

**ATRIBUTOS DO SOLO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA  
BANANEIRA SOB FERTIRRIGAÇÃO COM E SEM COBERTURA  
MORTA**

**Elves de Almeida Souza**

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal da Bahia - UFBA, 1995

Tese submetida ao Colegiado do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

**Orientador:** Dr. Eugênio Ferreira Coelho

**Coorientadora:** Dra. Rafaela S. A. Nóbrega

**CRUZ DAS ALMAS – BA  
2016**

## FICHA CATALOGRÁFICA

S7293a

Souza, Elves de Almeida.

Atributos do solo, crescimento e produção da bananeira sob fertirrigação com e sem cobertura morta / Elves de Almeida Souza. – Cruz das Almas, BA, 2016. 108/.; il.

Orientadora: Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho  
Co-orientador: Profª. Drª. Rafaela S. A. Nóbrega

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas. Doutorado em Engenharia Agrícola.

1. Banana – Cultivo. 2 Banana – Solo. 3. Banana – Produção. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD: 634.772

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

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

**ATRIBUTOS DO SOLO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA  
BANANEIRA SOB FERTIRRIGAÇÃO COM E SEM COBERTURA  
MORTA**

**Comissão Examinadora da Defesa de Tese de  
Elves de Almeida Souza**

Aprovada em: 24 de Agosto de 2016

Dr. Eugênio Ferreira Coelho  
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical  
Examinador interno - Orientador

Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB  
Membro Interno

Dr. Túlio de Raphael Pereira de Pádua  
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical - EMBRAPA  
Membro externo -

Prof. Dr. Francisco Adriano de Carvalho Pereira  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB  
Membro interno

Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva  
Instituto Federal da Baiano – IFBAIANO/SENHOR DO BOMFIM  
Membro interno -

## DEDICATÓRIA

A minha família em especial a esposa e filha que me deram motivação para o êxito no termino deste trabalho.

Aos meus pais Aricon Gomes de Souza (in memoriam) e Maria Socorro de Almeida Souza, e meus irmãos, primos, tios, que ao longo da vida me motivaram para os estudos e a pesquisa.

A todos os meus familiares, amigos e colegas pela companhia, companheirismo, amizade e estímulo aos estudos.

A todo o povo brasileiro que constrói essa grande nação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela existência e iluminação dos meus caminhos, por todas as bênçãos e realizações recebidas.

Aos meus pais, por todo carinho, amor, dedicação, tempo, abdições, ensinamentos em todos instantes de minha existência, vocês são a razão da minha existência.

A toda a minha família: irmão, avós, tias, tios e primos pelo apoio e dedicação.

A todos os amigos, pessoas e momentos vividos até o momento, pela fonte de sabedoria, caminhos traçados que me fizeram evoluir, pela força, coragem e saúde para enfrentar as dificuldades existentes.

Ao Dr. Eugênio Ferreira Coelho, pela dedicação, paciência, amizade, preciosas orientações, além do ensinamento ético-profissional e pessoal, mostrando acima de tudo como ser um verdadeiro profissional no desenvolvimento da pesquisa e um cidadão engajado nas causas sociais como a realização das atividades da Pastoral da Criança há anos.

Aos professores e técnicos do curso de pós-graduação em engenharia agrícola, por proporcionar a oportunidade de aperfeiçoar meus conhecimentos teóricos e práticos.

Aos colegas de curso Adailton, Mairton, Ailton, Paula, João, Renata, Diego Queiroz, Leandra, Mariana, Nara, Karla e os demais colegas pela amizade e companheirismo, com vocês foi possível realizar esta caminhada.

A professora Rafaela Nóbrega e sua equipe Calliane, Jane, Ângela e Letícia pela contribuição.

Aos amigos da equipe de pesquisa em Irrigação da EMBRAPA: Mario (bode), Tacisio, Julival, Marcelo (Tell), Joao, Edvaldo do IFPI (Floquinho), Tibério, Reinaldo (Veinho), Jair, Lucas, Richard, Laina, Jamile, Benedito, Rafael e Jaqueline e pelo apoio, dedicação, amizades, recepção, companheirismo por tornar meus dias de trabalho satisfatórios e descontraídos.

Ao CNPq pelo financiamento parcial da pesquisa.

As amigadas construídas na EMBRAPA nos Laboratórios Química, Física e Microbiologia do Solo, Nafez, George, Roque e Luciano, pelo aprendizado e as condições para o desenvolvimento da pesquisa;

Aos colegas da UFRB/NUMAM/SIPEF pela compreensão e liberação para os estudos.

E aqueles que de alguma forma direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho, que considero COLETIVO.

São os meus sinceros,  
MUITO OBRIGADO!

*“Os poderosos podem matar uma, duas ou três rosas,  
mas jamais conseguirão deter a primavera inteira”*

**(Che Guevara)**

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUÇÃO.....	4
<b>Capítulo 1</b>	
ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO COM FERTIRRIGAÇÃO E COBERTURA MORTA DA BANANEIRA “BRS PRINCESA”.....	12
<b>Capítulo 2</b>	
DISTRIBUIÇÃO RADICULAR DA BANANEIRA “BRS PRINCESA” SOB FERTIRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM E SEM COBERTURA MORTA.....	39
<b>Capítulo 3</b>	
CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA DA BANANEIRA “BRS PRINCESA” SOB FERTIRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM COBERTURA MORTA EM TRÊS CICLOS.....	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
ANEXOS: .....	89

## ATRIBUTOS DO SOLO, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA BANANEIRA SOB FERTIRRIGAÇÃO COM E SEM COBERTURA MORTA

Autor: Elves de Almeida Souza

Orientador: Eugênio Ferreira Coelho

Coorientadora: Dra. Rafaela S. A. Nóbrega

**RESUMO:** A sustentabilidade da agricultura depende de práticas de manejo que visem à utilização racional dos recursos naturais. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos atributos do solo, crescimento e produção da bananeira sob fertirrigação com e sem cobertura morta. O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas – BA Latossolo Amarelo Distrocoeso de textura argilosa a moderada, apresentando horizontes subsuperficiais coesos de baixa fertilidade natural com a cultivar BRS Princesa submetida a dois sistemas de irrigação. O experimento foi disposto em blocos casualizados com quatro repetições e seis tratamentos: T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 – Fertirrigado por gotejamento sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta. As variáveis estudadas foram: os atributos químicos como o pH, P, K, Ca, Mg, Ca+Mg, H+Al, Na, SB, CTC, V e MOS; físicos: Ds, Ma, Mi e PT; raízes foram: comprimento total de raízes (CT); densidade de comprimento de raízes (DCR,  $\text{cm cm}^{-3}$ ), PE (profundidade efetiva) e DE (distância efetiva), diâmetro das raízes; crescimento: altura da planta, perímetro do pseudocaule e número de folhas e produção: comprimento e diâmetro dos frutos, e produtividade. Os resultados demonstraram que o uso da cobertura morta associada à fertirrigação aumentou os teores dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo com aumento da biodiversidade de organismos no solo. Aumentou o CT (cm) e DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) uma maior expansão do sistema fertirrigado por microaspersão. Não interferiu nas classes diâmetros, mas na sua localização próxima da superfície do solo. Os sistemas de irrigação com adubação convencional teve um menor desempenho nas variáveis de crescimento

no primeiro e segundo ciclo. A produtividade de pencas das bananeiras irrigadas por microaspersão e o gotejamento com cobertura morta do solo e com uso de fertirrigação foram superiores aos demais tratamentos nos três ciclos estudados. A fertirrigação com cobertura morta por gotejamento e microaspersão tiveram maior eficiência de uso da água, do uso do nitrogênio e do potássio nos dois últimos ciclos.

**Palavras-chave:** irrigação localizada, fertilidade do solo e biodiversidade de organismos.

## SOIL ATTRIBUTES, GROWTH AND BANANA UNDER FERTIRRIGATION PRODUCTION WITH AND WITHOUT COVER DEAD

Author: Elves de Almeida Souza

Adviser: Dr. Eugenio Ferreira Coelho

Coadviser: Dra. Rafaela S. A. Nóbrega

**ABSTRACT:** The sustainability of agriculture depends on management practices aimed at rational use of natural resources. In this context, the aim of this study was to evaluate the effects of soil properties, growth and yield of banana under fertigation with and without mulch. The study was conducted in the experimental area of Embrapa Cassava and Fruits Cruz das Almas – BA. Yellow Latosol Dystrophic Clayey texture to moderate, with cohesive horizons of low fertility with BRS Princess subjected to two irrigation systems. The experiment was arranged in a randomized block design with four replications and six treatments: T1 - Irrigated drip with manual fertilization; T2 - Irrigated by micro with manual fertilization; T3 - fertirrigated drip with mulch; T4 - fertirrigated drip without mulching; T5 - fertirrigated by micro with dead and T6 coverage - fertirrigated by micro without mulch. The variables studied were: the chemical properties such as pH, P, K, Ca, Mg, Ca + Mg, H + Al, Na, SB, CTC, V and MOS; physical: Ds, Ma, Mi and PT; roots were total root length (CT); root length density (DCR,  $\text{cm cm}^{-3}$ ), PE (effective depth) and DE (effective distance), diameter of the roots; growth: plant height, pseudostem perimeter and number of leaves and production: length and diameter of the fruits, and productivity. The results showed that the use of mulch associated with fertigation increased levels of chemical, physical and biological soil with increased biodiversity of soil organisms. Increased CT (cm), and DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) further expansion of the system by micro fertirrigated. He did not interfere in diameter classes, but its location near the soil surface. conventional fertilization with irrigation systems had a lower performance in growth variables in the first and second cycle. The bunches of productivity of irrigated banana by micro and drip with soil mulch and fertigation were higher than other treatments in the three cycles. The fertigation with mulch drip and micro sprinkler had higher efficiency of water use, the use of nitrogen and potassium in the last two cycles.

**Key words:** drip irrigation, soil fertility, microbial activity and biodiversity of soil organisms.

## INTRODUÇÃO

A bananicultura é uma das principais atividades agrícolas do país produzida de norte a sul do Brasil, principalmente por agricultores familiares. A banana é a fruta mais consumida no mundo e no Brasil, com elevada importância nutricional e socioeconômica, na geração de ocupação e renda. Destacam-se como principais produtores a Índia, China, Filipinas, Equador e Brasil (FAO, 2015). Em 2015, o Brasil alcançou produtividade média de  $14,64 \text{ t ha}^{-1}$  com produção de 7.114.553,6 t (IBGE, 2015), contudo essa produtividade está abaixo dos países produtores como a China e a Índia.

O Nordeste é a principal região produtora de banana no Brasil, com área plantada de 197.295 ha, produção de 2.424.974 t e produtividade de  $12,29 \text{ t ha}^{-1}$ , representando 35 % da produção nacional de banana. Em terceiro lugar na produtividade, atrás das regiões Sul e Sudeste, com produtividade de 20,21 e  $16,44 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente. A Bahia apresenta maior área plantada do Brasil com 72.379 ha, uma produção de 1.083.346 t e produtividade de  $14,97 \text{ t ha}^{-1}$ , sendo o segundo estado produtor nacional, em oitavo lugar no ranking de produtividade (IBGE, 2015).

O cultivo da banana encontra no Nordeste um ambiente ecofisiológico ideal para a produção com grande importância socioeconômica, sendo cultivada predominantemente por agricultores familiares (LICHTENBERG et al., 2013). Principal alimento consumido pela população de baixa renda, devido ao seu alto valor nutritivo, preços acessíveis e sua grande oferta nas feiras livres, às vezes sendo comparadas aos preços de produtos baratos, e essencialmente exerce papel fundamental na fixação da mão-de-obra rural.

A produtividade da banana brasileira no Nordeste e na Bahia ainda é muito baixa. Entre os vários motivos têm-se as variedades suscetíveis às pragas e doenças, as irregularidades da distribuição da precipitação e o avançado estágio de degradação dos solos ocasionado pela não adoção de práticas conservacionistas para minimizar seu desgaste e manter sua produtividade.

Para garantir a manutenção de elevadas produções, novas tecnologias devem ser adotadas no cultivo da bananeira, para o aumento da produtividade com frutos

de qualidade. Considerando-se a água como o insumo relevante no aumento da produtividade desta cultura no Nordeste brasileiro, e as áreas agrícolas, restritas à sua expansão, a bananicultura tende a aperfeiçoar o uso dos recursos naturais, especialmente, a água e o solo.

A bananeira é uma planta muito exigente em água, que requer grande e permanente disponibilidade da mesma no solo. Ao sofrer deficiência hídrica, mesmo que pequena, a cultura não se desenvolve satisfatoriamente, afetando a produtividade e a qualidade do fruto. Assim em condições de instabilidade climática o uso racional da irrigação passa a ter relevância econômica e social, reduzindo as improváveis perdas de produção, estabilizando a produção, com a geração de emprego e renda, contribuindo para reduzir os impactos dos aumentos de preço dos produtos agrícolas.

### **A cultura da bananeira no Brasil**

O Brasil apresenta um grande potencial de produção da bananeira. A adoção de tecnologias mais relevantes demandadas para esta cultura diz respeito à irrigação, já que ela é muito sensível ao déficit hídrico e seu potencial produtivo depende de uma apreciável taxa de transpiração e boa uniformidade de distribuição de água durante o seu ciclo produtivo, não sendo fácil encontrar condições ecológicas naturais que satisfaçam todas as suas exigências (FIGUEIREDO et al., 2006).

Um das dessas estratégias é a utilização de variedades resistentes e ou tolerantes, a pragas e doenças, como a cultivar BRS Princesa, que é um híbrido tetraplóide (AAAB), desenvolvido na Embrapa Mandioca e Fruticultura, resultante do cruzamento da cultivar Yanganbi nº 2 (AAB) com o diplóide M53 (AA). A mesma foi avaliada pela Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Mandioca e Fruticultura, tendo apresentado a maioria das suas características, tanto de desenvolvimento, quanto de produtividade, semelhantes e/ou superiores a cultivar Maçã.

Ela atinge produtividade entre 15 a 20 t ha<sup>-1</sup> e pode alcançar até 25 t ha<sup>-1</sup>, conforme o manejo da cultura. Apresenta porte menor que o da 'Maçã', podendo ser plantada nos espaçamentos de 3,0 m x 2,5 m; 3,0 m x 3,0 m; 4,0 m x 2,0 m e 4,0 m x 2,0 m x 3,0 m. Possui a vantagem de ser tolerante ao Mal-do-Panamá, e

resistência à Sigatoka-amarela. A 'Princesa' vem atender a demanda de frutos da cultivar Maçã, em escassez no mercado, devido a suscetibilidade dessa cultivar ao Mal-do-Panamá.

### **A fertirrigação por sistemas de irrigação localizada na fruticultura**

A irrigação proporciona ganhos significativos na cultura da bananeira em todos os seus estádios fenológicos, de modo que os efeitos em uma fase influenciam as fases posteriores de crescimento e desenvolvimento. O incremento da lâmina de irrigação implica em ganhos no crescimento e na produtividade da cultura até níveis equivalentes a 120 – 140 % da ETo (GOENZAGA e IRIZARI, 2000; COELHO et al., 2006). Contudo, o quadro de escassez dos recursos hídricos obriga cada vez mais o uso eficiente do recurso água, isto é, incrementar a produção por unidade de água consumida.

A irrigação localizada reúne as condições tecnológicas capazes de impulsionar o crescimento da produtividade da bananeira, promovendo a otimização dos recursos hídricos existentes, reduzindo assim, as atuais e futuras demandas de água, sem reduzir a produção, e ou reduzir a área plantada. Esse sistema pode alcançar eficiência de aplicação de água de 90% ou mais (BERNARDO et al., 2005), condição importante para o Nordeste, onde a evapotranspiração excede a precipitação durante maior parte do ano. Diante disso, estudar possíveis reduções de lâminas de água associada ao manejo dos resíduos culturais e fertilizantes pode contribuir para maior eficiência do uso da água de forma sustentável da irrigação da bananeira.

De acordo com Bernardo et al. (2005), os sistemas de irrigação localizada distinguem-se dos demais pelas seguintes características: a) maior eficiência de uso de água, decorrente da possibilidade de melhor controle da lâmina de água aplicada; b) menores perdas por percolação, por evaporação e escoamento superficial, bem como maior eficiência geral da irrigação, pelo fato de não serem afetados pelo vento e nem sofrerem interferência direta do irrigante; c) maior eficiência no controle de pragas e doenças, pois, como a parte aérea da bananeira não é molhada, não há remoção dos defensivos porventura aplicados nas folhas e frutos; d) maior aproveitamento de área para cultivo, pois é adaptado a diferentes solos e topografia; e) maior produtividade, uma vez que, por ser fixa, a irrigação localizada permite

aplicações frequentes de água e, conseqüentemente, menor variação nos níveis de umidade do solo, o que proporciona aumento na produtividade das plantas; e f) maior eficiência no uso da adubação, ao permitir a fertirrigação, que concentra a aplicação do adubo diretamente no bulbo molhado, onde se encontra o sistema radicular da planta.

A fertirrigação tem sido uma alternativa que busca maximizar a utilização dos sistemas de irrigação com uso racional de insumo, aumentando a eficiência energética e a rentabilidade das atividades agrícolas, possibilitando maior aproveitamento dos nutrientes face à sua colocação no local de maior demanda e absorção pelas plantas (NATALE e RODRIGUES, 2014). Essa técnica significa o uso racional de fertilizantes em agricultura irrigada uma vez que aumenta a eficiência de uso, reduz a mão-de-obra e o custo com máquinas, além de flexibilizar a época de aplicação, visto que as doses recomendadas podem ser fracionadas conforme a necessidade da planta.

Estudo realizado por Coelho et al. (2011) ao compararem a fertirrigação aplicada em dois sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão, confirmaram que a fertirrigação se adequa melhor ao sistema de gotejamento, que a microaspersão. No gotejamento, o sistema radicular da cultura coincide com as regiões de maiores valores de umidade do volume molhado gerado por um ou mais gotejadores, otimizando, com isso, o aproveitamento dos fertilizantes. Deve-se atentar para o número e disposição dos gotejadores de forma a se estabelecer uma área molhada propícia ao desenvolvimento das raízes. Na microaspersão gera-se maior área molhada, permitindo maior desenvolvimento das raízes, aplicando-se bem a solos com maior capacidade de infiltração (arenosos). A irrigação da bananeira por microaspersão pode ser feita utilizando-se um microaspersor para duas ou quatro plantas. A distribuição da água e fertilizantes tendem a concentrar-se próximo ao microaspersor, que dependendo da vazão do emissor e do espaçamento entre plantas, podem não ser completamente distribuídos, afetando a sua absorção pelas plantas. No uso de um emissor para quatro plantas, deve-se ater-se à escolha de um emissor que tenha um raio de ação suficiente para aplicar os fertilizantes no entorno das plantas.

## **Uso da fitomassa da bananeira como cobertura morta e sua influência nos atributos do solo**

A adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo pode contribuir para a sustentabilidade econômica e ambiental do agroecossistema, reduzir o consumo hídrico e de nutrientes, principalmente em solos de extrema fragilidade, como os solos tropicais, visto que possibilita a manutenção e, ou, melhoria nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

A utilização de resíduo como cobertura do solo no clima tropical é essencial a proteção do mesmo. O manejo adequado da cobertura do solo pode contribuir na redução da erosão tanto hídrica, como eólica.

A cobertura do solo é tradicionalmente recomendada em sistemas de manejo conservacionistas tais como sistema de produção orgânico e em sistema de plantio direto, pois apresenta múltiplas funções, como evitar perdas excessivas de água, reter a umidade do solo, diminuir o impacto da chuva e a erosão, evitando alterações bruscas de temperatura do solo, reduzir as despesas com mão-de-obra nas capinas, além de enriquecer o solo com nutrientes após a decomposição do material, permitindo melhorar o desempenho das culturas (SOUZA e RESENDE, 2006).

O processo de decomposição da cobertura morta inicia-se com a trituração dos resíduos é realizado pela fauna edáfica, que representa uma força motriz na decomposição, facilitando a decomposição e a ciclagem dos nutrientes (HÖFER et al., 2001), com o aumento da superfície específica dos resíduos facilita a atuação dos microrganismos do solo. Ela ocupa diversos níveis tróficos dentro da cadeia alimentar no solo e afeta a produção primária de maneira direta e indireta (AQUINO et al., 2008a). A macrofauna edáfica é representada por animais com diâmetro do corpo maior do que 2 mm, como formigas, coleópteros, aranhas, minhocas, centopéias, térmitas, diplópodes, etc (AQUINO et al., 2008b). Alguns grupos de animais são responsáveis pela predação de outros invertebrados e contribuem diretamente na modificação da estrutura do solo, por meio de sua movimentação pelo perfil (CORREIA e ANDRADE, 2008), sendo por isso comumente denominado de engenheiros do solo (LAVELLE et al., 1997).

Os invertebrados do solo alteram as populações e a atividade dos microrganismos responsáveis pelos processos de mineralização e humificação da matéria orgânica do solo e, portanto, exercem influência sobre a disponibilidade de

nutrientes assimiláveis pelas plantas (DECAENS et al., 2003). A composição da comunidade da macrofauna edáfica do solo e sua abundância são indicadores da biodiversidade do solo e da intensidade das atividades biológicas (VELÁSQUEZ et al., 2007). No entanto, os efeitos dos organismos do solo sobre os processos dos ecossistemas raramente são aparentes em virtude da escala em que as medições são feitas, comumente incapazes de representar grandes áreas, e dos curtos intervalos de tempo normalmente pesquisados. Dessa forma, esses processos são mais frequentemente relacionados a outras variáveis, como vegetação, propriedades do solo (pH, mineralogia etc.) e, principalmente, clima (ANDERSON, 2009). A influência da cobertura morta na biologia do solo tem sido avaliada por seus efeitos globais em processos biológicos de liberação de CO<sub>2</sub> (respirometria), mineralização do nitrogênio orgânico, população e biomassa microbiana.

Para Araújo e Monteiro (2007), os microrganismos apresentam características determinadas pela diversidade e elevada atividade metabólica que os diferenciam dos outros organismos vivos do solo, conferindo-lhes elevado potencial para uso em avaliações de qualidade do solo.

Os efeitos do uso de resíduo em irrigação vegetal como cobertura morta em irrigação com frutíferas tropicais como a bananeira e em especial a BRS Princesa, são inexistentes, sendo necessários estudos visando determinar o manejo da fertirrigação da bananeira.

