia com as fases fenológicas e também entre espécies e variedades / cultivares (DOORENBOS e KASSAM, 2000).

$K_l$ = coeficiente de localização recomendado por Ferreres et al., (1992).

A fertirrigação foi conduzida através de um injetor venturi conectada ao início do cabeçal de controle. Foram analisados os seguintes atributos de crescimento: altura do pseudocaule (AP), circunferência do pseudocaule (CP), diâmetro do pseudocaule (DP), número de folha (NF) e área foliar (AF); atributos de produção: número de folhas (NF), número de pencas / cacho (NP), número de frutos/cacho (NFR), produtividade da penca (PP) e produtividade do cacho em  $\text{t.ha}^{-1}$  (PC) e atributos de qualidade: sólidos solúveis (SS em  $^{\circ}\text{Brix}$ ), acidez titulável (g de ácido

málico/100 g de polpa), pH, diâmetro do fruto central da segunda penca (mm) e comprimento do fruto central da segunda penca (cm) nos estádios de maturação 1 (cor verde) e 6 (cor amarela).

As medidas biométricas, tais como altura do pseudocaule (do solo ao seu ápice) e circunferência do pseudocaule (0,20 m do solo) foram feitas no campo no momento da fase de florescimento com o uso de uma régua graduada e uma fita métrica. Foi feito, ainda, a contagem do número de folhas. No momento da colheita, foi feita a avaliação do cacho, isto é, foram contados: número de pencas e de dedos (frutos) além da pesagem das pencas e do engaço. Foram medidos o comprimento e o diâmetro do fruto central da segunda penca utilizando uma fita métrica e um paquímetro. Os atributos de qualidade dos frutos foram analisados no Laboratório de Fisiologia Vegetal e Pós-colheita da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e para as médias das doses foram ajustados modelos de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 Crescimento da planta – fase de florescimento**

De acordo com a tabela 2 a análise de variância mostrou efeito significativo das doses de SHs somente para a variável altura do pseudocaule ( $p < 0,05$ ). Não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) do extrato vegetal (EV), nem da interação dose x EV sobre as variáveis: circunferência do pseudocaule (CP), diâmetro do pseudocaule (DP), número de folha (NF) e área foliar (AF). No Brasil, são escassos os estudos acerca do efeito de substâncias húmicas sobre o crescimento de plantas. Apesar de muitos resultados mostrarem efeitos favoráveis das substâncias húmicas e extrato vegetal, há trabalhos que mostram o não favorecimento a absorção de nutrientes pelas plantas, indicando que as respostas às suas aplicações podem depender de outros fatores, tais como da espécie da planta e da

composição das substâncias orgânicas presentes nos produtos usados (CSIZINSZKY, 1990).

As SHs húmicas podem favorecer o desenvolvimento de plantas até determinadas doses, alterando tanto a parte aérea quanto as raízes (Rodda et al., 2006), sendo os efeitos difíceis de ser explicados, devido à natureza complexa e ainda desconhecida dessa fração húmica. É possível que as SHs possam exercer inúmeros efeitos nas plantas e que alguns destes possam resultar, direta ou indiretamente, em uma regulação da absorção de íons (NARDI et al., 2002).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância com teste F, coeficiente de variação e valores médios dos atributos de crescimento da bananeira ‘BRS Princesa’. Altura do Pseudocaule (AP), Circunferência do Pseudocaule (CP), Diâmetro do Pseudocaule (DP), Número de Folha (NF) e Área Foliar (AF). Cruz das Almas-BA. 2013.

FV	GL	QM				
		AP	CP	DP	NF	AF
Bloco	4	0,009 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>	0,566 <sup>ns</sup>	5,225141 <sup>ns</sup>
Dose	5	<b>0,041*</b>	0,002 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,706 <sup>ns</sup>	0,000003 <sup>ns</sup>
Erro a	20	0,013	0,002	0,0002	0,606	0,000002
Extrato Vegetal (EV)	1	0,004 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>	0,066 <sup>ns</sup>	6,912266 <sup>ns</sup>
Dose x EV	5	0,008 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,226 <sup>ns</sup>	6,579466 <sup>ns</sup>
Erro b	24	0,018	0,002	0,0002	0,700	0,000001
Total	59					
CV(%)		4,26	6,27	6,27	8,39	0,01
Média Geral		3,22m	0,84m	0,26m	9,96	9,61m <sup>2</sup>

\* significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A altura do pseudocaule (3,22m), embora influenciada pela dose de SH, não houve um modelo com ajuste em que a variação das doses pudesse explicar adequadamente a variação da altura. Esses resultados não estão em acordo com Sediyaama et al. (2000) para quem as substâncias húmicas promoveram maior crescimento da bananeira, causado pela presença de substâncias com funções semelhantes aos reguladores de crescimento vegetal e com Cordeiro et al. (2010) para quem as substâncias húmicas podem estimular o crescimento e a produtividade das plantas, além de fornecer nutrientes por meio de sua mineralização. Nesse trabalho fica claro que nem sempre as maiores doses geram os melhores resultados,

o que é importante para o produtor, pois culmina em redução de custo.

### 3.2 Variáveis de produção da bananeira ‘BRS Princesa’– fase de colheita

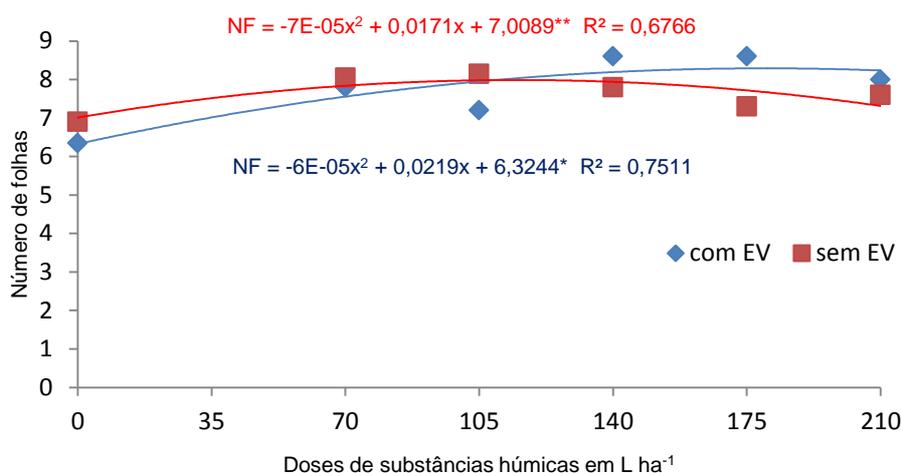
A análise de variância (Tabela 3) mostrou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da dose, para o número de folha, número de fruto, número de penca e produtividade de cacho; a análise de variância mostrou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) do EV, para produtividade de penca e produtividade de cacho e dose x extrato vegetal (EV) para número de folha e número de penca.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância com teste F, coeficiente de variação e valores médios dos atributos de produção da bananeira ‘BRS Princesa’, Número de Folhas (NF), Número de Frutos/Cacho (NFR), Número de Pencas/Cacho (NP) Produtividade da penca em  $t.ha^{-1}$  (PP) e Produtividade do Cacho em  $t.ha^{-1}$  (PC). Cruz das Almas-BA. 2013.

FV	GL	QM				
		NF	NFR	NP	PP	PC
Bloco	4	0,038 <sup>ns</sup>	19,110 <sup>ns</sup>	0,480*	7,044 <sup>ns</sup>	4,283 <sup>ns</sup>
Dose	5	<b>3,058*</b>	<b>45,730*</b>	<b>0,718*</b>	3,667 <sup>ns</sup>	<b>7,559*</b>
Erro a	20	0,564	12,727	0,098	3,631	1,993
EV	1	0,234 <sup>ns</sup>	20,416 <sup>ns</sup>	0,876 <sup>ns</sup>	<b>72,270*</b>	<b>73,482*</b>
Dose x EV	5	<b>1,831*</b>	23,166 <sup>ns</sup>	<b>1,013*</b>	1,198 <sup>ns</sup>	1,716 <sup>ns</sup>
Erro b	24	0,635	20,000	0,321	1,879	3,468
Total	59					
CV(%)		10,36	4,39	8,76	5,08	6,11
Média Geral		7,69	101,90	6,47	26,98	30,46