Espera-se com este trabalho preencher essa lacuna do efeito da cobertura morta associada à fertirrigação na melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo; no desenvolvimento do sistema radicular da bananeira em crescimento e densidade das raízes; influenciar de forma positiva na maior concentração das raízes muito fina e fina próxima da zona de maior atividade do sistema radicular e nos parâmetros biométricos de crescimento e produção da bananeira BRS Princesa.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os resultados dos atributos do solo, crescimento e produção da bananeira sob fertirrigação com e sem cobertura morta. Os objetivos específicos foram (i) avaliar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo com fertirrigação e cobertura morta da bananeira “BRS Princesa”; (ii) determinar a distribuição radicular da bananeira `BRS Princesa` sob fertirrigação localizada com e sem cobertura morta e (iii) avaliar o crescimento, produção e

eficiência de uso da água da bananeira BRS Princesa sob fertirrigação localizada com cobertura morta em três ciclos.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. M. Why should we care about soil fauna. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n. 8, p.835-842, 2009.

AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; ALVES, M. V. Diversidade da macrofauna edáfica no Brasil. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. p.143-170, 2008a.

AQUINO, A. M. de; SILVA, R. F. da; MERCANTE, F. M.; CORREIA, M. E. F.; GUIMARÃES, M. de F.; LAVELLE, P. Invertebrate soil macrofauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado. **European Journal of Soil Biology**, v.44, p.191-197, 2008b.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v.23, n.3, p.66-75, 2007.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7 ed. UFV, 2005. 611p.

COELHO, E. F.; COELHO, E. L.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O. Produtividade e eficiência do uso de água das bananeiras Prata Anã e Grand Naine no terceiro ciclo no Norte de Minas Gerais. **Irriga**, v.11, n. 4, p.460-468, 2006.

COELHO, E. F.; OR, D.; SOUSA, V. F. Aspectos básicos em fertirrigação. In: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (ORG.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, p. 235-251, 2011.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; AMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2nd ed. Metrópole, p.137-158, 2008.

DECAENS, T.; BUREAU, F.; MARGERIE, P. Earthworm communities in a wet agricultural landscape of the Seine Valley (Upper Normandy, France). **Pedobiologia**, v.47, 5ed, p.479-489, 2003.

FAO <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>> Acesso em: Março de 2016.

FIGUEIREDO, F. P.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; OLIVEIRA, F. G. Produtividade e qualidade da banana prata anã, influenciada por lâminas de água, cultivada no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.798-803, 2006.

GOENZAGA, R.; IRIZARI, H. Irrigated banana yield and quality of banana irrigated with fractions of class a pan evaporation on oxisol. **Agronomy Journal**, v. 92, n. 5, p. 1008-1012, 2000.

HÖFER, H; HANAGARTH, W.; GARCIA, M.; MARTIUS, C.; FRANKLIN, E.; RÖMBKE, J.; BECK, L. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. **European Journal of Soil Biology**, v.37, p.229-235, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default\\_publicompleta.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default_publicompleta.shtm)>. Acesso em: 8 de junho de 2016.

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; NESON, P.; HEAL, OW.; DHILLION, S. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, v.33, n.4, p.159-193, 1997.

LICHTENBERG, L. A. et al. Sistemas de producción de musáceas en Brasil. In: **Reunião Internacional Acorbat 2013**, Fortaleza, 2013.

MELERO, S. et al. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. **Soil Tillage Research**, v.90, p.162-170, 2006.

NATALE, W.; RODRIGUES, M. G. V. 4.2-Fertirrigação em bananeira. Disponível em: [http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/culturas/banana/banana4\\_2.pdf](http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/culturas/banana/banana4_2.pdf). Acesso em: 08 de abril de 2014.

SOUZA J. L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 2 ed, Editora: Aprenda Fácil, 2006. 843p.

VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P.; ANDRADE, M. GISQ, a multifunctional indicator of soil quality. **Soil Biology and Biochemistry**, v.39, n. 12, p.3066-3080, 2007.

## **CAPÍTULO 1**

**ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO COM  
FERTIRRIGAÇÃO E COBERTURA MORTA DA BANANEIRA “BRS PRINCESA”**

# ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO COM FERTIRRIGAÇÃO E COBERTURA MORTA DA BANANEIRA BRS PRINCESA

Autor: Elves de Almeida Souza

Orientador: Dr. Eugênio Ferreira Coelho

Coorientadora: Dra Rafaela S. A. Nóbrega

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da cobertura morta associada à fertirrigação sobre os atributos químicos, físicos e biológicos do solo sob fertirrigação localizada e cobertura morta da bananeira BRS Princesa. O pomar foi implantado na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, estudando-se manejos de solo, água e nutrientes, em dois anos de cultivo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e seis tratamentos: T1 – Irrigação por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigação por microaspersão com adubação manual; T3 – Fertirrigação por gotejamento com cobertura morta da bananeira; T4 – Fertirrigação por gotejamento sem cobertura morta da bananeira; T5 – Fertirrigação por microaspersão com cobertura morta da bananeira e T6 – Fertirrigação por microaspersão sem cobertura morta da bananeira. Cada parcela foi constituída por quatro plantas úteis no espaçamento 2,5 x 2,0 m e as plantas irrigadas a cada três dias com três gotejadores de 4 L h<sup>-1</sup> de vazão por planta ou um microaspersor para quatro plantas de 64 L h<sup>-1</sup>. Os atributos químicos avaliados foram: pH em água, P (Mehlich-1), K, Ca, Mg, Na, acidez potencial (H+Al) e matéria orgânica do solo (MOS), bem como os cálculos de SB, CTC e V. Os atributos físicos: porosidade total, macroporosidade e microporosidade e densidade do solo; biológicos: respiração basal e da biomassa microbiana, carbono total, quociente metabólico e a macrofauna do solo. Os resultados mostraram que a associação cobertura morta da bananeira e fertirrigação melhoram a fertilidade do solo com aumento das concentrações de P, K, CTC, SB e MOS, nos dois anos de cultivo. Proporcionou, também, aumento da microporosidade e redução da densidade do solo no primeiro

cultivo, além da maior atividade da biota do solo com aumento da biodiversidade dos organismos na época seca do ano.

**Palavras chave:** fertilidade do solo, atividade microbiana, biodiversidade de organismos.

## CHEMICALS ATTRIBUTES, PHYSICAL AND SOIL ORGANIC UNDER FERTIGATION LOCATED AND DEAD COVERAGE OF BANANA BRS PRINCESS

Author: Elves de Almeida Souza

Adviser: Eugenio Ferreira Coelho

Coorientador: Rafaela S. A. Nóbrega

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of mulch associated with fertigation on chemical, physical and biological soil properties located under fertigation and mulching banana BRS Princess. The orchard was established in Embrapa experimental area Cassava and, Cruz das Almas, BA, by studying soil management, water and nutrients, in two years of cultivation. The experimental design was a randomized block with four replications and six treatments: T1 - Drip irrigation with manual fertilization; T2 - irrigation microsprinkler with manual fertilization; T3 - Fertirrigation drip with mulch of banana; T4 - Fertirrigation drip without mulch of banana; T5 - Fertirrigation by micro mulched banana and T6 - Fertirrigation by micro without mulching banana. Each plot consisted of four working plants spaced 2,5 x 2,0 m and the plants watered every three days with three emitters of 4 L h<sup>-1</sup> flow per plant or an emitter for four 64 L plant h<sup>-1</sup>. The attributes evaluated chemicals were: pH, P (Mehlich-1), K, Ca, Mg, Na, potential acidity (H+Al) and the soil organic matter (SOM) and SB calculations, CTC and V; physical: total porosity, macroporosity and microporosity and bulk density; Biological: basal respiration and microbial biomass, total carbon, metabolic quotient and soil macrofauna. The results showed that the hedge association dead banana and fertigation improve soil fertility with increasing concentrations of P, K, CTC, SB and MOS in the two years of cultivation. Provided increased microporosity and reduced soil density in the first crop. Increased activity of soil biota with increasing biodiversity of soil organisms in the dry season.

**Keywords:** soil fertility, microbial activity, macrofauna

## INTRODUÇÃO

A agricultura convencional vem reduzindo a qualidade dos solos por várias razões, principalmente pela erosão do solo com os monocultivos e a exportação de nutrientes pela colheita (FAO, 2016). Os teores de nutrientes no solo exportados pelas culturas podem ser repostos via adubações, porém os estoques de matéria orgânica do solo (MOS) só podem ser mantidos ou aumentados mediante práticas de manejo sustentáveis.

Diversos fatores influenciam a produtividade da bananeira, entre eles destacamos os genéticos da planta, e externos, que são as condições agroambientais onde situa o cultivo da bananeira, como o clima, solo e manejo agrônômico praticado na cultura, principalmente a adubação (BORGES e SOUZA, 2004). Os atributos químicos do solo, responsáveis pela nutrição são fatores de produção de extrema importância para a bananeira devido à alta eficiência destas plantas em produzir grandes quantidades de fitomassa em curto período de tempo (LÓPEZ e ESPINOSA, 1995).

A bananeira por produzir grande fitomassa é uma das plantas mais promissoras na restituição ao solo de grande parte dos nutrientes extraídos por meio de sua fitomassa quando utilizada como cobertura morta e da MOS reduzidas ao longo dos anos de cultivos. De acordo com BORGES et al., (2011) a manutenção da fitomassa dessa cultura na superfície do solo, proporciona o aumento do carbono no solo, uma vez que 66% retornam ao solo na forma de pseudocaules, folhas e rizoma. A produção de massa seca atinge até  $15 \text{ t ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , podendo restituir até 170 Kg de N, 9,6 Kg de P, 303 kg de K, 126 kg de Ca, 187 kg de Mg e 21 kg de S  $\text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , na época da colheita. Esse acréscimo pode possibilitar uma redução no custo de produção e, além de proteger ao solo contra a erosão pode aumentar os teores da matéria orgânica do solo (POWLSON et al., 2012).

A nova concepção de sustentabilidade começa por valorar o conjunto dos atributos e suas interinfluências. Desta forma, a fauna edáfica, que tem sido considerada indicador da qualidade dos solos (JEREZ-VALLE et al., 2014). A fauna do solo compreende numerosos organismos funcionalmente importantes ao ecossistema que atuam na decomposição da matéria orgânica, estabilização de carbono e ciclagem de nutrientes (NEHER et al., 2012). Os estudos que

identificaram variações qualitativas e quantitativas na fauna edáfica em decorrência das práticas de cultivo, da uniformidade da cobertura vegetal e das mudanças físicas causadas no ambiente solo são abundantes (CROTTY et al., 2015). A composição da comunidade da macrofauna edáfica do solo e sua abundância indica a biodiversidade do solo e a intensidade das atividades biológicas (VELÁSQUEZ et al., 2007). Os efeitos dos organismos do solo sobre os processos dos ecossistemas raramente são aparentes em virtude da escala em que as medições são feitas, comumente incapazes de representar grandes áreas, e dos curtos intervalos de tempo normalmente pesquisados. Dessa forma, esses processos são mais frequentemente relacionados a outras variáveis, como vegetação, atributos químicos do solo (pH, mineralogia etc.) e, principalmente, clima (ANDERSON, 2009).

As altas temperaturas, umidade atmosférica do ar e o regime regular das chuvas no Recôncavo Baiano, associada à técnica da fertirrigação da bananeira permitem alta produção de biomassa da bananeira, promovendo a incorporação e a ciclagem desses nutrientes no sistema de produção, o que reduz os custos de produção para os sistemas convencionais de produção e para os orgânicos.

A sustentabilidade agrícola torna mais complexa e requer uma visão holística da interação dos atributos químicos, físicos e biológicos em seu conjunto. As informações a respeito em áreas irrigadas na cultura da bananeira e nas condições do Recôncavo são inexistentes, sendo necessários estudos para quantificar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo em diferentes manejos, e suas influências na biodiversidade do solo.

O presente estudo teve como objetivo avaliar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo com fertirrigação e cobertura morta da bananeira BRS Princesa.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido entre os meses de janeiro de 2013 e dezembro de 2014 na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas - BA. O clima da região é do tipo úmido a subúmido, pluviosidade média anual de 1.143 mm. O solo da área é do tipo Latossolo Amarelo Distrocoeso de textura argilosa a moderada, apresentando horizontes subsuperficiais coesos de baixa fertilidade natural. A caracterização físico-hídrica, classe textural, e a análise química

do solo da área experimental antes da instalação do experimento são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Umidade volumétrica e água disponível para diferentes tensões e profundidades, densidade do solo ( $D_s$ ), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (PT) e classe textural do solo do experimento. Cruz das Almas - BA. 2016.

Prof. (m)	Umidade Volumétrica ( $m^3 m^{-3}$ )			$D_s$ Kg $dm^{-3}$	Porosidade (%)			Classe textural
	10 kPa	1500 kPa	Água Disponível $m^3 m^{-3}$		Ma	Mi	PT	
0,0 - 0,3	0,255	0,150	0,105	1,65	11,5	26,6	38,1	Franco Argilosa

**Tabela 2.** Análise química do solo antes da implantação do experimento. Cruz das Almas - BA. 2015<sup>/1</sup>

Prof. (m)	PH em água	$P^{/2}$ mg $dm^{-3}$	$K^{/2}$	$Ca^{/3}$	$Mg^{/3}$	Ca+Mg	$Al^{/3}$	$Na^{/2}$	H+Al	S.B	CTC	V %	$MO^{/4}$ g/kg
0,0 – 0,2	6,3	40	0,4	2,4	1,9	4,4	0,0	0,4	1,5	5,2	6,7	76,6	14,3
0,2– 0,4	6,1	30	0,6	2,4	2,0	4,3	0,0	0,3	1,3	5,1	6,5	79,0	14,8

/1 Análise realizada no Laboratório de solos e nutrição de Plantas da Embrapa; /2 Extrator Mehlich 1; 3/ Extrator KCl/1M; 4/Walkley & Black modificado.

O experimento foi implantado em um pomar de bananeira BRS Princesa com dois sistemas de irrigação localizada, por gotejamento, com uso de três emissores de 4  $Lh^{-1}$  de vazão por planta, e outro por microaspersão, com um emissor de 64  $Lh^{-1}$  de vazão para quatro plantas.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 24 tratamentos e quatro repetições em esquema de parcelas subdividas 6 x 4, com o sistema de irrigação com e sem cobertura (Ti) na parcela e as profundidades na subparcelas considerando as variáveis dependentes os atributos químicos e físicos do solo. Os sistemas com e sem cobertura foram: T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 – Fertirrigado por gotejamento sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta.

As análises estatísticas da biota do solo seguiram os esquemas estatísticos em blocos casualizados com os seis tratamentos e quatro repetições.

A cobertura morta utilizada foi da própria bananeira após a colheita cortada em pedaços menores as folhas, engaço e o pseudocaule, cobrindo 100% o solo formando uma camada de 0,10 m acima da superfície do solo.

As análises químicas, físicas e microbiológicas do solo foram realizadas nos laboratórios da Embrapa Mandioca e Fruticultura: Solos e Nutrição de Plantas, Física do Solo e Microbiologia do Solo.

As análises dos atributos físicos, químicos, e biológicos do solo foram determinados em dois anos 2013 e 2014, no segundo e terceiro ciclo de produção da bananeira. As amostras do solo para as análises dos atributos químicos do solo P, K, Ca, Mg, Ca+Mg, CTC, SB, V e MO, foram retiradas a 0,25 m de distância da planta sentido dos emissores (gotejador e microaspersor), e nas profundidades de 0-0,10 m; 0,10-0,20 m; 0,20-0,30 m e 0,30-0,40 m.

Os atributos físicos foram: Porosidade total (PT), Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi) e Densidade do solo (Ds). Foram retiradas as amostras indeformadas do solo com os coletores Uhland a 0,25 m de distância da planta e nas profundidades de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m sentido dos emissores (gotejador e microaspersor) nas profundidades de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m.

Para as análises microbiológicas do solo as amostras foram coletadas a 0,25 m de distância da planta e 0,10 m de profundidade, levadas ao laboratório de Microbiologia do Solo e mantidas em refrigeração em sacos plásticos vazados, para manter as trocas gasosas até o momento das análises.

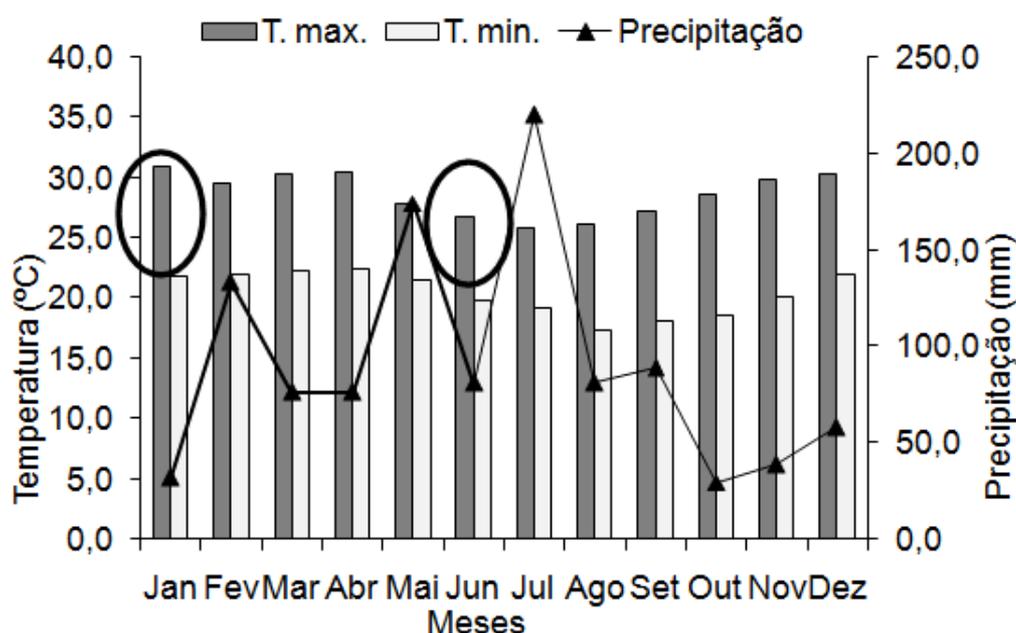
A respiração basal do solo foi calculada pela emissão do dióxido de carbono liberado pelo processo de respiração microbiana durante 10 dias de incubação à temperatura ambiente (em torno de 25°C) e posteriormente titulada conforme Alef (1995). O carbono da biomassa microbiana foi determinado pelo método de fumigação-extração utilizando a leitura em espectrofotômetro de 490 nm de comprimento de onda, conforme Vence et al. (1987). Posteriormente, o quociente metabólico ( $qCO_2$ ) foi calculado pela razão entre a taxa de respiração basal e o carbono da biomassa (ANDERSON e DOMSCH, 1993).

A determinação da fosfatase foi baseada do fenol depois da incubação da amostra de solo com solução de fenil fosfato por 1 h. A mensuração da atividade da fosfatase é baseada na leitura em espectrofotômetro de 405 nm de comprimento de

onda do  $p$ -nitrofenol resultante da atividade enzimática da fosfatase (TABATABAI e BREMNER, 1969).

O levantamento da macrofauna ocorreu em dois períodos distintos no início do ano no mês de Janeiro (estação seca), o período de menor precipitação (mm) na média histórica, e maiores temperatura, tanto a máxima de 30,9 °C como a mínima de 22,0 °C, e Junho (estação chuvosa), período de maior precipitação na média histórica e menores da temperatura máxima e a mínima. A distribuição da precipitação (mm), temperatura máxima e mínima durante o ano de 2014 estão apresentadas na Figura 1.

Para identificação dos componentes da macrofauna utilizou-se o método de coleta TSBF (Fertilidade Biológica dos Solos Tropicais), descrito por Anderson e Ingram (1993). Foram retiradas 24 amostras do monólito com as dimensões 0,25 x 0,25 x 0,30 m em duas estações do ano seca e chuvosa, a 0,30 m da planta em direção ao microaspersor e ao gotejador.



**Figura 1.** Totais mensais da precipitação pluvial (mm) e temperatura mensal máxima e mínima (°C) registradas no município de Cruz das Almas – BA, no período de janeiro a dezembro de 2014. Os círculos indicam os meses que foram realizadas as amostragens em campo.

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F e as médias avaliadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises dos atributos químicos do solo nos anos de 2013 e 2014 estão apresentadas na Tabela 3 e os desdobramentos em profundidades nas Tabelas 4 e 5. As médias do pH do solo, em água, encontram-se dentro da faixa considerada satisfatória acima de 6,0 para o cultivo da bananeira nos dois anos de estudo, os teores encontrados estão de acordo com a recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura da bananeira (BORGES e SOUZA, 2004).

No ano de 2014 ocorreu um aumento de 10% do pH em relação ao ano de 2013, tal resultado pode estar relacionado ao processo de decomposição dos resíduos da bananeira, que na sua composição há uma presença de cátions (HOFFMAM et al., 2010), e aos corretivos utilizados anualmente na adubação de manutenção.

O pH do solo foi alterado em função da profundidade do solo nos dois anos e as primeiras camadas ficaram com pH dentro da faixa satisfatória (Tabela 3 e 4) nos tratamentos T3 e T6 em 2013 e 2014 o T3. No ano de 2013 o pH do solo no tratamento T3 diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) da primeira da camadas em relação as demais. Para o tratamento T6 as diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) ocorreram a partir da terceira camada.

Devido ao processo de incorporação de resíduos e aos corretivos utilizados nos anos anteriores, no ano de 2014, o pH do solo do tratamento T3 aumentou em profundidade quando comparado ao ano anterior. Houve diferenciação significativa ( $p < 0,05$ ) entre as camadas e o pH do solo reduziu em função das profundidades.

O nível crítico do fósforo no solo é  $30 \text{ mg dm}^{-3}$  (extrator de Mehlich-1), abaixo desse valor é recomendado realizar a adubação fosfatada. Teores acima dos  $30 \text{ mg dm}^{-3}$  (extrator de Mehlich-1), dispensam a adubação fosfatada (BORGES et al., 2004), isso aconteceu nos dois anos de cultivo. No ano de 2013 houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos teores de fósforo dos tratamentos fertirrigados por microaspersão com e sem cobertura morta (T5 e T6) sobre o os demais tratamentos.

Os valores dos teores de fósforo mais elevado no tratamento T5 podem estar relacionados aos altos teores da matéria orgânica do solo (MOS) no ano de 2013. Contudo no ano de 2014, inverteram-se os teores de fósforo no solo e houve

diferença entre os teores médios de fósforo dos tratamentos fertirrigados por gotejamento com e sem cobertura morta (T3 e T4) e os teores de fósforo no solo dos demais tratamentos. Essas diferenças têm a ver com a configuração do sistema de irrigação e a marcha de absorção do fósforo pela bananeira. No primeiro ano a absorção do fósforo é maior no gotejamento, por isso que os teores são menores, devido à aplicação do fertilizante mais concentrada diretamente na zona de maior atividade radicular, facilitando o aumento da absorção deste nutriente que tem uma baixa mobilidade no solo. A taxa de absorção do fósforo para a bananeira é maior no primeiro ano que no segundo (SILVA et al., 2007). Na microaspersão a área de aplicação do fertilizante é maior e em uma menor concentração.

**Tabela 3.** Atributos químicos na camada de 0 - 0,4 m de Latossolo Amarelo Distrocoeso cultivado com a bananeira BRS Princesa sob irrigação localizada.

Ano de 2013												
Trat <sup>(2)</sup>	pH em água	P <sup>4</sup> mg dm <sup>-3</sup>	K <sup>5</sup>	Ca	Mg	Ca+Mg <sup>5</sup>	Na <sup>5</sup>	H+Al	SB	CTC	V %	MO g/Kg
							cmo <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					
1	6,1a <sup>(1)</sup>	49b	0,47b	2,8a	1,9a	4,7a	0,3c	1,2a	5,6a	6,7b	83a	17b
2	6,1a	51b	0,50b	2,5a	1,7a	4,2a	0,5a	1,2a	5,2a	6,4b	81a	17b
3	5,9a	35b	0,62a	2,5a	1,8a	4,4a	0,4b	1,6a	5,4a	7,1 <sup>a</sup>	75a	17b
4	6,1a	29b	0,29c	2,6a	2,0a	4,6a	0,5a	1,4a	5,4a	6,7b	79a	18b
5	6,0a	126a	0,36c	3,1a	1,8a	4,9a	0,4b	1,6a	5,7a	7,4 <sup>a</sup>	77a	25a
6	5,9a	110a	0,38c	2,6a	1,6a	4,2a	0,5a	1,2a	5,1a	6,7b	75a	18b
Ano de 2014												
1	6,3b	37,8b <sup>(2)</sup>	0,4c	2,1b	1,2b	3,4b	0,15d	0,43a	3,9b	4,4b	90a	18b
2	6,7a	36,0b	0,6b	2,1b	1,5b	3,6b	0,34a	0,21a	4,5b	4,8b	95a	17b
3	6,7a	81,7a	0,8a	3,3a	2,1a	5,5a	0,26b	0,20a	6,5a	6,7 <sup>a</sup>	95a	34a
4	6,3b	63,8a	0,3d	2,2b	1,5b	3,7b	0,28b	0,39a	4,3b	4,7b	91a	18b
5	6,8a	50,8b	0,7b	3,2a	2,1a	5,2a	0,21c	0,19a	6,1a	6,3 <sup>a</sup>	96a	30a
6	6,9a	49,8b	0,5c	2,4b	1,7b	4,1b	0,34a	0,25a	4,9b	5,1b	94a	19b

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta. /3 Análise realizada no Laboratório de solos e nutrição de Plantas da Embrapa; /4 Extrator Mehlich 1; 5/ Extrator KCl/1M; 6/Walkley & Black modificado.

No ano de 2014 os teores de fósforo no solo dos tratamentos fertirrigados por gotejamento com cobertura morta (T3) e sem cobertura morta (T4) diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos, demonstrando que a fertirrigação por gotejamento é mais eficiente por aplicar os fertilizantes próximos da

zona radicular da bananeira (Tabela 3). O fósforo apesar de ser o nutriente menos absorvido apresenta uma relação com a produtividade da bananeira. Silva et al. (2011) relataram que solos com bananeiras altamente produtivas apresentavam teores significativamente maiores de P ( $39,2 \text{ mg dm}^{-3}$ , extrator Mehlich-1) do que solos com bananeiras pouco produtivas ( $23 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Estudos realizados por Silva et al. (2011) sobre a aplicação de  $700$  e  $545 \text{ mg dm}^{-3}$  de fósforo em solos com baixo teor disponível apresentou uma relação positiva das variáveis de crescimento diâmetro do pseudocaule e altura da planta com a produção de matéria seca da parte aérea de mudas da bananeira 'Prata Anã'.

Os teores de fósforo reduziram 25% em média do ano de 2013 para 2014 (Tabela 3). Esses resultados não interferiram na produção, pois segundo Robinson e Galán Saúco (2010), a bananeira absorve a maior parte do P requerido entre três e nove meses após o plantio, e reduz a absorção do nutriente em 80% na fase reprodutiva, e Silva (2013) conclui que a bananeira responde à adubação fosfatada somente no primeiro ciclo de produção. Isso ocorreu principalmente nos tratamentos fertirrigados por microaspersão, devido à aplicação do fósforo numa superfície maior e de forma mais diluída que a aplicação por gotejamento. Outro aspecto relevante tem haver com a distribuição do sistema radicular na bananeira, que na microaspersão apresenta uma maior expansão do sistema radicular, explorando um volume de solo maior a uma profundidade de até  $0,50 \text{ m}$  (SANT'ANA et al., 2012), resultados também observados por Souza et al. (2016) avaliando o sistema radicular bananeira BRS Princesa.

Os teores de potássio no solo nos anos de 2013 variaram de  $0,29$  a  $0,62 \text{ cm}_c \text{ dm}^{-3}$  e 2014 de  $0,30$  a  $0,8 \text{ cm}_c \text{ dm}^{-3}$  (Tabela 3). Segundo Borges e Souza, (2004) valores acima dos  $0,6 \text{ cm}_c \text{ dm}^{-3}$  dispensam a adubação potássica. No ano de 2013 os teores de potássio do tratamento fertirrigado por gotejamento com cobertura morta (T3), diferiram de forma significativa ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos. No ano de 2014 os tratamentos (T2, T3 e T5) apresentaram valores de K acima dos  $0,60 \text{ cm}_c \text{ dm}^{-3}$  diferindo de forma significativa ( $p < 0,05$ ) dos demais. Os teores de potássio no solo do tratamento (T3) fertirrigado por gotejamento com cobertura morta diferiram dos demais tratamentos nos dois anos em estudos, demonstrando que aplicação do K via fertirrigação por gotejamento é mais eficiente por aplicar próximo da zona radicular da bananeira.

Esses valores elevados do potássio (K) nos anos de 2013 e 2014 dos tratamentos fertirrigados com cobertura morta T3 e T5, pode também ter relação com a restituição do K no solo da decomposição e mineralização da cobertura morta, sendo o macronutriente mais absorvido pela bananeira (HOFFMAM et al., 2010). A bananeira pode restituir até 303 kg de K/ha/ciclo, ou 0,194  $\text{cm}_c \text{dm}^{-3}$ . Martins et al. (2003) encontrou maiores produtividades com adubação de 0,6  $\text{cm}_c \text{dm}^{-3}$ , ou 962 kg  $\text{ha}^{-1}$  de potássio na cultivar Prata Anã, valores semelhantes aos encontrados nos tratamentos com cobertura morta (BORGES et al., 2011).

Os valores de cálcio e magnésio nos dois anos de cultivo da bananeira estão na Tabela 3. No primeiro ano sob efeito da calagem não houve diferenças significativas dos teores de cálcio, magnésio e cálcio e magnésio entre os tratamentos, a forma aplicação foi à mesma para todos os tratamentos. Os valores médios reduziram do primeiro para o segundo ano de cultivo de 5,2 % Ca, 6,9 % Mg e 5,9 % Ca+Mg.

No segundo ano os teores de Ca, Mg e Ca+Mg dos tratamentos fertirrigados por gotejamento e microaspersão diferiram dos demais tratamentos.

A interação entre o K e Mg variou de 0,19 a 0,40  $\text{cm}_c \text{dm}^{-3}$  no segundo ano e no terceiro 0,15 a 0,34  $\text{cm}_c \text{dm}^{-3}$ . A saturação por bases apresentou a seguinte proporção (K-Ca-Mg): 8 e 11 %; 50 e 51 % e 33 a 33 % nos dois anos de estudo. Esses valores ficaram dentro da faixa limite de aceitação para o um bom balanceamento da adubação e um desenvolvimento da bananeira, segundo Borges et al. (2004) e Silva et al. (2008) (Tabelas 3).

As análises do solo revelaram variações nos valores da acidez potencial na comparação entre os dois anos de estudos. Os valores de H+AL diminuíram nesse período os valores médios de 1,3 para 0,28  $\text{cm}_c \text{dm}^{-3}$  (Tabela 3), provavelmente em função da restituição dos resíduos da bananeira com elevada concentração de cátions ao solo (BORGES et al., 2011).

As somas das bases não diferiram entre os tratamentos no segundo ano de cultivo para todos os tratamentos. No ano seguinte os tratamentos com cobertura morta diferiram dos demais, com valores superiores a esses em 43,2 %, sugerindo que o incremento dos resíduos da bananeira a sua decomposição e mineralização tenham proporcionado incremento na matéria orgânica do solo (MOS). A saturação por bases ficou estável nos dois anos não havendo diferenças entre os tratamentos. Ocorreu um aumento de 19,4 % do ano de 2013 para 2014, saindo de 78,3 % no

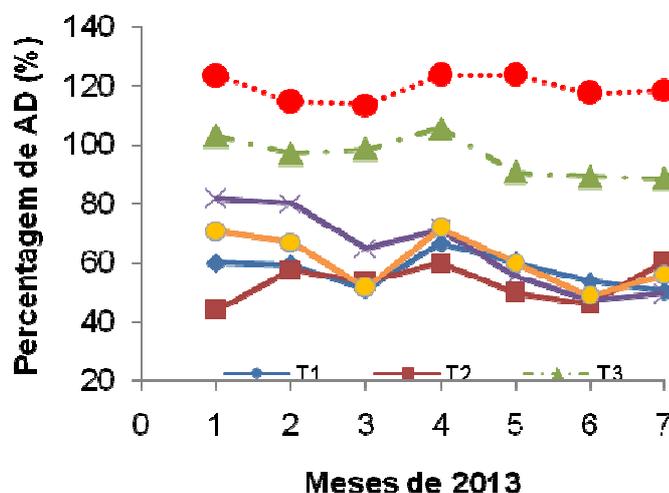
primeiro ano para 93,5 % no segundo ano. A redução de acidez total está relacionada com o aumento da saturação das bases, ocorreu também mudança no pH do solo tornando mais básico. Alguns autores com Silva et al. (2007) encontraram uma relação significativa entre os maiores valores da saturação por bases (V%) com os bananais de alta produtividade em relação aos de baixa produtividade com os menores valores de V (%).

A utilização da cobertura morta influenciou no aumento do teor de matéria orgânica no solo (MOS). A análise da Tabela 3 mostra a dinâmica da matéria orgânica no solo (MOS) nos dois anos de estudos. Com dois anos de plantio da bananeira no ano de 2013 houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos teores da MOS do tratamento fertirrigado por microaspersão sobre os demais tratamentos. Nesse período a variação do teor de matéria orgânica no solo foi de 17 a 25 g/Kg, sendo que o tratamento T5 apresentou percentual de 43,7 % superior aos demais tratamentos com apenas dois anos de adição de resíduo da bananeira.

Esses resultados devem estar relacionados com a deposição da fitomassa da bananeira na superfície do solo, proporciona o aumento do carbono no solo, uma produção de massa seca estimada de até  $15 \text{ t ha}^{-1}\text{ciclo}^{-1}$  na época da colheita. Outros autores como Silva et al. (2008) e Moreira et al. (2006), encontraram incremento no teor de matéria orgânica também, relatam que cerca de dois terços da parte aérea produzida pela bananeira retornam ao solo durante o ciclo.

O tratamento fertirrigado por gotejamento com cobertura morta T3 no ano de 2014 obteve resultados dos teores da MOS superiores de forma significativa ( $p < 0,05$ ) aos demais tratamentos (Tabela 3) e foram 13,3 % superior ao T5. O sistema de irrigação por gotejamento pode ter influenciado esses resultados, o sistema de irrigação por microaspersão imprime uma maior umidade na cobertura morta pela precipitação da água na superfície da cobertura morta, proporcionando umedecimento de toda cobertura morta, diferente do gotejamento que o gotejador fica a abaixo da cobertura morta com um volume da superfície úmida menor em contato com a cobertura morta, resultando maior atividade da biota do solo com uma maior ciclagem da MOS (Tabela 3). O excesso de umidade no solo, demonstrado pelo percentual de água disponível acima da capacidade de campo em 20 %, reduziu o teor de oxigênio no solo e a atividade microbológica do solo na decomposição do resíduo da bananeira (Figura 1).

Analisando os desdobramentos dos atributos químicos do solo pela regressão quadrática em função das profundidades com as concentrações mínimas e máximas estão apresentados nas Tabelas 4 e 5.



**Figura 1.** Porcentagem de água disponível de janeiro a abril de 2013 no solo cultivado com a bananeira BRS Princesa.

Os teores de fósforo em profundidade nos dois anos apresentaram uma curva quadrática com redução dos teores em profundidade. No ano de 2013, os tratamentos T5 e T6 apresentaram maiores concentrações de fósforo até 0,30 m de profundidade, sendo que o T5, os valores foram maiores em profundidade para o T5, validando a fertirrigação com o uso do MAP mensal, onde, segundo os padrões de fertilidade da Embrapa (1997) os valores acima de  $20 \text{ mg dm}^{-3}$  são considerados altos (Tabela 4).

As Tabelas 4 e 5 demonstram a baixa mobilidade do K no perfil do solo, indicando que a fertirrigação por microaspersão concentrou o potássio nas primeiras camadas de 0,10 m, e tal resultado deve ter relação com o volume de distribuição superficial do sistema radicular da bananeira no sistema irrigado por microaspersão (SANT'ANA et al., 2012 e SOUZA, 2016).

Analisando o desdobramento dos teores de Ca, Mg e Ca+Mg foram significativos ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos T3 em profundidade nas camadas de 0,10 m e T6 de 0,20 m.

No segundo ano houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos teores Ca e Mg dos tratamentos com cobertura morta T3, T5, sobre os demais na camada de até 0,10 m e o fertirrigado sem cobertura T6 a profundidade de 0,20 m.

Assim como, no terceiro ano de cultivo ou no segundo ciclo foi de 47,1 % era esperado percentual semelhante no ano seguinte ou superior a esse. Tanto no gotejamento, quanto na microaspersão, o teor de MOS diminui nas camadas mais profundas (Tabelas 4 e 5). Segundo Fialho et al., (2006) e Maia et al. (2006) esse é um comportamento comum e ocorre, provavelmente devido a maior atividade da biota do solo na superfície.

**Tabela 4.** Análises das regressões dos atributos químicos em função da profundidade até 0,40 m do solo cultivado com a bananeira BRS Princesa sob fertirrigação localizada. Cruz das Almas – Ba. 2013.

Trat <sup>(1)</sup> .	Atributos	Equação	R <sup>2</sup> %	Mínimo	Máximo
T3	P cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=1150x <sup>2</sup> -845x+159,5	99,8	6	86
T5		T5=-3200x <sup>2</sup> +1240x+56,5	79,9	29	160
T6		T6=-2075x <sup>2</sup> +532,5x+131,7	99,5	11	166
T2	K cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T2=20x <sup>2</sup> -13x + 2,3	92,4	0,2	1,2
T3		T3=15x <sup>2</sup> -8,9x+1,8	53,7	0,3	1,1
T6		T6=-7,5x <sup>2</sup> +2,9x+0,2	72,0	0,2	0,6
T3	Ca cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=17,5x <sup>2</sup> -19,1x+ 5,9	99,9	1,0	4,1
T6		T6=-32,5x <sup>2</sup> +8,75x+2,8	84,0	1,3	3,8
T3	Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=7,5x <sup>2</sup> -7,3x+3,1	98,0	1,4	2,4
T4		T4=2,5x <sup>2</sup> -4,6x+2,9	99,9	1,5	2,5
T6		T6=-17,5x <sup>2</sup> +5,1x+1,7	93,0	1,0	2,0
T3	Ca+Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=35x <sup>2</sup> -29,7x+9,15	99,7	2,9	6,5
T6		T6=-52,5x <sup>2</sup> +14,8x+4,5	88,4	2,2	6,0
T2	H+Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T2=17,5x <sup>2</sup> -3,3x+0,7	99,2	0,6	2,2
T3		T3=-25x <sup>2</sup> +17,1x-0,8	94,7	0,6	2,1
T3	pH em água	T3=0,001x <sup>2</sup> -4,6x+7,1	97,0	5,3	6,6
T6		T6=-17,5x <sup>2</sup> +5,7x+5,8	80,6	5,2	6,3
T3	SB cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=52,5x <sup>2</sup> -39,6x+11,4	99,0	3,9	8,0
T6		T6=-55,0x <sup>2</sup> +15,5x+5,4	87,0	3,0	6,1
T3	CTC cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3 =22,5x <sup>2</sup> -19,9x+10,4	100,0	6,0	8,6
T6		T6=-72,5x <sup>2</sup> +28,4x+5,0	83,0	5,0	6,9
T3	MOS g/kg	T3=100x <sup>2</sup> -102x+34,5	99,0	10	25
T5		T5=-250x <sup>2</sup> +93x+21	99,0	18	29

<sup>(1)</sup> Trat – Significa tratamentos e T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 - Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 - Fertirrigado por gotejamento sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta.

Os atributos físicos que apresentaram efeitos significativos ( $p < 0,05$ ) estão na Tabela 6. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) do aumento médios dos valores da percentagem da microporosidade para os tratamentos que utilizaram a cobertura morta fertirrigados por gotejamento (T3) e microaspersão (T5), sobre os demais tratamentos.

**Tabela 5.** Análises das regressões dos atributos químicos em função da profundidade até 0,40 m do solo cultivado com a bananeira BRS Princesa sob fertirrigação localizada. Cruz das Almas – Ba. 2014.

Trat. <sup>(1)</sup>	Atributos	Equação	R <sup>2</sup> %	Mínimo	Máximo
T1	P cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T1=1275x <sup>2</sup> -808,5x+138,7	90,3	16	74
T3		T3=750x <sup>2</sup> -689x+185	99,8	30	123
T5		T5=1625x <sup>2</sup> -1143x+203,7	99,9	6	106
T6		T6=1200x <sup>2</sup> -902x+174,5	99,3	7	95
T5	K cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T5=7,5x <sup>2</sup> -6,1x+1,6	99,8	0,3	1
T6		T6=2,5x <sup>2</sup> -3,2x+1,0	88,1	0,2	0,7
T3	Ca cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=97,5x <sup>2</sup> -63,3x+11,4	95,9	1,5	6,2
T5		T5=50x <sup>2</sup> -36,6x+8,2	99,9	1,5	5
T3	Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=52,5x <sup>2</sup> -36,6x+6,9	99,0	0,7	3,9
T5		T5=20x <sup>2</sup> -16x+4,4	97,5	1,1	3
T6		T6=50x <sup>2</sup> -27,2x+4,1	56,2	1	2,1
T3	Ca+Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=145x <sup>2</sup> -97,7x+18,2	97,6	2,1	10,1
T5		T5=65x <sup>2</sup> -51,7x+12,6	99,5	2,2	8,1
T6		T6=-15x <sup>2</sup> -6,7x+6,2	98,7	1,2	5,3
T6	pH em água	T6=2x <sup>2</sup> +1,2x-0,1	71,3	5,5	7,5
T3	H+Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=12,5x <sup>2</sup> -13,2x+8,7	99,0	0,03	0,49
T5		T5=-0,8x <sup>2</sup> +2,2x-0,2	80,9	0,1	0,62
T3	SB cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=147,5x <sup>2</sup> -99,7x+19,5	97,8	3	11,2
T5		T5=75x <sup>2</sup> -57,7x+14,2	99,5	3	9,2
T6		T6=15x <sup>2</sup> -18,9x+8	92,7	3	6,1
T3	CTC cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T3=142,5x <sup>2</sup> -95,4x+19,1	97,1	3,5	11,2
T5		T5=90x <sup>2</sup> -64x+14,8	99,7	3,5	9,3
T3	MOS g/Kg	T3=1017x <sup>2</sup> -657x+117,5	97,0	16	63,5
T5		T5=730x <sup>2</sup> -497,2x+95,3	99,1	12,5	53,5

<sup>(1)</sup> Trat – Tratamentos e T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 - Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 - Fertirrigado por gotejamento sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta.

No desdobramento da profundidade, ocorreu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a microporosidade e a densidade do solo a 0,10 m. Esses resultados indicam que a cobertura morta influenciou nas camadas mais superficiais do solo. Quando comparado a médias dos tratamentos sem cobertura morta (T1, T2, T4 e T6) com os tratamentos com cobertura morta houve um acréscimo da microporosidade de 8 % para T3 e T5, analisando o desdobramento na profundidade de 0,10 m encontramos que os tratamentos T3 e T5 foram 10,5 % e 18,1 % superior aos demais, respectivamente.

A utilização dos resíduos da bananeira como cobertura morta no solo influenciou de forma significativa ( $p < 0,05$ ) na redução dos valores médios da densidade do solo a profundidade de até 0,10 m dos tratamentos com cobertura morta em relação aos sem cobertura morta dos tratamentos T3 em 7,0 % e T5 6,0 % em relação aos demais tratamentos.

**Tabela 6.** Valores médios da Microporosidade do solo (Mi em %) e densidade do solo (Ds em  $\text{Kg/dm}^3$ ) do experimento a 0,25 m da planta e 0,10 m de profundidade. Cruz das Almas – BA. 2013.

Tratamentos <sup>(2)</sup>	Mi		Ds
	Mi	Prof. (m)	Prof.(m)
1	26b <sup>(1)</sup>	24b	1,64b
2	27b	27b	1,77a
3	29a	29a	1,61b
4	27b	27b	1,71a
5	29a	31a	1,63b
6	27b	27b	1,77a

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup> T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta.

A MOS possui valores da densidade do solo inferior a maioria dos solos e influencia na redução da compactação do solo, principalmente pela redução da densidade do solo, alterando os valores da curva de retenção de água no solo. Tal resultado, evidência que os tratamentos com cobertura morta requerem um manejo da irrigação diferenciado. A bananeira requer um manejo adequado com 25 % de água disponível é sensível ao encharcamento de água no solo (COELHO et al.,

2012). Água acima desse limite pode prejudicar o sistema radicular, em tais condições, pode ocorrer rapidamente à morte de raízes (BORGES et al., 2009).