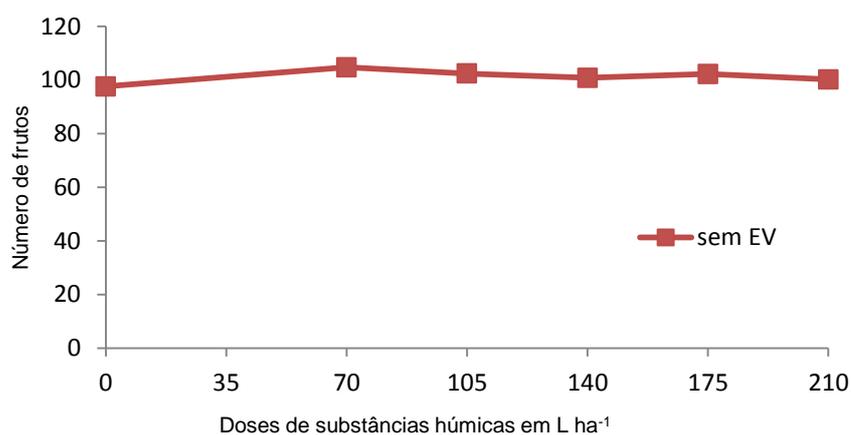
\* significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observando a Figura 1 verifica-se um crescimento do número de folhas até a dose 114,1 L  $ha^{-1}$ , após ocorre um decréscimo do número de folhas, quando não se utiliza o extrato vegetal. Quando se usa as substâncias húmicas mais extrato vegetal, dentro do intervalo avaliado, o máximo número de folhas ocorre para 210 L  $ha^{-1}$ , ou seja, se mantem crescente até a maior dose utilizada.



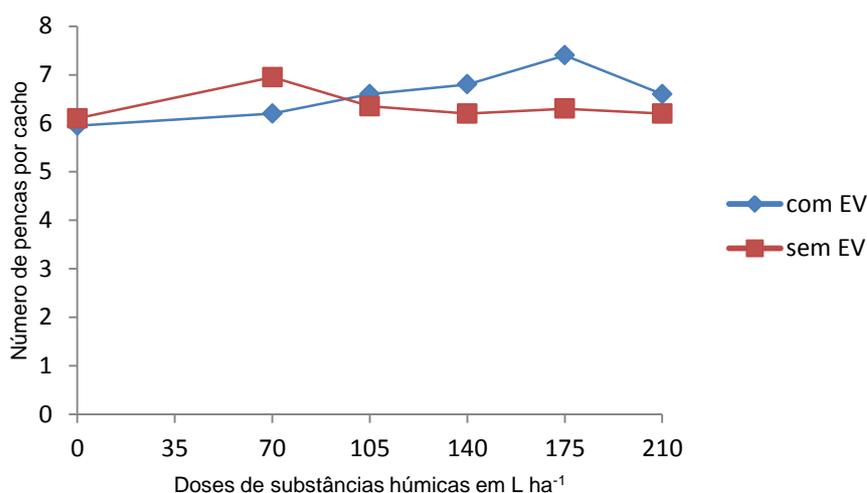
**Figura 1.** Relação número folha em função das doses de substâncias húmicas via fertirrigação com e sem a aplicação de extrato vegetal (EV). Cruz das Almas-Ba. 2013.

Observa-se na Figura 2 que não foi possível ajuste de um modelo com significado biológico e alto  $R^2$ . Vale ressaltar que o número de frutos foi influenciado pela dose de substância húmica, com um crescimento até a 114,1 L ha<sup>-1</sup>. Tanto o crescimento como decréscimo do número de frutos para doses acima de 114,1 L ha<sup>-1</sup> ocorreu em uma baixa taxa (2,2 frutos por L ha<sup>-1</sup> de SH aplicada).



**Figura 2.** Relação número frutos / cacho em função das doses de substâncias húmicas via fertirrigação com e sem a aplicação de extrato vegetal (EV). Cruz das Almas-Ba. 2013.