Os dados referentes aos atributos microbiológicos do solo estão na Tabela 7. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da fonte tratamentos com cobertura morta nos dois sistemas de irrigação em relação aos demais tratamentos para a respiração basal do solo (RBS) com os tratamentos com cobertura morta foram na média 112 % superior a média dos demais tratamentos. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos com cobertura morta, entretanto houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para a adubação sólida, com 33,3 % superior ao tratamento irrigado por microaspersão com adubação manual e 14,3 % para o irrigado por gotejamento.

**Tabela 7.** Os valores médios da respiração basal do solo (RBS), carbono da biomassa microbiana (CBM), quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>), fosfatase do solo e o carbono orgânico total do solo (COT) em solo cultivado com a bananeira BRS Princesa, associada a diferentes sistemas de irrigação e fertirrigação com e sem cobertura morta.

Trat <sup>(2)</sup>	RBS	CBM	qCO <sub>2</sub>	Fosfatase	COT
	CO <sub>2</sub> (mg)SS(Kg) <sup>-1</sup>			mgPnFF/KgSS	g/Kg
1	1,4c <sup>(1)</sup>	45,8c	0,030b	90,8b	12,6b
2	1,2c	86,1b	0,015c	59,6c	12,6b
3	2,8a	108,6a	0,026b	116,7 <sup>a</sup>	36,9a
4	1,2c	81,5b	0,016c	63,4c	12,1b
5	3,0a	66,6c	0,046a	130,9 <sup>a</sup>	34,3a
6	1,6b	51,7c	0,034b	59,5c	15,4b
CV (%)	23	19,3	20,6	14,67	12,5
Média	1,9	73,4	0,028	86,8	20,7

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 - Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta.

Assim, na média os tratamentos que o utilizaram o sistema de irrigação por microaspersão apresentaram valores 8,5 % superiores aos do gotejamento na respiração basal. O sistema deve ter favorecido a atividade dos microorganismos do solo; a microaspersão apresenta superfície úmida maior do solo, a umidade do solo e os fertilizantes estimulam ainda mais as funções metabólicas dos microorganismos

do solo. Portanto, tal resultado indica a superioridade da RBS dos tratamentos fertirrigados para os com adubação manual.

A utilização de resíduos da bananeira ao solo nos tratamentos cobertos fornece aos microorganismos do solo carbono para a sua atividade, maior liberação de CO<sub>2</sub>, isso significa maior degradação, decomposição e mineralização da matéria orgânica ao solo. Segundo Boddy et al. (2007) relatam que o carbono do solo constitui fonte de energia para os microrganismos, que a RBS possui uma estreita relação com as condições abiótica do solo, entre elas a, temperatura estável e aeração do solo, essas condições são fornecidas pelos sistemas de irrigação com cobertura morta, proporcionando um habitat mais adequado ao desenvolvimento dos microorganismos do solo. Corroboram com esses resultados trabalhos desenvolvidos por Lago et al. (2012) com a adição de carbono na forma de resíduos aos sistemas de cultivo é fator determinante para a atividade microbiana do solo. Brabosa et al. (2013) não encontraram diferenças significativas para a RBS no cultivo da bananeira com leguminosas, mas sim com a vegetação espontânea e o manejo convencional.

O carbono da biomassa microbiana (CBM) apresentou variação de 45,8 a 108,6 (Tabela 7). Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos teores do CBM do tratamento fertirrigado por gotejamento com cobertura morta (T3) em relação aos demais tratamentos, com 63,6 % superior a média dos demais tratamentos.

Os teores do CBM do tratamento fertirrigado por gotejamento com cobertura morta (T3) foram significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) em 100,4 % ao sistema fertirrigado por microaspersão com cobertura morta (T5). Esses resultados podem ser comparados ao encontrados por Cunha et al. (2012), onde o teor de carbono da biomassa microbiana no solo sob mata também foi maior do que no solo cultivado, concordando com os resultados de Porto et al. (2009) e Ferreira et al. (2010).

As condições da mata se assemelham aos tratamentos com cobertura morta, o maior valor de CBM na mata é reflexo de uma situação particular para a microbiota do solo nesse sistema, estimulada pelo fornecimento contínuo de materiais orgânicos com diferentes graus de susceptibilidade à decomposição, originados da vegetação.

O tratamento T5, que utiliza a fertirrigação com cobertura morta apresentou valores médios abaixo do esperado. Desta forma, podem indicar algum distúrbio nas

mudanças da qualidade do solo, possivelmente esteja relacionado ao manejo da irrigação, com a umidade do solo acima da capacidade campo.

Os teores do quociente metabólico do solo do tratamento fertirrigado por microaspersão com cobertura (T5) diferiu de forma significativa em 89,9 % da média dos demais tratamentos. Quando comparamos os teores do  $qCO_2$  entre os sistemas de irrigação, a microaspersão supera o gotejamento em 30,7 %, provavelmente seja um indicador menos sensível as variações hídricas do solo proporcionadas pela configuração dos sistemas de irrigação.

Entretanto, quando analisamos os resultados obtidos pelo tratamento irrigado por gotejamento com adubação manual com os tratamentos T2, T3 e T4, verifica-se que ocorreram maiores valores do  $qCO_2$ . Fato também observado por Perreira et al. (2007) e Ferreira et al. (2010), quando compararam a semeadura sob preparo convencional com semeadura direta. Segundo esses autores à medida que a biomassa microbiana se torna mais eficiente na utilização de recursos do ecossistema, menos  $CO_2$  é perdido pela respiração e maior proporção de carbono é incorporada aos tecidos microbianos, resultando em diminuição do  $qCO_2$ . Menores valores de  $qCO_2$  indicam agroecossistemas mais estáveis. Tal resultado explique os valores intermediários de  $qCO_2$  obtidos pelo tratamento fertirrigado por gotejamento com cobertura morta, uma maior estabilidade do ambiente.

As análises dos teores da fosfatase resultaram em efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos com cobertura morta (T3 e T5), dando superioridade em 12,1 % ao tratamento T5 e 81,2 % em relação aos demais tratamentos. Entretanto, os menores valores ficaram com os tratamentos irrigados e fertirrigados por microaspersão (T2 e T6). E houve uma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para o tratamento irrigado por gotejamento com adubação manual ao irrigado por microaspersão com adubação manual em 52,4 %. Sabe-se que os fatores abióticos influenciam na atividade microbiana do solo, já que o sistema de irrigação por gotejamento tende a estabilizar a umidade mais próxima da capacidade de campo, tal resultado tenha proporcionado essas diferenças.

O carbono total da matéria orgânica (COT) apresentou resultados semelhantes aos outros indicadores de atividade microbiana, onde houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para os quantitativos do COT dos tratamentos com cobertura morta sobre os demais tratamentos, superior na média em 170 %. Não havendo diferenças significativas entre os tratamentos com cobertura morta e entre os sistemas de

irrigação na média. Entretanto, houve diferenças em valores de 28% entre os tratamentos fertirrigados por microaspersão e os outros tratamentos (T1, T2, e T4). Esses resultados foram relatados por Moreira e Faregia (2009), que os restos culturais da bananeira representam fonte significativa de nutrientes, influenciando de forma considerável no estado nutricional do bananal, e sendo capaz de contribuir para o aporte de MOS no solo.

A Tabela 7 demonstra uma relação entre os maiores valores do COT e os maiores valores dos atributos microbiológicos do solo. Esses resultados foram observados por outros autores como Santos et al. (2004), verificaram que no sistema plantio direto, comparado ao plantio convencional, proporcionaram aumentos na atividade da biomassa microbiana do solo e Melero et al. (2006) ao avaliarem a resposta dos microrganismos do solo a adoção do sistema convencional e orgânico e observaram que o sistema orgânico aumentou o conteúdo de matéria orgânica, a biomassa e a atividade microbiana, melhorando a qualidade e produtividade do solo. Os microrganismos do solo podem indicar as rápidas mudanças na qualidade do solo, provocadas por algum distúrbio do solo, característica que não é observada nos indicadores químicos ou físicos. Em alguns casos, alterações na população e na atividade microbiana podem preceder mudanças nas propriedades do solo.

A Tabela 8 apresenta as análises dos dados do levantamento da macrofauna do solo cultivado com a bananeira BRS Princesa. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos tratamentos com cobertura morta (T3 e T5) sobre o número de riqueza (R), densidade de organismos (Dens) nas duas estações do ano sobre os tratamentos sem cobertura morta (T1, T2, T4 e T6). Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos quantitativos da Riqueza dos tratamentos com cobertura morta na estação seca do ano sobre os tratamentos sem cobertura morta.

A cobertura morta além de fornecer alimentos a macrofauna cria um micro habitat de proteção das intempéries climáticas, com menor amplitude térmica e melhoras nas condições abióticas deste ecossistema, principalmente fornecendo umidade próxima a capacidade de campo pelo sistema de irrigação.

A estação seca apresentou valores superiores nas variáveis estudadas em relação à estação chuvosa (Tabela 8). Mesmo nesse período de escassez hídrica ocorreram chuvas e o sistema de irrigação compensou o período de déficit hídrico e de altas temperaturas máximas e mínimas superiores ao período da estação chuvosa,

a cobertura morta proporciona menor amplitude térmica, tornando as condições climáticas e abióticas do solo, criando um nicho favorável ao crescimento da macrofauna.

**Tabela 8.** Médias do número dos organismos (NO), densidade dos organismos (Dens) e riqueza (R) em cultivos da bananeira BRS Princesa por fertirrigação localizada com e sem cobertura morta. Cruz das Almas – BA. 2014.

Trat <sup>(2)</sup>	NO und		Dens und/m <sup>2</sup>		R und	
	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa
1	2,7c <sup>(1)</sup>	2,0c	29,6c	22,2c	3,0c	2,0a
2	4,7c	2,0c	51,9c	22,2c	3,0c	1,3a
3	35,3b	8,7b	392,6b	96,3b	5,3b	3,0a
4	5,3c	2,3c	59,3c	25,9c	3,3c	2,3a
5	66,3a	13,7a	737,0a	151,9a	7,3a	4,0a
6	7,0c	3,0c	77,8c	33,3c	3,0c	2,0a

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 - Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta.

Quando analisamos as médias do número de organismo, da densidade de organismo e da riqueza dos tratamentos com cobertura morta com os sem cobertura foram de 931 %, 933 % e 105 %, superiores aos sem cobertura na estação seca e na chuvosa foram de 382 %, 379 % e 84%, respectivamente.

Os valores da estação chuvosa foram inferiores a estação seca para as variáveis analisadas, sendo que os menores resultados foram obtidos para o tratamento irrigado por gotejamento com adubação manual e os maiores valores foram para os tratamentos fertirrigados por microaspersão com cobertura morta, que diferiu de forma significativa.

A cobertura morta além de fornecer alimentos a macrofauna cria um micro habitat de proteção das intempéries climáticas, com menor amplitude térmica e melhoras nas abióticas deste ecossistema, principalmente fornecendo umidade próxima a capacidade de campo pelo sistema de irrigação. O sistema de irrigação por microaspersão por fertirrigar uma área maior com umidade e fertilizantes superior ao gotejamento. Isso demonstra a sensibilidade dos organismos aos fatores abióticos do clima temperatura e a intensidade da chuva, pois precipita muito em pouco tempo. Esses resultados diferiram dos encontrados por Silva et al. (2012) da

superioridade da época seca em relação a chuvosa, contribui para que ocorra aumento na riqueza de grupos, que em termos de cadeia alimentar e biodiversidade aumentam a funcionabilidade dos agroecossistemas.

## CONCLUSÕES

1. O uso da cobertura morta associada à fertirrigação aumentou os teores dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo.
2. Os sistemas fertirrigados com cobertura morta aumentaram os teores dos nutrientes e o teor da matéria orgânica do solo.
3. A fertirrigação associada ao uso da cobertura morta proporcionou maior atividade microbiológica do solo.
4. O uso da cobertura aumentou o número de organismos, na densidade de organismo e da biodiversidade dos organismos do solo.

## REFERÊNCIAS

ALEF, K.; NANNIPIERI, P., eds. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. **Academic Press**, 1995. 576p.

ANDERSON, J. M. Why should we care about soil fauna? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.8, p.835-842, 2009.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient from CO<sub>2</sub> (qCO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology e Biochemistry**, v. 25, n.3, p. 393 - 395, 1993.

ANDERSON, J. M; INGRAM, J. S. Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. 2 ed., CAB International, Wallington, UK. 1993, 256p.

BARBOSA, F. E. L.; LACERDA, C. F.; FEITOSA, H. O.; SOARES, I.; ANDRADE FILHO, F. L.; AMORIM, A. V. Crescimento, nutrição e produção da bananeira associados a plantas de cobertura e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.1271–1277, 2013.

BODDY, E.; HILL, P. W.; FARRAR, J.; JONES, D. L. Fast turnover of low weight components of the dissolved organic carbon pool of temperate grassland field soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v.39, n. 4, p.827-835, 2007.

BORGES, A. L et al. Nutrição e adubação. In: BORGES, A. L. (Org.). SILVA, J. T. A. da. OLIVEIRA, A. M. G. D'OLIVEIRA, P. S. **O agronegócio da banana**. 1ed, Embrapa, v. 1, p. 331-398, 2016.

BORGES, R. S.; COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da. Irrigação e fertirrigação na cultura da banana. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. P. 370-397.

BORGES, R. S.; SILVA, S. O.; OLIVEIRA, F. T.; ROBERTO S. R. Avaliação de genótipos de bananeira no norte do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, pp. 291-296, 2011.

BORGES, A. L.; SOUZA, L da, S. Atributos Físicos e Químicos de Solos Cultivados com Bananeira, sob Irrigação, no Projeto Formoso, Bom Jesus da Lapa, Bahia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n42**. Embrapa. 2009.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: **Embrapa e Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2004. 279p.

BORGES, A. L. Interação entre nutrientes em bananeira. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF, 2004. 2 p. (Banana em Foco, 55).

COELHO et al. 2011. Aspectos básicos em fertirrigação. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. P. 370-397.

COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; FONTOURA, S. M. V. Aumento de matéria orgânica num Latossolo Bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, v.34, p.587-589, 2004.

CROTTY, F. V.; FYCHAN, R.; SCULLION, J.; SANDERSON, R.; MARLEY, C. L. Assessing the impact of agricultural forage crops on soil biodiversity and abundance. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 91, p.119-126, 2015.

CUNHA, E de. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. de. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p.56-63, 2012.

FERNANDES, L. A.; RAMOS, S. J.; VALADARES, S. V.; LOPES, P. S. N.; FAQUIN, V. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. **Pesquisa Agropecuária de Brasília**, v.43, n.11, p.1575-1581. 2008.

FAO Database. **Agricultural production: agriculture & food trade**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: Março de 2016.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p.109-112, 2014.

FERREIRA, E. P. B.; SANTOS, H. P.; COSTA, J. R.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N. G. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage managements. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.177-183, 2010.

FIALHO, J. S.; GOMES, V. F. F.; OLIVEIRA, T. S. de; SILVA JÚNIOR, J. M. da. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, p.250-257, 2006.

HOTMAM, R. B.; OLIVEIRA, F. H. T. de.; SOUZA, A. P. de; GHEYI, R. H.; JUNIOR, R. F. de. S. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 268-275, 2010.

JEREZ-VALLE, C.; GARCÍA, P. A.; CAMPOS, M.; PASCUAL, F. A simple bioindication method to discriminate olive orchard management types using the soil arthropod fauna. **Applied Soil Ecology**, v.76, p. 42–51, 2014.

LAGO, W. N. M.; LACERDA, P. C. L.; NEUMANN, M. R. B. Indicadores de qualidade dos solos na microbacia do Ribeirão Extrema, Distrito Federal: Parte II **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.721-729, 2012.

LÓPEZ, A.; ESPINOSA, J. **Manual de nutrición y fertilización del banano**. Quito: Corbana/Inpofos, 1995. 82p.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, v. 30, p.837-848, 2006.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. Repartição e remobilização de nutrientes na bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p.574 - 581, 2009.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

NEHER, D. A.; WEICHT, T. R.; BARBERCHECK, M. E. Linking invertebrate communities to decomposition rate and nitrogen availability in pine forest soils. **Appl. Soil Ecol.**, v. 54, p. 14–23. 2012.

PEREIRA, A. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L. M. DE O.; CAMPO, R. J.; TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1397-1412, 2007.

POWLSON, D. S.; BHOGAL, A.; CHAMBERS, B. J.; COLEMAN, K.; MACDONALD, A. J.; GOULDING, K. W. T.; WHITMORE, A. P. The potential to increase soil carbon stocks through reduced tillage or organic material additions in England and Wales: a case study. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 146, p. 23-33, 2012.

PÔRTO, M. L.; ALVES, J. do C.; DINIZ, A. A.; SOUZA, A. P. de; SANTOS, D. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no Brejo Paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1011-1017, 2009.

ROBINSON, J. C.; GALÁN SAÚCO, V. **Bananas and plantains**. 2nd ed. Oxford: CAB International, 2010. 311p. (Crop production science in horticulture, 19).

SANT'ANA, J. A. do V.; COELHO, E. F.; FARIA, M. A. de; SILVA, E. L. da; DONATO, S. L. Distribuição de raízes de bananeira 'Prata-Ana' no segundo ciclo de produção sob três sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.124-133, 2012.

SANTOS, V. B.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V. et al. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, p. 333-338, 2004.

SILVA, J. T. A da. RODRIGUES, M. G. Produção da bananeira 'Prata Anã' em função da aplicação de adubo fosfatado, em quatro ciclos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.6, p.613-618, 2013.

SILVA, J. T. A. da; SILVA, I. P.; PEREIRA, R. D. Adubação fosfatada em mudas de bananeira 'Prata Anã' (AAB), cultivadas em dois Latossolos. **Revista Ceres**, v.58, p.238-242, 2011.

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

SILVA, J. T. A. da; PACHECO, D. D.; COSTA, É. L. da. Atributos químicos e físicos de solos cultivados com bananeira 'Prata Anã' (AAB), em três níveis de produtividade, no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.102-106, 2007.

SOUZA, E. de A. Atributos do solo, crescimento e produção da bananeira sob fertirrigação com e sem cobertura morta. 2016. 110 f. Tese (Doutorado em engenharia agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2016.

TABATABAI, M. A. & BREMNER, J.M. Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. **Soil Biology and Biochemistry**, v.1, p. 301-307, 1969.

VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P.; ANDRADE, M. GISQ, a multifunctional indicator of soil quality. **Soil Biology and Biochemistry**, v.39, p. 3066-3080, 2007.

## **CAPÍTULO 2**

**DISTRIBUIÇÃO RADICULAR DA BANANEIRA “BRS PRINCESA” SOB  
FERTIRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM E SEM COBERTURA MORTA**

## DISTRIBUIÇÃO RADICULAR DA BANANEIRA BRS PRINCESA SOB FERTIRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM E SEM COBERTURA MORTA

Autor: Elves de Almeida Souza

Orientador: Eugênio Ferreira Coelho

**RESUMO:** O conhecimento da distribuição radicular das culturas é fundamental nas inter-relações entre água-solo-planta para o manejo eficiente da fertirrigação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição das raízes da bananeira BRS Princesa sob fertirrigação localizada e sob uso de cobertura morta no solo. Cada parcela experimental foi constituída de quatro plantas úteis no espaçamento 2,5 x 2,0 m, irrigadas a cada dois dias por gotejamento ou microaspersão. O delineamento foi em blocos casualizados com três repetições em esquema em parcelas subdivididas com seis sistemas de irrigação na parcela, quatro distâncias da planta (0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 m) na subparcela e seis profundidades (0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,60 e 0,80 m) na sub subparcela. A coleta de raízes foi por monólitos em trincheiras a partir da planta na direção da linha lateral de irrigação por gotejamento e na direção planta emissor, no sistema de microaspersão. As raízes foram processadas e digitalizadas para a determinação do comprimento, densidade de comprimento e os diâmetros médios das raízes. Os tratamentos fertirrigados com cobertura de fitomassa apresentaram valores de densidade de comprimento de raízes (DCR) superiores aos sem cobertura de fitomassa, sendo que o gotejamento com cobertura superou a microaspersão. Os menores valores das profundidades efetivas ficaram com os tratamentos com adubação manual. Tanto a profundidade e a distância efetiva foram menores para o gotejamento. E os tratamentos com cobertura apresentaram valores intermediários da PE e da DE. Em todos os tratamentos 82% do comprimento das raízes tiveram diâmetros inferior a 2 mm e situaram nas primeiras camadas até 0,30 m e 0,50 m de distâncias das plantas.

**Palavras-chave:** DCR, profundidade e distâncias efetivas, diâmetros de raízes.



## ROOT DISTRIBUTION OF BANANA PRINCESS BRS UNDER FERTIRRIGATION LOCALIZED AND MULCHING OF USE

Author: Elves de Almeida Souza

Adviser: Eugênio Ferreira Coelho

**ABSTRACT:** Knowledge of the root distribution of crops is crucial in the water-soil-plant interrelationships for efficient fertigation management. The objective of this study was to evaluate root distribution of banana BRS Princess under fertigation and under use of mulch as ground cover. Each plot consisted of four working plants spaced 2,5 x 2,0 m, irrigated every three days by drip and micro sprinkler. A randomized block design with three replications consisted of six irrigation systems as plots, four plant distances as subplots (0,25; 0,50; 0,75 and 1,00 m) and six soil depths as subsubplots (0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,60 and 0,80 m) for drip and micro sprinkler. The roots collected by monoliths from trenches, processed and scanned for determining length, density and root diameters. The fertirrigated treatments with mulch presented values of root length density and root length larger than the non-covered treatments. The root indexes for drip systems were larger than the ones for microsprinkler. The effective depth was between 0.56 m and the effective distance was close to 0,70 m. Root diameter less than 2 mm took place in the shallower layers and plant distances.

Keywords: DCR, depth and effective distance, root diameter.

## INTRODUÇÃO

O sistema radicular é o órgão da planta responsável pela absorção de água e nutrientes do solo e o conhecimento de sua distribuição permite maior eficiência no manejo da aplicação de fertilizantes via fertirrigação. A informação da distância e profundidade das zonas de atuação do sistema radicular define a área na superfície do solo para a aplicação do fertilizante, melhorando a eficiência da fertirrigação e a instalação correta de sensores de umidade e de medidas de potencial matricial no solo (COELHO et al., 2008).

A agricultura irrigada vem desenvolvendo tecnologias que promovem o uso eficiente dos recursos naturais. A informação sobre a distância e profundidade efetiva das raízes é importante para uma irrigação mais sustentável, uma vez que uma estimativa errada da profundidade do sistema radicular pode levar a déficit ou a excesso do valor da lâmina de irrigação, que requer estudos mais aprofundados do sistema radicular das culturas por sua complexa rede de distribuição.

A bananeira possui um sistema radicular centralizado no rizoma, distribuindo-se em toda parte central do mesmo, gerando ramificações das raízes continuamente até a diferenciação floral (DONATO et al., 2013 e CARR, 2009).

De acordo com Coelho et al. (2008), apenas o conhecimento da profundidade efetiva do sistema radicular não é suficiente para inferir sobre as zonas de absorção de água e nutrientes, para a irrigação localizada, uma vez que a geometria de distribuição de água é de caráter multidirecional. O método e o sistema de irrigação influenciam a distribuição do sistema radicular da bananeira. Segundo Donato et al. (2010), a produção da bananeira se altera em função do sistema de irrigação, ainda que se utilizem das mesmas cultivares e condições de cultivo. Isto decorre das diferenças na aplicação da água relacionadas à uniformidade de distribuição, à área e ao volume molhado, à intensidade e frequência de aplicação, o que interfere na distribuição espacial do sistema radicular.

Coelho et al. (2006) ao avaliarem o sistema radicular da bananeira observaram uma maior expansão radicular para o sistema de gotejamento, verificaram que pelo menos 70% do comprimento total das raízes atingiram a profundidade de 0,35 m, para a microaspersão as maiores concentrações das raízes foram próximas de 0,15 m de profundidade. As raízes se desenvolveram mais no entorno da planta sob

gotejamento, com 49,5% a 74% das raízes até 0,40 m do pseudocaule. Os valores da DCR foram maiores sob gotejamento que sob microaspersão.

Para quantificar a capacidade da atividade do sistema radicular em explorar determinada zona do solo utiliza-se a densidade de comprimento raízes (DCR). De acordo com Simões (2007), a densidade de comprimento de raízes tem sido o parâmetro mais confiável para representação da atividade do sistema radicular e a extração de água pelas fruteiras irrigadas. É uma ferramenta de estudo capaz de promover o aprimoramento do manejo da irrigação (SANTOS et al., 2005).

A bananeira apresenta maior predominância do sistema radicular próximo à superfície do solo, para os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão. Sant'ana et al. (2012) encontraram valores para a distância efetiva é de 0,63 m e 0,66 m do pseudocaule da planta, para os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão, respectivamente. Ratificam esses resultados, estudos realizados por Coelho et al. (2010), com valores semelhantes, realizados sobre as zonas efetivas de comprimento de raízes e de extração de água na irrigação localizada por gotejamento, com valores de 0,50 m de profundidade e de 0,55 m de distância efetiva de raízes.

A arquitetura radicular na bananeira possui uma complexa rede de ramificações com diferentes diâmetros, sendo as raízes de menor diâmetro chamadas de pelos radiculares, que efetivamente contribuem na absorção de água e nutrientes. Os estudos das raízes da bananeira devem ser realizados para a localização das zonas de maior atividade radicular de absorção de água e nutriente.

As ramificações surgem a partir do pseudocaule e se dividem com funções diferenciadas de acordo com a sua espessura em raízes grossas, que são responsáveis pela fixação das plantas ao solo e as finas, que têm a função de absorção. As raízes finas representam entre 90 e 95% do comprimento total do sistema radicular e são as principais estruturas junto com as frações líquidas e sólidas do solo (GAITÁN et al., 2005). Segundo Lecompte et al. (2005), podem variar entre 0,09 e 0,52 mm para raízes secundárias e entre 0,06 e 0,27 mm para as raízes terciárias. O diâmetro médio das raízes laterais aumenta com a distância da base da raiz e diminuiu com a densidade de ramificação (LECOMPTE et al., 2005).

Segundo Borges et al. (2008), a distribuição das raízes em áreas irrigadas da bananeira "Prata-Anã" antes da colheita do 2º ciclo, demonstrou predominância das raízes de diâmetro entre 0,2 a 1,5 mm (76%), nas camadas superficiais, até 0,20 m,

entre a planta e o microaspersor. Em profundidade ocorreu redução das raízes mais grossas, passando a predominar os diâmetros de 0,2-0,5 mm, embora as raízes com diâmetro >1,5 mm tenham sido encontradas em todas as profundidades avaliadas.

A técnica de cobrir a superfície do solo com uma camada de resíduos vegetais ou com materiais sintéticos entre as linhas das culturas ou apenas até a projeção da copa das plantas trás benefícios como a redução da infestação de plantas invasoras, manutenção da umidade e temperatura do solo, redução das perdas por lixiviação de nutrientes do solo (KOSHIMA et al., 2006) e influenciam no desenvolvimento do sistema radicular.

A bananeira é uma touceira de plantas que produz grande quantidade de resíduos vegetais durante o seu ciclo produtivo, com elevada produção de cobertura morta e aporte de matéria orgânica na superfície do solo e também em profundidade pela decomposição das suas estruturas subterrâneas (BORGES et al., 2011). O resíduo da bananeira pode ser utilizado como cobertura morta restitui ao solo grande parte dos nutrientes extraídos pela cultura por meio de sua fitomassa, contribuindo para o aumento do carbono no solo, uma vez que 66% retornam ao solo na forma de pseudocaules, folhas e rizoma. A produção de matéria seca atinge até 15 t ha<sup>-1</sup>ciclo<sup>-1</sup>, reduzindo os custos com a adubação (BORGES et al., 2011).

Segundo Gasparim et al. (2005), o uso da cobertura do solo com material orgânico de origem vegetal constitui-se em uma barreira física, que evita a incidência direta da radiação solar, diminuindo a transferência de energia e vapor de água para a atmosfera e reduzindo a magnitude das oscilações diárias da temperatura do solo, principalmente próximo à superfície. Reduz, também, as perdas por evaporação, com conseqüente economia de água e manutenção da umidade do solo.

Os benefícios do uso dos resíduos culturais da bananeira são conhecidos e inclusive recomendados como prática de manejo nas culturas de sequeiro, por outro lado os efeitos dessa cobertura, em se tratando de fertirrigação, de forma particular sobre a distribuição raízes, de água e fertilizantes são dificilmente encontrados na literatura especializada.

O uso da cobertura morta associada à técnica da fertirrigação são tecnologias de baixo custo que podem contribuir para o desenvolvimento da cultura da bananeira na mudança do atual quadro de baixa produtividade no Brasil e na Bahia.

Estes resultados carecem de trabalho de pesquisa e informações para a orientação correta da utilização destas técnicas nas fruteiras irrigadas.

O objetivo deste trabalho foi determinar a distribuição radicular da bananeira BRS Princesa sob fertirrigação localizada com e sem cobertura morta.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na área experimental da Embrapa - Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas – BA, com altitude de 225,87 m, coordenadas geográficas de 12°40'39" latitude sul e 39°06'23" longitude oeste de Greenwich. O clima da região é classificado como úmido a subúmido, com uma pluviosidade média anual de 1.143 mm e temperatura média mensal de 23,7°C e umidade relativa do ar média anual de 81% (D'ANGIOLELLA et al., 1998).

O solo da área do experimento foi classificado Latossolo Amarelo Distrocoeso de textura argilosa a moderada, apresentando horizontes subsuperficiais coesos de baixa fertilidade natural. A caracterização físico-hídrica, a classes textural e a análise química do solo da área experimental antes da instalação do experimento são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

O espaçamento adotado foi de 2,5 m entre plantas e 2,0 m entre fileiras de plantas. Para o plantio foram abertas covas com 0,40 m de comprimento x 0,40 m de largura por 0,4 m de profundidade.

A adubação de fundação foi composta de 100 g da mistura de micronutrientes sob a forma de oxi-silicatos (FTE BR 12) e 12 L de esterco bovino por cova que foi reaplicado antes da floração da cultura. O fósforo ( $P_2O_5$ ) foi aplicado na cova antes do transplante, tendo como fonte o superfosfato simples, com aplicação de 165 g por cova. Foram realizados todos os tratamentos culturais (aração, calagem, gradagem, abertura de covas, adubação de fundação) e manutenção (desbaste, desfolha, adubação de manutenção, limpeza, entre outros adotados no experimento) de acordo as recomendações de Borges e Souza (2004).

A adubação de manutenção foi realizada semanalmente para o nitrogênio e o potássio, e o fósforo (MAP) mensal via fertirrigação com o auxílio de uma bomba injetora de acionamento hidráulico com uso de pistão. As fontes de nitrogênio e de potássio foram: uréia e o cloreto de potássio.

O experimento foi implantado em um pomar de bananeira BRS Princesa sob dois sistemas de irrigação localizada por gotejamento com uso de três emissores de 4 Lh<sup>-1</sup> de vazão por planta e irrigada por microaspersão com um emissor de 64 Lh<sup>-1</sup> de vazão para quatro plantas.

**Tabela 1.** Umidade volumétrica e água disponível (AD) para diferentes tensões e profundidades, densidade do solo (D<sub>s</sub>), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (PT) e classe textural do solo do experimento. Cruz das Almas - BA. 2016.

Prof. (m)	Umidade Volumétrica (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )			D <sub>s</sub> Kg dm <sup>-3</sup>	Porosidade (%)			Classe textural
	10 kPa	1500 kPa	AD m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>		Ma	Mi	PT	
0-0,30	0,255	0,150	0,105	1,68	11,5	26,6	38,1	Franco Argilosa

**Tabela 2.** Análise química do solo antes da implantação do experimento. Cruz das Almas - BA. 2015<sup>/1</sup>

Prof. (m)	pH em água	P <sup>/2</sup> mg dm <sup>-3</sup>	K <sup>/2</sup>	Ca <sup>/3</sup>	Mg <sup>/3</sup>	Ca+Mg	Al <sup>/3</sup>	Na <sup>/2</sup>	H+Al	S.B	CTC	V %	MO <sup>/4</sup> g/kg
0 – 0,20	6,3	40	0,4	2,4	1,9	4,4	0,0	0,4	1,5	5,2	6,7	76,6	14,3
0,20 – 0,40	6,1	30	0,6	2,4	2,0	4,3	0,0	0,3	1,3	5,1	6,5	79,0	14,8

/1 Análise realizada no Laboratório de solos e nutrição de Plantas da Embrapa; /2 Extrator Mehlich 1; 3/ Extrator KCl/1M; 4/Walkley & Black modificado.

O delineamento foi em blocos casualizados com esquema estatístico em parcelas subdivididas com quatro distâncias e seis profundidades e três repetições, sendo as médias avaliadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os seis tratamentos foram em blocos casualizados com quatro repetições: T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 – Fertirrigado por gotejamento sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta.

A lâmina de irrigação foi determinada com base na evapotranspiração da cultura com a multiplicação da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) obtida pela

equação de Penman-Monteith modificada (ALLEN et al., 1998) e do coeficiente de cultura ( $K_c$ ), conforme Coelho et al. (2004), considerando a precipitação. A  $E_{To}$  foi calculada com os dados da estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada próximo do experimento.

Para suprir as necessidades hídricas da cultura o manejo da irrigação foi realizado por meio da associação de duas técnicas, dos dados de  $E_{To}$  coletados na estação e os dados de umidade do solo monitorada três vezes por semana, com leituras no início da manhã, antes da irrigação com o TDR100, sensores instalados a 0,30 m de profundidade a uma distância de 0,25 m da planta na direção planta gotejador e planta micro.

As amostragens das raízes foram realizadas em três repetições na fase de floração, considerada aquela em que o crescimento das raízes atinge o máximo (BASSOI et al., 2001). Para a retirada das amostras realizou-se a abertura das trincheiras no perfil do solo em quatro distâncias da planta (0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 m) e seis profundidades do solo (0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,60 e 0,80 m) para todos os sistemas. No sistema de gotejamento as amostras foram retiradas seguindo a linha da irrigação do pseudocaule da planta ao gotejador e para a microaspersão as amostragens foram tomadas a partir do pseudocaule da planta em direção ao microaspersor.

As amostras de raízes foram levadas ao laboratório e separadas do solo por meio de lavagem em peneira de malha 0,5 mm, sendo em seguida colocadas em solução de água e álcool para posterior armazenamento em geladeira. Posteriormente as raízes foram postas individualmente e distribuídas em folha de transparência que por sua vez, foram digitalizadas em arquivos TIFF (“Tagged Image File Format”), processados e digitalizados, conforme Coelho et al. (2005) e comprimidos, usando scanner de resolução 600 dpi, escala de 100%, foram submetidas ao Software Rootedge para a determinação do comprimento das raízes e os diâmetros (KASPAR e EWING, 1997). Os dados de comprimento de raízes,  $L_r$  (cm), permitiram a determinação da densidade de comprimento de raízes, DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ), conforme a equação:

$$DCR = \frac{L_r}{V}$$

DCR – Densidade de comprimento de raízes ( $\text{cm cm}^{-3}$ );

Lr – Comprimento de raízes (cm);

Vr – Volume da amostra (cm<sup>3</sup>)

E a classificação dos diâmetros das raízes conforme a Tabela 3 (BOHM, 1979).

**Tabela 3.** Classes de diâmetro das raízes.

<b>Classificação</b>	<b>Muito Finas</b>	<b>Finas</b>	<b>Pequenas</b>	<b>Médias</b>	<b>Grandes</b>	<b>Muito Grandes</b>
Diâmetro (mm)	<0,5	0,5 – 2,0	2,0 – 5,0	5,0-10,0	10,0-20,0	>20,0

Os dados foram processados e determinados os valores do comprimento total de raízes (cm), densidade de comprimento de raízes em (cm cm<sup>-3</sup>) e os diâmetros das raízes classificadas nas suas classes para as distâncias e profundidades no perfil do solo estudado, de forma a gerar as percentagens de raízes totais nas distâncias e profundidades avaliadas permitindo calcular as profundidades e distâncias efetivas do sistema radicular da bananeira. Consideraram-se como profundidade e distância efetiva as regiões onde se concentraram 80% do comprimento total de raízes, conforme sugeriram Kanber et al. (1996).

Os dados foram inicialmente submetidos à análise de variância pelo teste F para avaliar os efeitos dos tratamentos sobre as variáveis em estudo e as médias das variáveis dependentes e os desdobramentos de suas interações da distância e profundidades foram comparados pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dois testes foram realizados com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das variáveis analisadas comprimento total e densidade de comprimento de raízes da bananeira dos tratamentos com cobertura morta, e na interação com a distância e profundidade. O tratamento fertirrigado por gotejamento com cobertura morta apresentou maiores valores de CT e DCR, em profundidade e distância (Tabela 4). Esses resultados corroboram com os encontrados por Coelho et al., (2008) e Sant'ana et al. (2012), nos quais a bananeira

apresenta maior densidade de comprimento de raízes no sistema de irrigação por gotejamento que a microaspersão.

**Tabela 4.** Médias do comprimento total CT (cm) de raízes e densidade de comprimento de raízes DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) em profundidades e distâncias da bananeira BRS Princesa sob sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão com e sem cobertura morta do solo. Cruz das Almas-BA, 2016.

Tratamentos	CT Prof. (cm)	DCR Prof. ( $\text{cm cm}^{-3}$ )	CT Dist. (cm)	DCR Dist. ( $\text{cm cm}^{-3}$ )
1	456,9 d	0,46 d	650,5 f	0,65 e
2	745,0 c	0,75 c	1.281,7 d	1,28 c
3	1.733,5 a	1,73 a	2.600,2 a	2,60 a
4	929,3 c	0,92 c	1.349,4 c	1,34 c
5	1.523,6 b	1,52 b	2.202,6 b	2,20 b
6	874,4 c	0,87 c	1.104,5 e	1,10 d

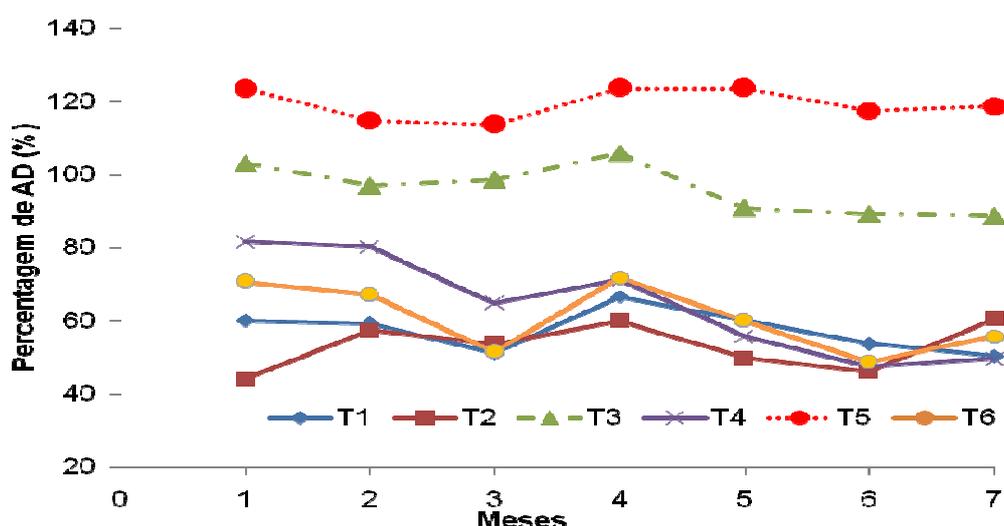
Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knott a 5% de probabilidade.

As raízes da bananeira no sistema de irrigação por microaspersão com adubação sólida resultou em uma média do CT (cm) e da DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) em profundidade e distância 63 % superior às médias do tratamento irrigado por gotejamento com a adubação sólida. No sistema de irrigação por microaspersão ocorre uma maior expansão da superfície úmida, isso estimula o maior desenvolvimento do sistema radicular. A área de aplicação sólida do fertilizante é restrita e concentrada em uma única dose mensal; toda semana ocorreu adubação no sistema fertirrigado, o que possivelmente tenha influenciado o desenvolvimento do sistema radicular para os tratamentos com adubação manual (T1 e T2). Os tratamentos fertirrigados aplicam fertilizantes via água de irrigação diluídos em menores quantidades e maior frequência, facilitando a absorção dos fertilizantes pelas raízes. A fertirrigação por gotejamento com cobertura morta diferiu dos demais tratamentos. Tal resultado deve estar relacionado a influencia do sistema de irrigação na distribuição da água no solo, o gotejamento numa área restrita e coberta forma um volume molhado com maior umidade por volume de solo úmido que concentra maior quantidade de raízes da bananeira.

A microaspersão apresenta superfície úmida maior, condição que torna o sistema radicular da bananeira mais expansivo. Segundo Coelho et al. (2008) o sistema de irrigação por microaspersão, diferentemente do sistema de gotejamento,

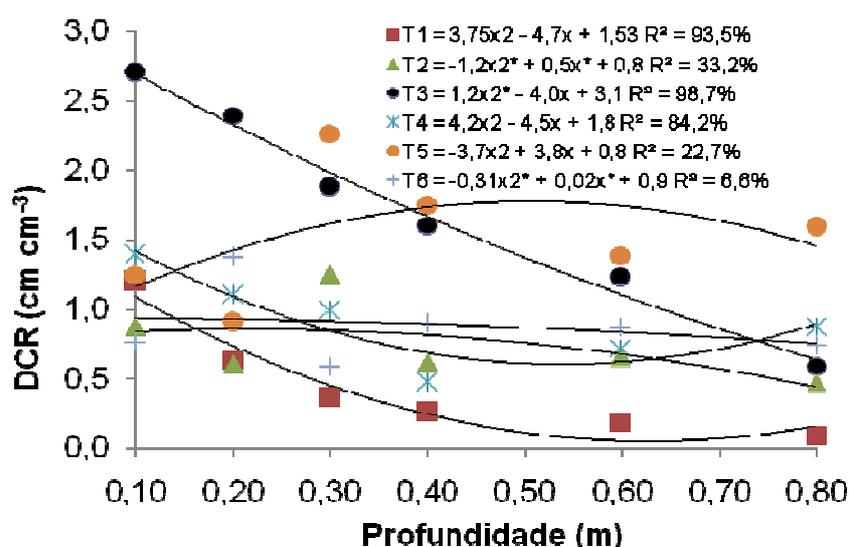
o microaspersor promove precipitação acima da cobertura morta num raio maior, com maior umidade na camadas superficiais e isso favorece o desenvolvimento radicular da bananeira mais superficial. Para o gotejamento o volume molhado é menor com umidade maior no perfil em profundidade decorrente do próprio potencial gravitacional da água e o sistema radicular fica mais concentrado no volume molhado, isto é, mais próximo ao gotejador.

As diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) do CT (cm) e a DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) do tratamento fertirrigado por gotejamento com cobertura morta em relação aos demais o pode estar relacionado com as funcionalidades da cobertura morta, que desenvolve uma camada porosa, que protege o solo das amplitudes térmicas diurnas, reduzindo a evaporação, mantendo a umidade do solo sem impedimentos físicos condicionando favoravelmente o solo ao desenvolvimento radicular (Figura 1).



**Figura 1.** Percentagem de água disponível de janeiro a abril de 2013 no solo cultivado com a bananeira BRS Princesa fertirrigadas por gotejamento e microaspersão com e sem cobertura morta.

As análises das regressões da DCR em função das profundidades estão apresentadas na Figura 2 demonstrando que a DCR diminui em função das profundidades. Os tratamentos com adubação manual (T1 e T2) foram os que apresentaram menores valores da DCR ao longo do perfil e por outro lado os tratamentos fertirrigados com cobertura morta (T3 e T5) foram os que apresentaram maiores valores até a profundidade de 0,70 m. Sendo que o tratamento fertirrigado por microaspersão apresentou maior DCR em profundidade. A cobertura morta influenciou de forma positiva diretamente na DCR das raízes.



**Figura 2.** Equações de regressões para a DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) das raízes em função da profundidade e dos tratamentos da bananeira BRS Princesa. \*Não foi significativo a 5% de probabilidade.

Analisando o desdobramento do sistema radicular da bananeira em profundidade e distâncias (Tabela 5), observa-se que a fertirrigação por gotejamento com cobertura morta (T3) apresentou DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) superior aos demais tratamentos nas primeiras camadas do solo de 0,1 a 0,20 m.

**Tabela 5.** Médias da densidade de comprimento de raízes ( $\text{cm cm}^{-3}$ ), em função da profundidade sob sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão com e sem cobertura morta do solo. Cruz das Almas-BA, 2016.