Observando a Figura 3 nota-se que o número de pencas apresentou um comportamento quadrático tendo havido aumento em relação à testemunha tanto considerando a SH isolada ou em conjunto com o EV, mas não foi possível ajuste de um modelo com significado biológico e alto  $R^2$ . No caso da aplicação apenas da SH, o aumento do número de pencas por cacho ocorreu até a dose  $203 \text{ L ha}^{-1}$  e no caso do uso da SH em conjunto com o EV, o aumento ocorreu até a dose  $203,7 \text{ L ha}^{-1}$  demonstrando o efeito positivo do EV. Os valores do número de pencas por cacho nesse estudo foram próximos ou iguais no caso da aplicação somente das SH e próximos ou superiores no caso da aplicação das SHs em conjunto com o EV aos obtidos por Coelho et al., (2012), que, avaliando a produtividade da bananeira 'BRS Tropical' sob diferentes níveis de irrigação e cobertura do solo em cultivo orgânico, obteve o valor médio de 6,9 pencas por cacho em condições de solo com cobertura morta.



**Figura 3.** Relação número de pencas em função das doses de substâncias húmicas via fertirrigação com e sem a aplicação de extrato vegetal (EV). Cruz das Almas-Ba. 2013.

De acordo com a Tabela 4 a aplicação de substância húmica com extrato vegetal mostrou-se eficiente, proporcionando maiores produtividades para a cultura da bananeira 'BRS Princesa', com valores de  $28,08 \text{ t.ha}^{-1}$ .

No caso da aplicação apenas de SH, isto é, sem aplicação do EV, os valores de produtividade de pencas foi de  $25,89 \text{ t.ha}^{-1}$ . Esses resultados indicam que as SHs aplicadas em conjunto com o EV permite menor gasto

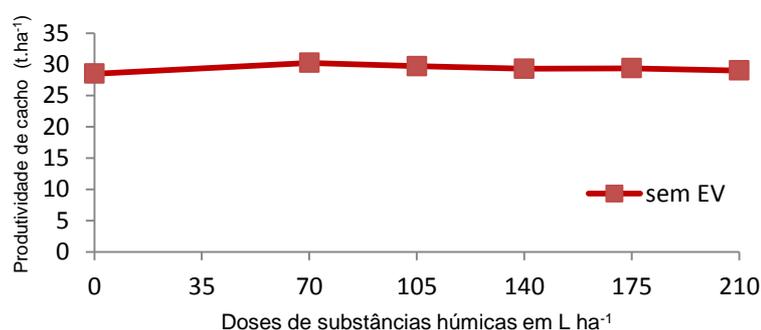
para maximização da produtividade de pencas.

**Tabela 4.** Produtividade da penca ( $t \cdot ha^{-1}$ ) via fertirrigação com e sem a aplicação de extrato vegetal (EV). Cruz das Almas-Ba. 2013.

Atributo	Extrato vegetal	
	com	sem
Produtividade da penca ( $t \cdot ha^{-1}$ )	28,08 a	25,89 b

Médias seguidas de diferentes letras na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

De acordo com a Figura 4 no primeiro ciclo com a aplicação SH isolada favoreceu a produtividade de cachos, porém não foi possível ajuste de um modelo com significado biológico e alto  $R^2$ . O aumento de produtividade de cachos só ocorre até a dose de  $109 L ha^{-1}$  para a aplicação somente de SH. Apesar de muitos resultados mostrarem efeitos favoráveis do uso destes produtos nas plantas, há trabalhos que mostram que as substâncias húmicas podem não favorecer a absorção de nutrientes pelas plantas, indicando que as respostas às suas aplicações podem depender de outros fatores, tais como da espécie da planta e da composição das substâncias húmicas presentes nos produtos usados (COOPER et al., 1998 e DELFINE et al., 2005). Várias pesquisas tem observado uma modificação fisiológica relacionada às substâncias húmicas, contribuindo de maneira direta no desenvolvimento e produtividade das plantas (CANELLAS et al., 2002 e NARDI et al., 2002).



**Figura 4.** Relação da produtividade de cacho ( $t \cdot ha^{-1}$ ) em função das doses de substâncias húmicas via fertirrigação sem a aplicação de extrato vegetal (EV). Cruz das Almas-Ba. 2013.