Prof. (m)	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0,10 m	1,20 b	0,88 c	2,7 a	1,39 b	1,24 b	0,76 c
0,20 m	0,63 c	0,61 c	2,40 a	1,11 b	0,91 c	1,37 b
0,30 m	0,36 d	1,25 c	1,88 b	1,00 c	2,27 a	0,59 d
0,40 m	0,26 c	0,62 b	1,61 a	0,47 c	1,75 a	0,90 b
0,60 m	0,19 c	0,66 b	1,23 a	0,72 b	1,39 a	0,87 b
0,80 m	0,09 c	0,46 b	0,59 b	0,88 b	1,59 a	0,75 b
CV (%)	14,1					
Médias	0,60	0,75	1,74	0,93	1,53	0,87

Médias seguidas por letras iguais nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Na camada do solo entre 0,20 a 0,30 m o tratamento fertirrigado com cobertura morta T5 apresentou maiores valores da DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) em relação aos demais. Ocorreu uma maior expansão do sistema radicular na bananeira fertirrigada por microaspersão com cobertura morta nas camadas subseqüentes com aumento da DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ). As médias das DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) dos tratamentos com cobertura morta (T3 e T5) foram 107 % superiores com os sem cobertura morta (T1, T2, T4 e T6).

Desta forma, considerando a média geral da DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) entre os sistemas de irrigação, as médias dos tratamentos irrigados por gotejamento foram superiores em 3,8 % as dos tratamentos irrigados por microaspersão. O sistema de irrigação por gotejamento concentra o sistema radicular da bananeira entre a planta e o gotejador até 0,30 m de distância de planta. A microaspersão apresenta uma distância maior entre a planta e o microaspersor média de 1,20 m.

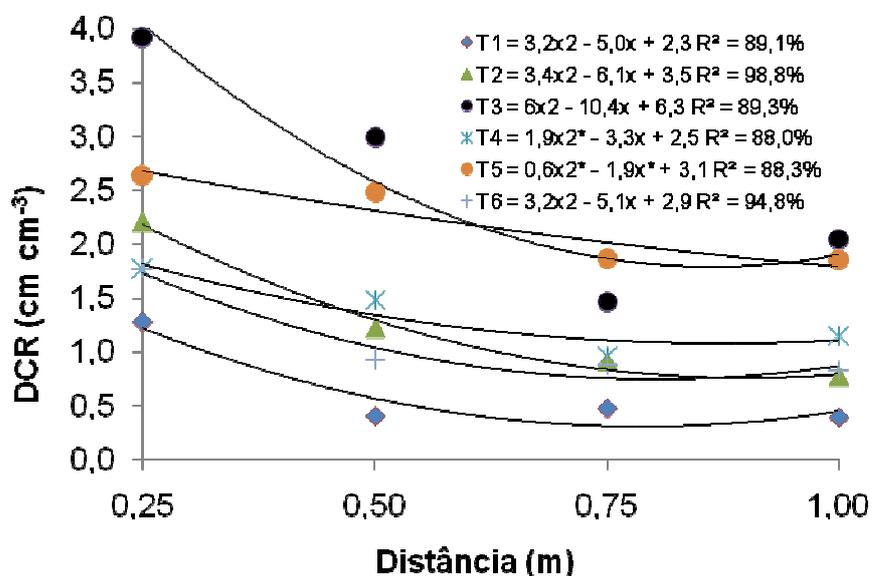
Os valores médios da densidade de comprimento de raízes em diferentes distâncias da planta estão apresentados na Tabela 6. Os maiores valores da DCR foram obtidos na distância de 0,25 m para todos os tratamentos e a média da DCR do tratamento fertirrigado com cobertura morta T3, difere significativamente das médias dos demais tratamentos em todas as distâncias. Nas camadas subseqüentes nas distâncias 0,75 m e 1,00 m, os tratamentos fertirrigados com cobertura morta (T3 e T5) apresentaram maiores médias de DCR, em comparação aos demais tratamentos. Em distância, a média o tratamento fertirrigado por gotejamento com cobertura morta (T3) foi 22 % superior a do fertirrigado por microaspersão T5, também com cobertura morta.

**Tabela 6.** Médias da densidade de comprimento de raízes ( $\text{cm cm}^{-3}$ ), em função da distância do pseudocaule sob sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão com e sem cobertura morta do solo. Cruz das Almas-BA, 2016.

Dist. (m)	Tratamentos – DCR					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0,25	1,28 d	2,21 b	3,90 a	1,77 c	2,63 b	1,77 c
0,50	0,41 d	1,22 c	3,00 a	1,49 c	2,48 b	0,93 c
0,75	0,49 b	0,92 b	1,86 a	0,97 b	1,86 a	0,88 b
1,00	0,40 c	0,77 b	2,04 a	1,16 b	1,85 a	0,84 b

Médias seguidas por letras iguais nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knott a 5% de probabilidade.

Os valores da DCR dos tratamentos fertirrigados com cobertura morta (T3 e T5) foram se aproximando com a distância (Figura 3). A 0,25 m da planta o tratamento fertirrigado por gotejamento com cobertura apresentou maior valor de DCR em relação aos demais.



**Figura 3.** Equações de regressões para a DCR ( $\text{cm cm}^{-3}$ ) das raízes em função das distâncias e dos tratamentos da bananeira BRS Princesa. \*Não foi significativo a 5% de probabilidade.

A profundidade efetiva do sistema radicular foi influenciada pelos tratamentos e variou entre os mesmos de 0,32 m a 0,57 m (Figura 4). O tratamento T1 apresentou menor profundidade efetiva de 0,43 m, e a maior foi do T6. A profundidade efetiva foi menor para os tratamentos irrigados por gotejamento com 0,40 m contra 0,52 m obtidos para os tratamentos com a microaspersão.

Os tratamentos fertirrigados com cobertura morta apresentaram valores intermediários da profundidade efetiva em cada sistema de irrigação. Os valores da profundidade efetiva do sistema fertirrigado por gotejamento foi de 0,48 m. Valores próximos ou maiores foram encontrados por Coelho et al. (2006), que, ao avaliarem o sistema radicular da bananeira observaram maior expansão radicular vertical para o sistema de gotejamento, verificaram que pelo menos 70% do comprimento total das raízes atingiram a profundidade de 0,35 m. Resultados diferentes para a profundidade efetiva foram encontrados também por Sant'ana et al. (2012) e Carr (2009), que encontraram a 0,57 m. Para o sistema fertirrigado por microaspersão a profundidade efetiva média foi de 0,57m. Valores próximos foram encontrados por

outros autores como Sant'ana et al. (2012), Oliveira et al. (2012), e Borges et al. (2012) que encontraram valores entre 0,62 m, 0,51 m e 0,60 m, respectivamente.

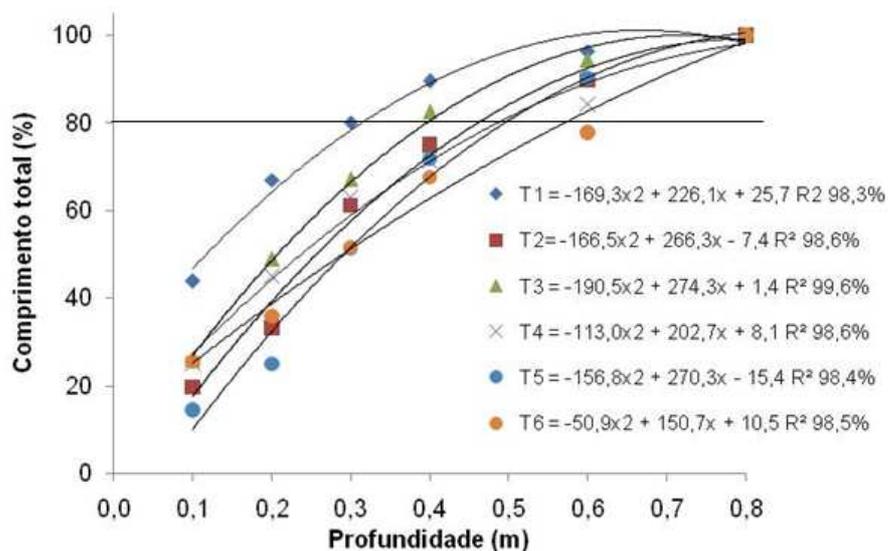
De acordo com Coelho et al. (2008) e Borges et al. (2008), o desenvolvimento do sistema radicular da bananeira normalmente apresenta-se superficial, onde às condições são mais favoráveis ao seu crescimento influenciado pelas zonas de maior disponibilidade de água, nutrientes e onde a atividade biológica é maior. A cobertura morta associada à fertirrigação propiciou maiores comprimento e densidade de comprimento de raízes, e a profundidade efetiva ficou próximo à superfície do solo.

Os menores valores médios da profundidade efetiva foram encontrados nos tratamentos com adubação manual, quando comparados aos tratamentos fertirrigados, isso devido a uma maior concentração dos fertilizantes aplicados em pontos específicos nas camadas superficiais com um maior tempo nos processos de dissolução do fertilizante e com uma conseqüente menor mobilidade em profundidade. Os maiores valores da profundidade efetiva nos sistemas fertirrigados sem cobertura morta estão relacionados a infiltração dos fertilizantes no solo dissolvidos na água de irrigação e por dispersão e fluxo de massa apresentam menor tempo para atingir as maiores profundidades determinadas pelo movimento de água no solo. Os tratamentos com os sistemas fertirrigados por gotejamento apresentaram uma menor profundidade média efetiva, que os fertirrigados por microaspersão (Figura 4).

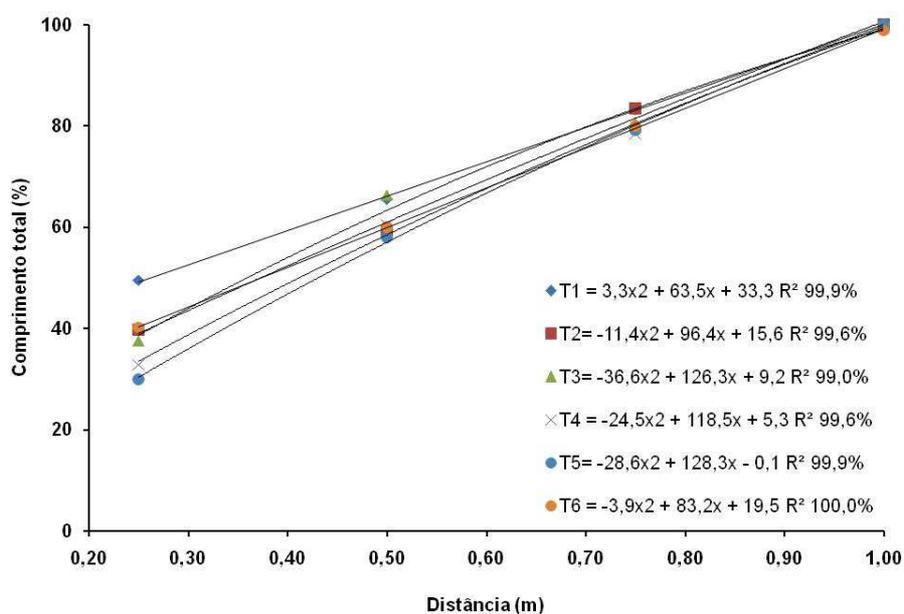
Os tratamentos que associaram as duas tecnologias, a fertirrigação e a cobertura morta, apresentaram valores intermediários da profundidade efetiva entre a adubação manual e ao fertirrigado sem cobertura morta, isso possivelmente deve estar relacionado a uma distribuição do sistema radicular intermediária entre a adubação manual, com concentração do adubo na superfície e o fertirrigado que promove uma maior área para os fertilizantes, como conseqüência maior desenvolvimento radicular, indicando uma preferência significativa do sistema radicular pela fertirrigação (Figura 4).

Quanto à distância efetiva (Figura 5), os tratamentos com o sistema de irrigação por gotejamento apresentaram valores médios menores (entre 0,63 m e 0,79 m), que o sistema de microaspersão (entre 0,73 m e 0,84 m). Estes faixas de valores foram próximas ao encontrado por Coelho et al. (2006), de 0,70 m do

pseudocaule nos sistemas de irrigação localizada por microaspersão e por gotejamento.



**Figura 4.** Equações de regressões para porcentagem de comprimento total das raízes da bananeira BRS Princesa, em função da profundidade do perfil do solo, sob sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão com e sem cobertura morta do solo. Cruz das Almas - BA, 2016.

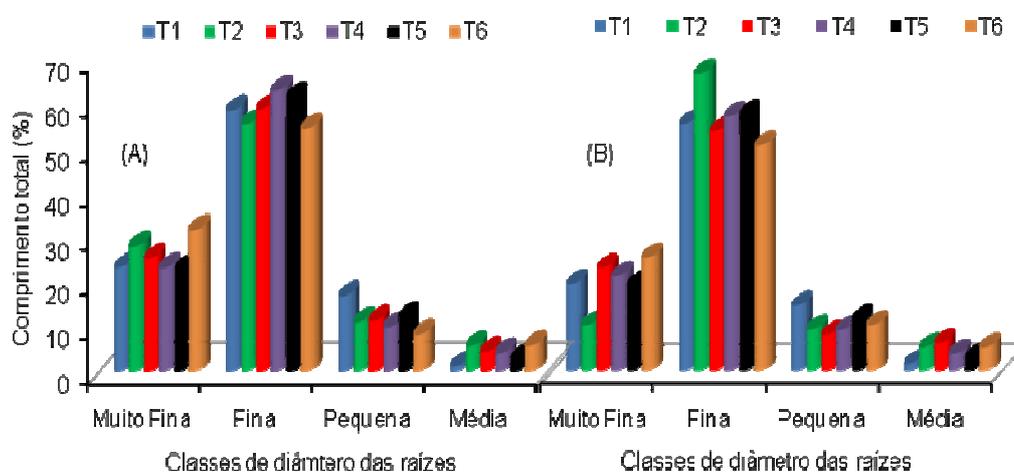


**Figura 5.** Equações de regressões para porcentagem de comprimento total das raízes da bananeira BRS Princesa, em função da distância do pseudocaule, sob sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão com e sem cobertura morta do solo. Cruz das Almas-BA, 2016.

As razões desses resultados são devidas, principalmente a geometria de distribuição de água da microaspersão com maior distância lateral do emissor ou maior área e volume molhado. Segundo Borges et al. (2008), ao fato de que entre a planta e o microaspersor, as quantidades de água e de nutrientes são maiores e mais bem distribuídas, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular para a irrigação por microaspersão.

A irrigação por gotejamento aplica os fertilizantes via água diretamente na zona radicular, próximo ao pseudocaule com geometria de distribuição de água e nutriente diferente da microaspersão (COELHO et al., 2012).

As figuras 6 A e B apresentam as percentagens de comprimento de raízes para as diferentes classes de diâmetro em função das profundidades e das distâncias da planta. As maiores percentagens de comprimento de raízes estão relacionadas à classe fina e muito fina (MFF) para todos os tratamentos. Esses resultados ratificam os encontrados por outros autores, como Carr (2009) e Sant'ana (2012), que também encontraram maior concentração nas raízes fina e muito finas.



**Figura 6.** Percentagem de comprimento médio de raízes das classes de diâmetro relativo ao comprimento total de raízes em função da profundidade (A) e da distância (B), sob sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão com e sem cobertura morta do solo. Cruz das Almas-BA, 2016.

Os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão apresentaram uma variação dos valores médios das percentagens do comprimento total de raízes para as classes de diâmetros muito fina e fina entre 24 % e 60 % e entre 27,5 % e 57,1

%, respectivamente. Sant'ana et al. (2012) encontraram para o gotejamento 40,85 % do total das raízes da classe muito fina e para a microaspersão os valores médios ficaram entorno de 27% para as raízes muito finas.

Na Figura 6 A e B mostram o predomínio das raízes da classe fina em relação às demais classes em todos os tratamentos. Para as raízes Muito Fina os valores em profundidades foram na média superiores aos valores em distâncias, nas demais classes os valores foram semelhantes.

A bananeira BRS Princesa apresentou valores acima de 82% do comprimento total de raízes com diâmetro inferior a 2 mm, somando as raízes muito fina e fina, em função da profundidade e da distância pra todos os tratamentos (Figura 6 A e B). Esses resultados são semelhantes ao encontrado por Sant'ana (2012), que encontrou diâmetro inferiores a 2 mm para 90% do comprimento total de raízes da bananeira Prata-Anã. Segundo Ramos (2001), essas raízes são responsáveis pela absorção de água e nutrientes. Essa alta percentagem de raízes muito fina e fina, cuja função é a absorção de água e nutriente, demonstra a alta demanda de absorção por água e nutriente na cultura da bananeira.

As Tabelas 7 e 8 apresentam as percentagens de comprimento total das raízes das classes muito fina e fina, com diâmetro inferior a 2 mm nas camadas do perfil do solo.

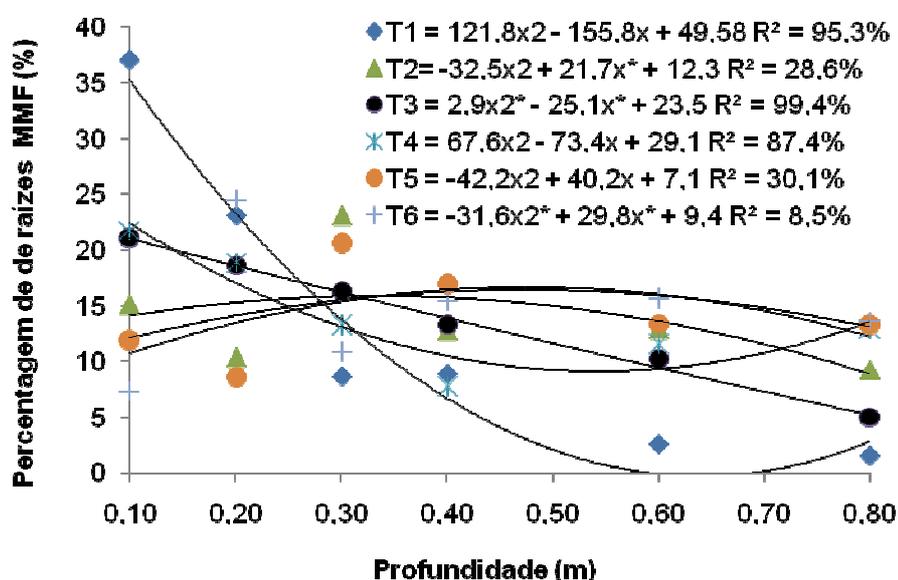
**Tabela 7.** Média em percentagem de comprimento de raízes nas classes de diâmetro das raízes muito fina e fina, em função da profundidade sob sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão com e sem cobertura morta do solo. Cruz das Almas-BA, 2016.

Prof. (m)	Tratamentos											
	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	MF	F	MF	F	MF	F	MF	F	MF	F	MF	F
0,1	10,8 <sup>a</sup>	26,1a	8,1b	7,0d	7,8b	13,2c	4,0c	17,7b	3,3c	8,5d	3,8c	3,5e
0,2	4,6b	18,5a	6,3b	4,1c	6,5b	12,1b	4,9b	14,0b	4,7b	3,9c	11,7a	12,7b
0,3	1,7b	6,9c	7,2a	15,8a	4,9a	11,4b	5,5a	7,7c	5,2a	15,3a	5,5a	5,3c
0,4	2,0a	7,0b	1,9a	10,9a	3,5a	9,8a	2,9a	4,8b	4,2a	12,7a	2,7a	12,7a
0,6	2,6 <sup>a</sup>	0,0b	3,0a	9,9a	1,3a	8,7a	1,8a	9,7a	2,7a	10,7a	4,7a	9,9a
0,8	1,5 <sup>a</sup>	0,0a	1,5a	7,8a	1,3a	3,7b	4,0a	9,0a	2,9a	10,4a	3,3a	10,3a

Médias seguidas por letras iguais nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knott a 5% de probabilidade.

As raízes muito finas e finas concentram nas camadas de 0,1m até 0,30 m para todos os tratamentos, sendo que nos tratamentos com microaspersão as raízes finas tiveram uma distribuição mais uniforme ao longo do perfil do solo. Esses resultados sugerem que a fertirrigação por aplicar menores doses dos nutrientes, mas em maior diluição e na frequência semanal, os nutrientes alcançam camadas na faixa de 0,3 m do solo.

Para o sistema de gotejamento as raízes muito fina e fina diminuem a medida que aumenta a profundidade e na microaspersão essas raízes vão a camadas profundas, principalmente no sistema de microaspersão com cobertura morta. Entretanto, os sistemas irrigados com cobertura morta, as finas predominaram em profundidade (Tabela 7).



**Figura 7.** Equações de regressões para a porcentagem de raízes MMF (Muito fina +fina) em função das profundidades e dos tratamentos da bananeira BRS Princesa. \*Não foi significativo a 5% de probabilidade.

As equações de regressões da distribuição das raízes MMF (Muito Fina +Fina) ao longo perfil estão apresentadas na Figura 7. O tratamento com irrigado por gotejamento e com adubação manual apresentou maior concentrações das raízes MMF nas primeiras camadas do solo, demonstrando a influência da adubação sólida na superfície do solo. A grande diferenciação entre os tratamentos ocorreram nas camadas de 0,10 a 0,20 m.

A distribuição do diâmetro das raízes sobre as distâncias da planta (Tabela 8) encontrou-se na distância de 0,25 m efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para todos os tratamentos na variável raiz muito fina sob as outras distâncias, ou seja, ocorreu

uma maior concentração das raízes muito finas e finas na distância de 0,25 m da planta.

**Tabela 8.** Média em porcentagem de comprimento de raízes nas classes de diâmetro das raízes muito fina e fina, em função da distância sob sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão com e sem cobertura morta do solo. Cruz das Almas-BA, 2016.

Dis. (m)	Tratamentos											
	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	MF	F	MF	F	MF	F	MF	F	MF	F	MF	F
0,25	17,7a	23,9b	3,2c	31,7a	7,6b	24,8b	9,8b	17,5c	4,2c	17,2c	3,0c	23,7b
0,50	0,6b	13,5b	2,5b	13,0b	8,1a	16,3b	6,8a	18,3a	2,9b	20,7a	2,6b	14,3b
0,75	2,5a	11,5a	3,0a	17,9a	4,3a	6,7b	1,7a	13,5a	2,8a	13,2a	3,3a	7,2b
1,00	0,6a	11,8a	2,5a	10,4a	5,3a	11,0a	4,9a	13,1a	2,8a	11,8a	2,3a	10,1a

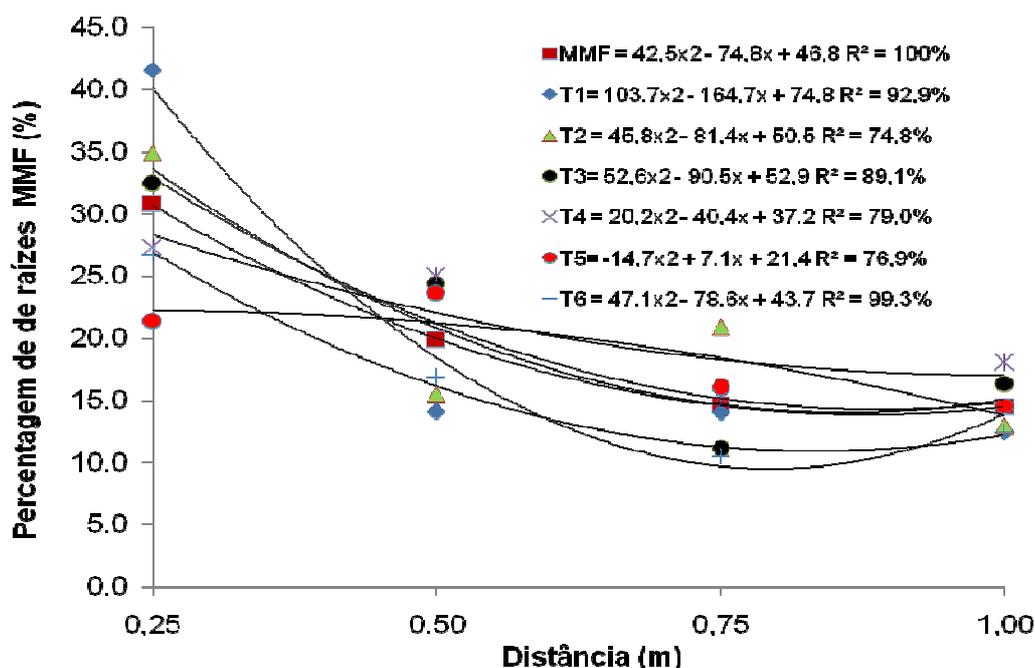
Médias seguidas por letras iguais nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knott a 5% de probabilidade.

As raízes muito finas concentraram até 0,50 m de distância da planta para os tratamentos com irrigação por gotejamento T1, T3 e T4 (Tabela 8).

As altas concentrações das raízes muito finas e finas na primeira camada do solo nos tratamentos com adubação manual explicam os valores de umidade do solo mais baixos, sendo as raízes muito finas e finas as responsáveis pela absorção de água e nutrientes no solo pelo sistema radicular da bananeira (Figura 1 e Tabelas 7 e 8).

Os tratamentos irrigados por gotejamento apresentaram maiores de MMF nas primeiras camadas (Figura 8). A cobertura morta no sistema fertirrigado por microaspersão morta apresentou uma distribuição mais uniforme em distância.

As altas concentrações das raízes muito finas e finas na primeira camada do solo nos tratamentos com adubação manual explicam os baixos valores de umidade do solo, sendo as raízes muito finas e finas as responsáveis pela absorção de água e nutrientes no solo pelo sistema radicular da bananeira (Figura 1 e Tabelas 7 e 8).



**Figura 8.** Equações de regressões para a porcentagem de raízes MMF em função das distâncias e dos tratamentos da bananeira BRS Princesa. \*Não foi significativo a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

1. A maior DCR e comprimento total foram encontrados nos tratamentos que conjugaram a técnica fertirrigação com a cobertura morta em distância e profundidade.
2. O sistema radicular da bananeira se desenvolveu mais em distância que em profundidade.
3. A menor profundidade efetiva do sistema radicular da bananeira ocorreu a 0,43 m para os sistemas de gotejamento com adubação por aplicação de fertilizantes sólidos.
4. O sistema de irrigação por gotejamento apresentou uma menor profundidade e distância efetiva em relação ao sistema de irrigação por microaspersão.
5. A bananeira BRS Princesa apresentou valores acima de 82% do comprimento total de raízes com diâmetro inferior a 2 mm.
6. O sistema de microaspersão apresentou uma distribuição mais uniforme das raízes com diâmetro inferior a 2 mm em profundidade e distância.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. **FAO Irrigation and Drainage**, n.56, p.1- 300, 1998.
- BASSOI, L. H. et al. Informações sobre a distribuição das raízes da bananeira para o manejo de irrigação. Embrapa Semiárido: Petrolina. 4p. 2001. (Comunicado Técnico).
- BOHM, W. **Methods of studing root systems**. New York: Springer-Verlag, 1979. 190 p.
- BORGES, R. S.; SILVA, S. O.; OLIVEIRA, F. T.; ROBERTO S. R. Avaliação de genótipos de bananeira no norte do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p. 291-296, 2011.
- BORGES, A. L. et al. Distribuição do sistema radicular da bananeira “Prata-Anã” em duas frequências de fertirrigação com uréia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 259-262, 2008.
- BORGES, A. L. Calagem e adubação. In: BORGES, A.L. E SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p.32-44.
- CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of banana (MUSA SPP.). **Experimental Agriculture**, v. 45, n. 3, p. 333-371, 2009.
- COELHO, E. F. **Irrigação da bananeira**. Embrapa, 2012. 280p.
- COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; MIRANDA, J. H. de. Definição do posicionamento de sensores para monitoramento da água no solo em bananeira por diferentes sistemas de irrigação localizada. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 608-618, 2010.
- COELHO, E. F.; SIMOES, W. L.; CARVALHO, J. E. B. de; COELHO FILHO, M. A. **Distribuição de raízes e extração de água do solo em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. 80 p.
- COELHO, E. F.; LEDO C. A. DA S.; SILVA, S. de O. Produtividade da bananeira “prata-anã” e “grande naine” no terceiro ciclo sob irrigação por microaspersão em Tabuleiros Costeiros da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.435-438, 2006.
- COELHO, E. F; COSTA, E. L.; TEIXEIRA, A. H. C. Irrigação. In:\_\_\_\_\_. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 132-145p.
- 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...** Universidade Federal de Lavras, v. 1, p.43-45. 1998.

DONATO, S. L. R. et al. Ecofisiologia e eficiência de uso da água em bananeira. XX Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos), Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2013.

DONATO, S. L. R.; LÉDO, A. A.; PEREIRA, M. C. T.; COELHO, E. F. C.; COTRIM, C. E.; COELHO FILHO, M. A. Estado nutricional de bananeiras tipo Prata sob diferentes sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 980-988, 2010.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n.2, p.109-112, 2014.

GAITÁN, J.J.; PENÓN, E. A.; COSTA, M. C. Distribución de raíces finas de *eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* y su relación com algunas propiedades del suelo. **Ciência Florestal**, v.15, n.1, p.33-41, 2005.

GASPARIM, E. et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 107-115, 2005.

KANBER, R. et al. Effects of different irrigation methods on yield, evapotranspiration and root development of young orange trees. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.20, n.2, p.163-172, 1996.

KASPAR, T. C.; EWING, R. P. Rootedge: software for measuring root length from desktop scanner images. **Agronomy Journal**, v. 89, n. 6, p. 932-940, 1997.

KOSHIMA, F. A. T.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M. Produção de biomassa, rendimento de óleo essencial e de citral em capim-limão, *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, com cobertura morta nas estações do ano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 112-116, 2006.

LECOMPTE, F.; PAGES', L.; OZIER-LAFONTAINE, H. Patterns of variability in the diameter of lateral roots in the banana root system the banana root system. **New Phytologist**, v. 167, n. 3, p. 841-850, 2005.

OLIVEIRA, R. C. et al. Caracterização do sistema radicular das cultivares de plátanos terrinha e d'angola. In: XXII Congresso brasileiro de fruticultura. **Anais...** Bento Gonçalves-RS, 2012.

RAMOS, C. M. C. Distribuição do sistema radicular e consumo de água da bananeira irrigada por microaspersão. 2001 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

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**, v 34, n.1, p. 124-133, 2012.

SANTOS, D. B. DOS; COELHO, E. F. AZEVEDO, C. A. V. de. Absorção de água pelas raízes do limoeiro sob distintas frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.327-333, 2005.

SIMÕES, W. L. Influência de diferentes sistemas de microaspersão na distribuição de água no solo e nas respostas morfofisiológicas o *Citrus latifolia* Tanaka sobre o porta-enxerto *Citrus limonia*. 2007.127 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

SOUZA, E. de A. Atributos do solo, crescimento e produção da bananeira sob fertirrigação com e sem cobertura morta. 2016. 105p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016.

## **CAPÍTULO 3**

**CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA DA BANANEIRA  
“BRS PRINCESA” SOB FERTIRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM COBERTURA  
MORTA EM TRÊS CICLOS**

# CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA DA BANANEIRA BRS PRINCESA SOB FERTIRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM COBERTURA MORTA EM TRÊS CICLOS DE PRODUÇÃO

Autor: Elves de Almeida Souza

Orientador: Eugênio Ferreira Coelho

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar o crescimento, a produtividade e eficiência de uso da água da bananeira BRS Princesa sob fertirrigação localizada com e sem uso de cobertura morta. Implantou-se um experimento em Cruz das Almas-BA, seguindo um delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos: T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 – Fertirrigado por gotejamento sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta. Cada parcela experimental foi constituída por quatro plantas úteis no espaçamento 2,5 x 2,0 m. As irrigações ocorreram a cada três dias, utilizando-se emissores com três emissores de 4 L h<sup>-1</sup> de vazão por planta para o gotejamento e de 64 L h<sup>-1</sup> de vazão para cada quatro plantas para microaspersão. As principais variáveis respostas foram: número de folhas, altura da planta e perímetro do pseudocaule, comprimento do fruto da segunda penca e da penúltima penca, diâmetro do fruto da segunda penca e da penúltima penca, número de frutos e produtividade. Os sistemas de irrigação com adubação manual apresentaram valores inferiores para as variáveis de crescimento e produção nos três ciclos de produção. A cobertura morta aumentou a produtividade da bananeira BRS Princesa em 18% aos tratamentos sem cobertura morta. O sistema de irrigação por gotejamento tem uma produção mais precoce que o sistema de irrigação por microaspersão nos três ciclos estudados. A cobertura morta proporcionou maior eficiência do uso da água em 18,9 %; para o nitrogênio 21,1 % e para o potássio 20,3 %, aos solos descobertos. Os sistemas de irrigação que utilizaram cobertura morta apresentaram maior teor de água disponível.

**Palavras-chave:** *Musa spp.*; microaspersão; gotejamento

## GROWTH, YIELD AND WATER USE EFFICIENCY BANANA BRS PRINCESS IN FERTIRRIGATION LOCATED WITH COVERAGE DEAD IN THREE PRODUCTION CYCLES

Author: Elves de Almeida Souza

Adviser: Eugênio Ferreira Coelho

### ABSTRACT

The objective of this work was to study the growth and productivity of banana BRS Princess under fertigation located associated with the use of mulch. It was deployed in an orchard of banana BRS Princess, located at Embrapa experimental area Cassava and - Cruz das Almas - BA. Each plot consisted of four working plants spaced 2,5 x 2,0 m. Irrigated every three days dripping system with two emitters 4 L h<sup>-1</sup> per plant flow and micro-sprinkler with an emitter 64 L h<sup>-1</sup> flow rate for four plants. The experimental design was a randomized block with four replications and six treatments: T1 - Irrigated drip with manual fertilization; T2 - Irrigated by micro with manual fertilization; T3 - fertirrigated drip with mulch; T4 - fertirrigated drip without mulching; T5 - fertirrigated by micro with dead and T6 coverage - fertirrigated by micro without mulch. The main growth variables were: number of leaves, plant height and pseudostem perimeter, and the production were the result of the length of the second hand and the penultimate bunch, fruit diameter of the second hand and the penultimate bunch, weight rachis, weight of the bunch, bunches number per bunch, number of fruits and productivity. Irrigation systems with manual fertilization showed lower values for the variables of growth and production in three production cycles. The productivity of bunches of treatments microsprinkler and dripping with mulch were superior to others in the three cycles. The drip irrigation system has an earlier production of the irrigation system for the three study cycles. The irrigation system for aspersion and dripping with mulch had higher efficiency of water use, nitrogen and potassium. Irrigation systems that used mulch had higher water content available. The irrigation system for was 24% higher than the drip irrigation system with mulch.

**Keywords:** Musa spp, microsprinkler, drip

## INTRODUÇÃO

A bananeira é umas das culturas de maior importância econômica e social em todo o mundo pelo alto valor nutritivo dos seus frutos e sua produção em mais de 125 países. Trata-se da segunda fruta de maior consumo no mundo com média de 11,90 kg/habitante/ano e o Brasil supera o consumo per capita mundial, com 31,10 kg/habitante/ano é o quarto produtor mundial, sendo responsável por 6,46% da produção do planeta (FAO, 2015). A região nordeste é a maior produtora de banana do Brasil, concentrando 33,8 % da produção, sendo a Bahia o maior produtor do Nordeste (44,2 %) e o segundo do Brasil, produzindo 14,9 % do total (IBGE, 2016).

A banana é um dos principais alimentos para populações de baixa renda, não só pelo seu alto valor nutritivo, mas também pelo preço acessível e sua grande oferta nas feiras livres, exercendo papel fundamental na fixação da mão-de-obra rural e na segurança alimentar da população de baixa renda.

O Brasil, o Nordeste e a Bahia possuem uma baixa produtividade da bananeira. A produtividade brasileira está abaixo dos países produtores como a China e a Índia. O Nordeste brasileiro também apresenta este mesmo cenário de baixa produtividade, com o terceiro lugar em produtividade, e as regiões Sul e Sudeste apresentam produtividade superior com 20,21 e 16,44 t ha<sup>-1</sup>. A Bahia possui a maior área plantada do Brasil com 78.048 ha, uma produção de 994.917 t e uma produtividade de 15,07 t ha<sup>-1</sup>, é apesar de ser o estado com a segunda maior produção nacional, encontra-se em oitavo lugar na classificação de produtividade brasileira (IBGE, 2016).

Entre os vários motivos da baixa produtividade têm-se o uso de variedades suscetíveis a pragas e doenças, as irregularidades da distribuição da precipitação em tempos de mudanças climáticas.

A adoção de tecnologias desenvolvidas pelos órgãos de pesquisa pelos agricultores familiares pode mudar esta realidade. A bananeira encontra no Nordeste brasileiro um ambiente ecofisiológico ideal para o seu desenvolvimento.

No Nordeste brasileiro ocorre uma irregularidade da precipitação pluviométrica e déficit hídrico ao longo do ano, onde a evaporação excede a precipitação. Este fato dificulta o cultivo da banana sem irrigação, pois a bananeira é uma cultura exigente em água para seu vigor produtivo, devido ao alto teor de água, cerca 86 % da bananeira é água (COELHO et al., 2006). Diante disso, a tecnologia da irrigação

torna-se imprescindível para a produção da bananeira, pois fornece de forma regular água para a expressão do seu potencial produtivo durante todo o ano, não sendo fácil encontrar condições ecológicas naturais que satisfaçam todas as suas exigências hídricas (COSTA et al., 2012). Além disso, a distribuição irregular de chuvas tem aumentado o número de usuários da irrigação, o que demanda conhecimento das reais necessidades hídricas da cultura (COELHO et al., 2012).

É importante destacar que o uso da água de forma sustentável é uma questão relevante dentro da irrigação, utilizando tecnologias, que maximizem a eficiência do uso da terra e da água, promovendo assim, a redução de custos operacionais e impactos ambientais (LACERDA et al., 2007).

O estudo da eficiência de uso da água no Nordeste do Brasil é fundamental para otimizar esse recurso na produção da agricultura irrigada sendo determinada de diversas formas entre elas a razão da produtividade da cultura e a lâmina aplicada durante o ciclo de produção (LOOMIS, 1983). Segundo Coelho et al. 2006, os maiores valores da EUA podem ser obtidos atuando-se no numerador dessa razão, aumentando a produtividade para a mesma quantidade de água aplicada.

A produtividade da bananeira depende de vários fatores envolvidos na produção como nutrição, disponibilidade de água do solo, controle de doenças e o ciclo de produção, nos primeiros ciclos. A produção é muito influenciada pelas características vegetativas, como altura das plantas e principalmente número de folhas na colheita. A produtividade também é influenciada pelo sistema de irrigação, principalmente em condições semiáridas. Silva et al. (2009), avaliando a produtividade da bananeira nos dois sistemas de irrigação gotejamento e microaspersão, verificou que a microaspersão apresentou maior produtividade que o gotejamento.

Outra tecnologia que pode contribuir para a eficiência no uso de água é a utilização de resíduos culturais da bananeira são conhecidos e inclusive recomendados como prática de manejo da cultura em sequeiro, por outro lado a influencia da cobertura morta no solo, em se tratando de fertirrigação, na produtividade e na qualidade dos frutos das fruteiras são dificilmente encontrados na literatura especializada.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar crescimento, produção e eficiência de uso da água da bananeira BRS Princesa sob fertirrigação localizada com cobertura morta em três ciclos de produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na área experimental da Embrapa - Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas – BA, com altitude de 225,87 m, coordenadas geográficas de 12°40'39" latitude sul e 39°06'23" longitude oeste de Greenwich. O clima da região é classificado como úmido a subúmido, com uma pluviosidade média anual de 1.143 mm e temperatura média mensal de 23,7°C e umidade relativa do ar média anual de 81% (D'ANGIOLELLA et al., 1998).

O solo da área é do tipo Latossolo Amarelo Distrocoeso de textura argilosa a moderada, apresentando horizontes subsuperficiais coesos de baixa fertilidade natural (SOUZA e SOUZA, 2001) com textura Franco argilosa, umidade do solo correspondente a capacidade de campo 0,255 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> equivalente a tensão 10 kPa e a umidade correspondente ao ponto de murcha permanente 0,15 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup> equivalente a tensão 1.500 kPa, densidade de 1,68 kg d m<sup>-3</sup>, macro de 11,5 %, micro 26,6 %, e porosidade total de 38,1 % na profundidade de 0,30 m. Os atributos químicos estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química do solo antes da implantação do experimento. Cruz das Almas - BA. 2016<sup>/1</sup>

Prof. (m)	pH em água	P <sup>/2</sup>	K <sup>/2</sup>	Ca <sup>/3</sup>	Mg <sup>/3</sup>	Ca+Mg	Al <sup>/3</sup>	Na <sup>/2</sup>	H+Al	S.B	CTC	V	MO <sup>/4</sup>
		mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%	g/kg			
0 – 0,2	6,3	40	0,4	2,4	1,9	4,4	0,0	0,4	1,5	5,2	6,7	76,6	14,3
0,2 – 0,4	6,1	30	0,6	2,4	2,0	4,3	0,0	0,3	1,3	5,1	6,5	79,0	14,8

/1 Análise realizada no Laboratório de solos e nutrição de Plantas da Embrapa; /2 Extrator Mehlich 1; /3 Extrator KCl/1M; /4 Walkley & Black modificado.

O experimento foi conduzido em um pomar de bananeira cultivar BRS Princesa, tipo maçã. É um híbrido tetraplóide (AAAB), gerado na Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas - BA, resultante do cruzamento da cultivar Yanganbi n° 2 (AAB) com o diplóide M53 (AA); o espaçamento adotado foi de 2,5 m entre plantas e 2,0 m entre fileiras de plantas.

Para o plantio foram abertas covas com 0,40 x 0,40 x 0,4 m de profundidade. A adubação de fundação foi composta de 100 g da mistura de micronutrientes sob a forma de oxi-silicatos (FTE BR 12) e 12 L de esterco bovino por cova. Foi novamente

aplicado 12 L de esterco antes da floração da cultura. O fósforo ( $P_2O_5$ ) foi aplicado na cova antes do transplante, tendo como fonte o superfosfato simples, com aplicação de 165 g do mesmo por cova. Foram realizados todos os tratamentos culturais (aração, calagem, gradagem, abertura de covas, adubação de fundação) e manutenção (desbaste, desfolha, adubação de manutenção, limpeza, entre outros adotados no experimento) de acordo as recomendações de Borges e Souza (2004).

A adubação de manutenção foi realizada mensalmente para o fósforo (MAP) e semanalmente com o (N e K) via fertirrigação com o auxílio de uma bomba injetora por acionamento hidráulico por pistão e o Venturi. Foram utilizadas as seguintes fontes de nitrogênio e de potássio: uréia e o cloreto de potássio respectivamente. As quantidades de cada macronutriente aplicada durante os ciclos são apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Quantidade dos nutrientes, nitrogênio e potássio utilizados na adubação da bananeira BRS Princesa, Cruz das Almas - BA. 2016

Nutrientes	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo
	(kg/ha/ano)		
Nitrogênio (N)	300	160	220
Potássio (K)	500	480	660

A irrigação foi feita por sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão, sendo o gotejamento feito com dois gotejadores auto compensantes por planta com  $4 \text{ L h}^{-1}$  de vazão instalados a 0,30 m e um microaspersor para quatro plantas de  $64 \text{ L h}^{-1}$  de vazão.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições: T1 – Irrigado por gotejamento com adubação manual; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação manual; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta; T4 – Fertirrigado por gotejamento sem cobertura morta; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta.

A cobertura morta consistiu de resíduo da própria bananeira, cobrindo 100% a superfície do solo com uma camada de 0,10 m. Cada parcela experimental foi constituída de quatro plantas úteis no espaçamento 2,5 x 2,0 m. A fertirrigação foi feita semanalmente conforme recomendações de Coelho et al. (2014).

A irrigação foi determinada com base na evapotranspiração da cultura com a multiplicação da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) obtida pela equação de Penman-Monteith modificada (ALLEN et al., 2006) e do coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>), conforme Coelho et al. (2006) considerando a precipitação e a eficiência da irrigação. A ET<sub>o</sub> foi calculada com os dados da estação meteorológica automática, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada próximo do experimento.

Para suprir as necessidades hídricas da cultura o manejo da irrigação foi realizado por meio da associação de duas técnicas: com os dados da ET<sub>o</sub> coletados na estação e com os dados de umidade do solo monitorado três vezes por semana, com leituras no início da manhã, antes da irrigação com uso de reflectometria no domínio do tempo (TDR) com sensores instalados a 0,30 m de profundidade a uma distância de 0,25 m da planta na direção planta gotejador e planta micro. A irrigação limitou-se a redução de 25% da água disponível, procedeu-se a aplicação da lâmina de água correspondente a ET<sub>c</sub> desde a última irrigação. Os dados coletados das umidades resultaram valores de percentagens de água disponível no solo empregando-se para tal a eq. (1):

$$AD = \left( \frac{\theta_{actual} - \theta_{pmp}}{\theta_{cc} - \theta_{pmp}} \right) 100$$

em que,

AD - percentagem de água disponível a 0,30 m da superfície do solo;

$\theta_{actual}$  - umidade volumétrica a 0,30 m da superfície do solo, m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>;

$\theta_{pmp}$  - umidade referente ao ponto de murcha permanente, m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, e

$\theta_{cc}$  - umidade referente à capacidade de campo, m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>.