Observando a Tabela 5 as diferenças das produtividades com extrato vegetal e sem extrato chega a 2,21 t.ha<sup>-1</sup> reforçando a vantagem do uso do EV em conjunto, contudo, alguns trabalhos indicam que as culturas respondem à ação dessas substâncias até determinado nível.

**Tabela 5.** Produtividade de cacho (t.ha<sup>-1</sup>) via fertirrigação com e sem a aplicação de extrato vegetal (EV). Cruz das Almas-Ba. 2013.

Atributo	Extrato vegetal	
	com	sem
Produtividade de cacho (t.ha <sup>-1</sup> )	31,57 a	29,36 b

Médias seguidas de diferentes letras na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

### 3.3 Qualidade de frutos

A avaliação da qualidade de frutos foi realizada apenas considerando a aplicação das substâncias húmicas. Pela análise de variância (Tabela 6) revela que não houve efeito ( $p > 0,05$ ) das doses de SH sobre as variáveis analisadas no estágio de maturação 01 (cor verde).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância com teste F, coeficiente de variação e valores médios dos atributos de qualidade de frutos da bananeira 'BRS Princesa', referente às variáveis sólidos solúveis (SS em °Brix), acidez titulável (g de ácido málico/100 g de polpa), pH, diâmetro do fruto central da segunda penca (mm) e comprimento do fruto central da segunda penca (cm) no estágio de maturação 1 (cor verde).

FV	GL	QM				
		SS	AT	pH	DF	CF
Bloco	2	0,004 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	16,713 <sup>ns</sup>	13,511 <sup>ns</sup>
Dose	5	0,002 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,283 <sup>ns</sup>	0,402 <sup>ns</sup>
Erro	10	0,005	0,0013	0,001	1,093	1,936
CV(%)		3,51	6,30	0,20	2,69	9,02
Média Geral		2,13	0,18	5,60	38,87	15,42

ns: não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F

A avaliação das variáveis de qualidade de frutos (Tabela 7) considerando o estágio de maturação 6 (cor amarelo) não revelou efeito ( $p>0,05$ ) das doses de substâncias húmicas.

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância com teste F, coeficiente de variação e valores médios dos atributos de qualidade de frutos da bananeira ‘BRS Princesa’, referente às variáveis sólidos solúveis (SS em °Brix), acidez titulável (g de ácido málico/100 g de polpa), pH, diâmetro do fruto central da segunda penca (mm) e comprimento do fruto central da segunda penca (cm) no estágio de maturação 6 (cor amarela).

FV	GL	QM				
		SS	AT	pH	DF	CF
Bloco	2	0,045 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	8,343 <sup>ns</sup>	10,119 <sup>ns</sup>
Doses	5	0,057 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,592 <sup>ns</sup>	0,290 <sup>ns</sup>
Erro	10	0,036	0,016	0,001	1,206	1,931
CV(%)		0,93	2,18	0,24	2,92	9,59
Média Geral		20,61	0,58	4,38	37,58	14,48

ns: não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F

## CONCLUSÕES

1. As substâncias húmicas e os extratos vegetais influenciaram a altura do pseudocaule da 'BRS Princesa'.
2. Os atributos da produção da bananeira 'BRS Princesa' foram influenciados pela interação entre doses de substâncias húmicas na fertirrigação e aplicação de extratos vegetais.
3. As doses de substâncias húmicas variando de 70 L ha<sup>-1</sup> a 140 L ha<sup>-1</sup> com extrato vegetal influenciaram no aumento das variáveis de produção.
4. A dose 105 L ha<sup>-1</sup> de substâncias húmicas com extrato vegetal apresentou maior produtividade em relação as demais doses.
5. A qualidade dos frutos da 'BRS Princesa' não alterou com as doses de substâncias húmicas.

## REFERÊNCIAS

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

ARANCON, N. Q.; EDWARDS, C. A.; LEE, S.; BYRNE, R. **Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth**. European Journal of Soil Biology, v.42, p.S65-S69, 2006.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Editora Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p 245- 255.

COELHO, E. F.; DONATO, S. L. R.; OLIVEIRA, P. M.; CRUZ, A. J. S. **Relações hídricas II: Evapotranspiração e coeficiente de cultura**. In: Coelho, E. F. (org.). Irrigação da bananeira. 1.ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, v.1, p.87-117, 2012.

CANELLAS, L.P.; FAÇANHA, A.O.; FAÇANHA, A.R.; OLIVARES, F.L. Humic acids isolated from earthworm induces root mitotic sites and plasma membrane H<sup>+</sup>- ATPase. **Plant Physiol.**, 30:1951-1957, 2002.

CSINZINSZKY, A.A. Response of two bell peppers (*Capsicum annum* L.) cultivars to foliar and soil-applied biostimulants. **Soil Science Society of America Proceedings**, n. 49, p.199-203, 1990.

COOPER, R.J.; LIU, C.; FISCHER, D.S. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. **Crop Science**, Madison, v.38, p.1639-1644, 1998.

CORDEIRO, F.C., SOUZA, S.R. Influência dos ácidos húmicos no metabolismo vegetal. **Rev. Univ. Rural**. Seropédica, 30(2): 111-131. 2010.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. Tendências Climáticas para os Tabuleiros Costeiros da Região de Cruz das Almas In: CONGRESSO BASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** v.1, p. 43-45.

DELFINO, S.; TOGNETTI, R.; DESIDERIO, E.; ALVINO, A. **Effects of foliar application of Nand humic acids on growth and yield of durum wheat Agronomy for Sustainable Development**, Versailles, v. 25, p. 183-191, 2005.

DOORENBOS J; KASSAM AH. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: Tradução Gheyi H.R. e outros, UFPb. FAO. 221p. 2000.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERERES E.;SANTANA,J.L.; SUAREZ,C.L. Evapotranspiration and crop coefficients in banana in: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON IRRIGATION AND HORTICULTURAL CROPS**, 1992, Almeria, Proceedings...,1992. p.341-348.

NANNETTI, D.C., SOUZA, R. J., FAQUIN, V. **Efeito da aplicação de nitrogênio e potássio, via fertirrigação, na cultura do pimentão**. Revista Brasileira de Olericultura, 13, (suplemento), p.843- 45, 2000.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 34, p. 1527- 1537, 2002.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. Ed. Agronômica Ceres. São Paulo, 251p. 1980.

PINHEIRO, G. L.; SILVA, C. A.; FURTINI NETO, A. E. Crescimento e nutrição de clone de eucalipto em resposta à aplicação de concentrações de C-ácido húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1217-1229, 2010.

RODDA, M.R.C.; CANELLAS, L.P.; FAÇANHA, A.R.; ZANDONADI, D.B.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. & SANTOS, G.A. Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:649-656, 2006.

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S. M.; MATOS, A. T. de. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 1-8, 2000.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, Bahia. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 2001, 56p. (Boletim de pesquisa, 20).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nesse estudo, o conjunto de dados obtidos permitiu mostrar que as substâncias húmicas e o extrato vegetal podem ser uma alternativa eficaz ao cultivo da bananeira 'BRS Princesa'. Portanto, é estratégico a continuidade de estudos econômicos da produção de bananeira 'BRS Princesa' utilizando as substâncias húmicas e extratos vegetais. Ocorreu maior desenvolvimento do sistema radicular utilizando uma dose próxima de 70 L ha<sup>-1</sup> de substâncias húmicas e maior valor em produtividade utilizando a dose 105 L ha<sup>-1</sup> de substâncias húmicas com extrato vegetal, deixando claro que as maiores doses de nutrientes não garantem os melhores resultados, influenciando na possibilidade de menor custo de produção.

É necessário o cultivo da bananeira 'BRS Princesa' fertirrigada com substâncias húmicas por mais de um ciclo para melhores respostas significativas no que se referem aos atributos edáficos.

A presente tese trata-se de uma nova linha de pesquisa, que utiliza as substâncias húmicas e extrato vegetal, contudo os resultados mostraram as influências na distribuição radicular, em alguns atributos edáficos e na produtividade. Deslumbra-se uma grande oportunidade para mais estudos sobre este tema, pois tem pilares na sustentabilidade, com reflexos na possibilidade de promover a viabilidade sócio - econômica da atividade agrícola.