No período de emissão floral foram medidas as variáveis de crescimento: número de folhas funcionais, pela contagem das folhas vivas, que possuía mais de 50% do limbo verde, perímetro do pseudocaule a 0,20 m do solo com o uso de uma fita métrica envolvendo todo o pseudocaule e altura da planta medida do solo a roseta foliar com uma régua graduada de madeira foram avaliadas por ocasião da

emissão do cacho. Os componentes biométricos de produção analisadas por ocasião no período da colheita foram: comprimento e diâmetro do fruto, usando o dedo central da segunda e penúltima penca. O diâmetro do fruto foi medido com um paquímetro; o comprimento foi obtido com o uso de uma fita métrica graduada, sendo medida a curvatura externa, desde a base do pedúnculo até o ápice do fruto. Também foram coletados dados de número de pencas por cacho, número de frutos por cacho, massa de pencas por cacho e da produtividade de pencas ( $t\ ha^{-1}$ ).

A descrição das fases do ciclo da bananeira foi por meio da avaliação do número total de dias do plantio até a floração no primeiro ciclo e da floração a colheita (DEC); nos ciclos seguintes, da colheita a colheita (DCC) nos ciclos seguintes.

A eficiência do uso da água (EUA) foi calculada pela relação entre a produtividade de pencas ou frutos e a lâmina correspondente a evapotranspiração da cultura expressa em  $kg\ mm^{-1}$ , conforme Loomis (1983).

$$EUA = \frac{PROD}{LA} \quad (2)$$

EUA = Eficiência de uso da água ( $kg\ mm^{-1}$ );

PROD = Produtividade de pencas de cada tratamento ( $kg\ ha^{-1}$ );

LA = Lâmina aplicada correspondente a evapotranspiração da cultura em cada tratamento (mm).

A eficiência de aplicação dos fertilizantes foi avaliada segundo metodologia de Dobermann (2007), isto é, a razão entre a produtividade das pencas da bananeira e a quantidade total de nitrogênio e potássio aplicada em cada ciclo.

$$EUF = \frac{PROD}{NouK} \quad (3)$$

EUF = Eficiência de uso dos fertilizantes ( $Kg\ Kg^{-1}$ );

PROD = Produtividade de pencas de tratamento ( $kg\ ha^{-1}$ );

N ou K = Adubação anual por ciclo do N ou K para todos os tratamentos ( $kg\ de\ N\ ou\ K\ ha^{-1}$ ).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para avaliar os efeitos dos tratamentos sobre as variáveis de crescimento e produção e as médias foram comparados pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dois testes foram realizados com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação de crescimento da bananeira foi expressiva do primeiro ao segundo ciclo, mas do segundo para o terceiro houve uma estabilidade do crescimento (Tabela 3, 4 e 5). Resultados semelhantes foram encontrados com a BRS Princesa por outros autores como Roque et al. (2014) em trabalho realizado no Recôncavo da Bahia e Nomura et al. (2013) em condições subtropicais, vale do Ribeira, São Paulo.

**Tabela 3.** Médias do número de folhas (NF), perímetro do pseudocaule (PP) e altura da planta (AP) no momento da emissão do cacho da bananeira BRS princesa sob fertirrigação, irrigada por diferentes sistemas de irrigação localizada e cultivada com e sem uso de cobertura morta.

Trat. <sup>(2)</sup>	1º Ciclo		2º Ciclo		3º Ciclo
	PP (m)	AP (m)	NF	AP (m)	AP (m)
T1	0,67b <sup>(1)</sup>	2,7c	15,2a	3,9b	3,7b
T2	0,75a	3,3b	12,8b	4,1a	3,9a
T3	0,74a	3,0b	14,2a	4,2a	4,1a
T4	0,69b	2,7c	14,8a	3,6c	3,5c
T5	0,80a	3,5a	13,4b	4,3a	4,2a
T6	0,75a	3,2b	12,0b	4,1a	4,0a
CV (%)	5,9	5,6	5,7	3,7	3,7
Médias	0,7	3,1	13,7	4,0	4,0

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>T1 – Irrigado por gotejamento com adubação convencional; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação convencional; T3 – Fertirrigado por gotejamento com resíduo da bananeira; T4 – Fertirrigado por gotejamento sem resíduo da bananeira; T5 – Fertirrigado por microaspersão com resíduo da bananeira e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem resíduo da bananeira.

Verifica-se que a bananeira, quando irrigada por gotejamento, apresenta maior número de folhas nos segundo e terceiro ciclo (Tabela 4). Essa variação ficou mais evidente nos tratamentos sem cobertura morta independente do sistema de irrigação. As médias do número de folhas dos tratamentos foram de 12,9 folhas no

primeiro ciclo, valores superiores aos encontrados por outros autores, Cruz (2012), com 11,3 folhas no Norte de Minas Gerais – MG em Nova porteirinha e 7 por Roque et al. (2014), no recôncavo baiano.

De acordo com CAVATTE et al. 2012, o número de folhas vivas na colheita está relacionada ao tamanho dos frutos (enchimento), quanto menor o número de folhas na colheita, menor a eficiência fotossintética foliar, o que reduz a disponibilidade de fotoassimilados para o completo enchimento dos frutos, diminuindo a sua massa e, conseqüentemente, a das pencas; isso ocorreu no primeiro ciclo.

Constatou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos tratamentos sobre a variável perímetro do pseudocaule no primeiro ciclo (Tabela 3) para os tratamentos irrigados pela microaspersão (T2, T5 e T6) e o fertirrigado por gotejamento com cobertura morta (T3). Houve incremento do perímetro do pseudocaule do primeiro para o segundo e o terceiros ciclos nos dois sistemas de irrigação com cobertura morta (Tabela 4).

**Tabela 4.** Médias do NF, PP e AP ao longo dos três ciclos de estudo da bananeira BRS Princesa sob fertirrigação com e sem cobertura morta. Cruz das Almas – BA, 2016.

Ciclos	NF			DP				AP				
	Go <sup>(2)</sup>	SM		Go	Mi	CM		Go	Mi	CM	SM	
1	12,9b <sup>(1)</sup>	12,7 b	12,4b	0,7b	0,7b	0,8b	0,7b	3,1b	2,9b	3,3b	3,3b	2,9b
2	13,6ba	14,5ba	13,4ba	0,9a	0,8ba	0,9ba	0,9ba	4,0a	3,8a	4,1 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	3,8a
3	14,3 a	15,7 a	16,1a	1,0a	0,9a	1,0a	1,1a	4,1a	3,9a	4,2 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	3,9a

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup> Go – Tratamentos irrigados por gotejamento; Mi – Tratamentos irrigados por microaspersão; SM – Tratamentos sem o uso da cobertura morta e CM – Tratamentos com o uso da cobertura morta.

O perímetro do pseudocaule da bananeira é maior quando se utiliza a irrigação por microaspersão (Tabela 5). É uma característica importante por estar relacionado com a densidade de plantio e a capacidade de sustentação do cacho, impedindo o tombamento e/ou à quebra do mesmo pela ação dos ventos, o porte confere vigor, resistência sendo menos suscetível ao tombamento (SILVA, 2006; SILVA et al., 2002; DONATO et al., 2003).

Observou-se diferença na variável altura da planta no sistema de irrigação por microaspersão em todos os ciclos (Tabela 3), exceto o gotejamento com cobertura morta. Houve diferenças significativas do primeiro ciclo para os dois ciclos seguintes para os sistemas irrigados por gotejamento e por microaspersão com e sem cobertura morta (Tabela 4).

A bananeira BRS Princesa apresentou maior altura de planta no sistema de irrigação por microaspersão com cobertura morta independente do ciclo (Tabela 5). Os maiores valores médios foram para os tratamentos com o sistema de irrigação por microaspersão. No geral, as plantas submetidas ao cultivo com uso de cobertura morta apresentaram-se mais altas. Os resultados encontrados de 3,4 m na média dos ciclos da variável altura da planta, foram superiores aos valores encontrados por Cruz (2012) no Norte de Minas Gerais em Nova Porteira – MG, com uma altura média das plantas 3,03 e 3,0 m.

**Tabela 5.** Médias do PP e AP ao longo dos três ciclos de estudo da bananeira BRS Princesa sob fertirrigação com e sem cobertura morta. Cruz das Almas – BA, 2016.

Mi	DP	Cobertura	AP	Sistema	AP	Mi	AP	Go	AP
S	0,97a <sup>(1)</sup>	S <sup>(2)</sup>	3,6b	Go	3,6b	S	3,8b	S	3,3b
C	0,85b	C	3,9a	Mi	3,9a	C	4,0a	C	3,8a

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup> Go – Tratamentos irrigados por gotejamento; Mi – Tratamentos irrigados por microaspersão; S – Tratamentos sem o uso da cobertura morta e C – Tratamentos com o uso da cobertura morta.

A altura da planta é uma variável importante tanto para o manejo da cultura, por determinar a maior ou a menor facilidade na colheita do cacho, podendo também influenciar no tombamento de plantas adultas e ficarem mais vulnerável a quebra pela ação do vento (FARIAS et al., 2010) e nos custos operacionais da manutenção do bananal.

O uso de cobertura morta proporcionou condições favoráveis ao melhor crescimento da bananeira, relativamente ao cultivo sem uso de cobertura morta; tal resultado deve estar relacionado à estabilidade da umidade do solo e uma porosidade da cobertura morta, gerando um ambiente favorável ao desenvolvimento do sistema radicular.

Os dados das variáveis de produção nos três ciclos estão nas Tabelas 6, 7 e 8. As variáveis que expressam a qualidade da produção, segundo as exigências

mercadologias são relacionadas ao tamanho e comprimento do fruto. Estas variáveis apresentaram valores semelhantes nos três ciclos de produção. Os valores de comprimento do fruto variaram entre 14,5 a 17 cm e os de diâmetro entre 32 a 39 mm.

**Tabela 6.** Valores médios de comprimento do fruto da segunda penca (CF) e da penúltima penca (CFP), diâmetro do fruto da segunda penca (DF) e da penúltima penca (DFP) da bananeira cultivar Princesa em função dos tratamentos aplicados nos três ciclos de produção. Cruz das Almas – BA, 2016.

Trat.	CF (cm)	CFP (cm)	DF (mm)	DFP (mm)
Médias	16,1	14,6	36,0	34,3

Esses resultados são compatíveis com as exigências do mercado, com comprimento do fruto acima de 14 cm e diâmetro acima de 32 cm (EMBRAPA/CEAGESP).

O número de frutos por cacho variou de 121,3 a 160,9 no segundo ciclo, e no terceiro variou de 121,5 a 165,3. Resultados semelhantes também foram encontrados por Roque et al. 2014, para a cultivar BRS Princesa (163) nas condições do Recôncavo da Bahia (Tabela 7).

A produtividade de pencas ou de frutos, no primeiro ciclo foi maior nas plantas irrigadas por microaspersão, com. No entanto, ao se utilizar cobertura do solo, a produtividade das plantas irrigadas por gotejamento se equiparam aquelas irrigadas por microaspersão (Tabela 7). Diversos trabalhos (Silva, 2009; Coelho, 2012; Cruz, 2012; Sant'ana, 2012), indicam que os sistemas de irrigação por microaspersão proporcionam melhores condições para o desenvolvimento da bananeira que o gotejamento. Esses resultados podem estar relacionados ao maior volume de solo molhado pelos microaspersores permitindo melhor desenvolvimento do sistema radicular da bananeira em comparação com o gotejamento. Porém, tais trabalhos não consideram o uso da cobertura morta no solo.

No segundo ciclo, as maiores produtividades foram verificadas nas plantas fertirrigadas com cobertura morta (Tabela 7) que não diferiram ao longo dos três ciclos de produção (T3 e T5).

**Tabela 7.** Valores médios do número de pencas por cacho (N.P.C), número de frutos (N.F.) e produtividade de frutos (P) da bananeira BRS Princesa em função dos tratamentos aplicados nos três ciclos ciclo de produção. Cruz das Almas – BA, 2016.

Trat. <sup>(2)</sup>	NPC			NF			P (t ha <sup>-1</sup> )		
	Ciclos								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T1	8,8a	7,4b	8,0a	129,0a	121,3a	121,5b	22,8b	24,0b	25,0b
T2	9,0a	7,8b	9,0a	137,0a	143,5a	143,3b	33,6a	30,4b	28,6b
T3	8,3a	7,9b	9,8a	128,3a	148,8a	158,2a	34,0a	35,0a	34,0a
T4	7,8a	8,5a	8,8a	97,3a	122,9a	129,9b	27,0b	26,0b	29,0a
T5	8,5a	9,3a	9,7a	136,5a	160,9a	165,3a	35,6a	35,6a	34,0a
T6	8,5a	9,6a	9,4a	121,8a	133,0a	157,7a	32,8a	27,2b	33,0a
CV(%)	13,6	11,5	7,8	19,2	15,8	11,4	13,2	15,5	12,6
Médias	8,5	8,4	9,1	125,0	138,4	146,0	31,0	29,7	30,6

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>T1 – Irrigado por gotejamento com adubação convencional; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação convencional; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta da bananeira; T4 – Fertirrigado por gotejamento sem cobertura morta da bananeira; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta da bananeira e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta da bananeira.

Para o terceiro ciclo da bananeira houve diferenças significativas da produtividade ( $p < 0,05$ ) entre os ao se comparar as plantas fertirrigadas com as plantas adubadas com fertilizantes sólidos (Tabela 7).

No cultivo com uso de cobertura morta (T3 e T5), as produtividades obtidas foram 34,6 e 30,9 % (T4 e T6), respectivamente, no segundo ciclo de produção. Esses tratamentos apresentaram maior fertilidade do solo, quando verificadas as análises químicas e biológicas do solo (SOUZA, 2016).

A produtividade da bananeira cultivada com uso de cobertura morta foi semelhante para o caso de uso de fertirrigação via microaspersão e gotejamento, nos três ciclos de produção. Isso difere de outros autores como Silva (2009), Coelho (2012), Cruz (2012) e Sant'ana (2012), onde a produtividade da bananeira irrigada por microaspersão foi superior ao gotejamento. O uso da cobertura morta no gotejamento iguala a produção, isso quebra o paradigma da superioridade da microaspersão sobre o gotejamento.

No terceiro ciclo, a produtividade média da bananeira fertirrigada foi de 34 (t ha<sup>-1</sup>), superior ao encontrado por Cruz 2012, de 32,2 (tha<sup>-1</sup>) no norte de Minas Gerais – MG em Nova Porteirinha.

O uso da cobertura morta aumentou a produtividade da bananeira BRS Princesa em 18%, quando comparada a condição de cultivo sem cobertura morta (Tabela 8). A fertirrigação via microaspersão e gotejamento associada ao uso de cobertura morta proporcionaram condições para um maior crescimento e produção da bananeira BRS Princesa nos três ciclos de produção, relativamente aos sistemas fertirrigados por gotejamento e microaspersão, sem cobertura morta.

Na comparação da produtividade dos tratamentos irrigados por microaspersão, o tratamento fertirrigado por microaspersão com cobertura morta (T5) foi superior a adubação sólida (T2) em 6 %, 15,1 % e 18,9 % e ao fertirrigado (T6) foram em 8,5 %, 30,9 % e 3 % nos três ciclos, segundo os totais de cada ciclo respectivamente.

**Tabela 8.** Valores médios da produtividade de frutos (P) da bananeira BRS Princesa em função da cobertura do solo. Cruz das Almas – BA, 2016.

Cobertura	P (t há <sup>-1</sup> )
Sem cobertura	32,5b(1)
Com cobertura	38,4a

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o sistema de gotejamento a associação da fertirrigação com cobertura morta nos três ciclos comparados a adubação sólida (T1) proporcionou um aumento de produtividade na ordem de 49,1%, 45,8% e 49,1%; e aos sem cobertura (T4) de 25,9 %, 34,6% e 17,2 %. Foi significativa ( $p < 0,05$ ) a diferença de produtividade das plantas submetidas aos tratamentos fertirrigado por gotejamento com cobertura morta sobre a produtividade do tratamento T1 em todos os ciclos estudados.

O aumento da produtividade proporcionado pelos fatores fertirrigação e cobertura morta foram mais expressivas no sistema de irrigação por gotejamento nos três ciclos de produção.

A Tabela 9 apresenta a duração dos ciclos da bananeira após o plantio. Segundo Donato et al. (2013), a fase vegetativa compreende o período do ciclo da bananeira mais sensível ao déficit hídrico do solo. No entanto, a maior exigência quantitativa de água compreende o período da diferenciação floral à emergência do cacho, a fase produtiva da bananeira. Os dias do plantio a emissão em todos os ciclos demonstram que o sistema de irrigação por gotejamento nos tratamentos T1 e

T4 tornam a emissão mais precoce da bananeira, reduzindo os custos de produção, com valores médios de 289,6 dias no primeiro ciclo. Esses resultados sugerem que, no primeiro ciclo, o sistema radicular da bananeira concentre-se no bulbo molhado pelo gotejamento. Já no caso da microaspersão, a distribuição de água ocorre no entorno do emissor, mas distante da planta.

**Tabela 9.** Médias dos dias do plantio no primeiro ciclo e da colheita até a emissão nos ciclos seguintes (DCE), da emissão a colheita (DEC) e do plantio a colheita no primeiro ciclo e da colheita a colheita nos ciclos seguintes (DCC) por ciclo de produção da bananeira BRS Princesa. Cruz das Almas - BA. 2016.

Trat <sup>(2)</sup>	D.C.E.			D.E.C.			D.C.C.		
	1 Ciclo	2 Ciclo	3 Ciclo	1 Ciclo	2 Ciclo	3 Ciclo	1 Ciclo	2 Ciclo	3 Ciclo
T1	300,8b <sup>(1)</sup>	80,3b	151,0a	194,3a	164,3a	164,0a	495,0a	194,5c	315,0b
T2	348,0a	142,5a	195,0a	133,0b	117,0b	117,0b	481,0a	259,5b	312,0b
T3	343,8a	119,3a	156,0a	123,5b	134,8b	134,5b	467,3a	254,0b	290,5b
T4	278,3b	101,5a	263,3a	197,8a	90,0b	91,0b	476,0a	191,5c	354,3a
T5	362,3a	111,5a	153,3a	117,5b	192,3a	193,8a	479,8a	303,8a	347,0a
T6	347,0a	93,0a	204,0a	147,0b	169,5a	171,5a	494,0a	262,5b	375,5a
CV(%)	4,9	22,9	28,8	15,3	22,9	21	3,5	9,7	10,7
Médias	330	99,7	187	152,2	99,7	145,3	482,2	244,3	332,4

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>T1 – Irrigado por gotejamento com adubação convencional; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação convencional; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta da bananeira; T4 – Fertirrigado por gotejamento sem cobertura morta da bananeira; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta da bananeira e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta da bananeira.

No período de floração e crescimento de frutos quando o sistema radicular da bananeira tem maior distância lateral e profundidade, as raízes passam a absorver água e nutrientes numa maior área molhada. O intervalo entre colheita e emissão (DCE) apresentou resultados distintos entre os tratamentos e os ciclos, no primeiro ciclo a média foi de 152,2 dias, esse resultado difere do encontrado por Cruz (2012), com 114,9 dias no norte de Minas Gerais- MG em Nova Porteirinha.

O total de dias do ciclo de produção (DCC) dos tratamentos com adubação sólida nos três ciclos foram menores em relação aos outros tratamentos. Tal resultado indica que a variação de umidade e nutriente pode estimular a precocidade da bananeira com baixa produtividade (Tabela 9).

Comparando-se as variáveis DCE, DEC e DCC no tempo de ciclos de cultivo (Tabela 10), verifica-se que o primeiro ciclo ocorreu em menor tempo. Os valores de DCC e DEC foram menores para as plantas submetidas a irrigação por gotejamento, quando comparado as plantas submetidas a irrigação por microaspersão (Tabela 11). Isso significa uma redução os custos de produção durante o ciclo de cultivo da bananeira BRS Princesa.

**Tabela 10.** Médias dos DCE, DEC e DCC da bananeira BRS Princesa. Cruz das Almas - BA. 2016.

Ciclos	DCE				DEC				DCC					
	Go <sup>(1)</sup>	Mi	C	S	Go	Mi	C	S	Go	Mi	C	S		
1	333c	311c	355c	353c	313c	161b	132b	121b	172b	172b	472c	487c	474c	485c
2	106a	110a	102a	115a	97a	112a	181a	163a	130 <sup>a</sup>	130a	223a	283a	279a	227a
3	194b	210b	179b	155b	234b	113a	183a	164a	131 <sup>a</sup>	131a	322b	361b	319b	365b

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Go – Tratamentos irrigados por gotejamento; Mi – Tratamentos irrigados por microaspersão; S – Tratamentos sem o uso da cobertura morta e C – Tratamentos com o uso da cobertura morta.

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos tratamentos sobre a variável eficiência de uso da água, uso do nitrogênio e potássio em todos os ciclos da bananeira (Tabela 12). Os valores médios de  $25,8 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  da EUA no primeiro ciclo foram 15,6 % superiores ao encontrado por Cruz (2012), de  $22,31 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ . Se for comparado ao maior valor  $30,30 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  do tratamento T5, esse incremento chega a 35,8 %, ou seja, o plantio da BRS Princesa, sob fertirrigação por microaspersão com cobertura morta obtém 7,99 Kg de penca de banana por cada mm de lâmina aplicada.

**Tabela 11.** Médias dos DEC e DCC da bananeira BRS Princesa. Cruz das Almas - BA. 2016.

Sistema	DEC	DCC
Go	128,5a	339a
Mi	165,3b	377b

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Go – Tratamentos irrigados por gotejamento; Mi – Tratamentos irrigados por microaspersão.

Os tratamentos que apresentaram menor eficiência de água e fertilizantes (N e K) foram aqueles irrigados e fertirrigados por gotejamento. Mas, ao se introduzir a cobertura morta aos sistemas fertirrigados por gotejamento, não se observou diferença significativa com a microaspersão. Esses resultados estão relacionados com a menor produtividade do sistema de irrigação por gotejamento, pois as quantidades de lâmina da água, nitrogênio e potássio foram iguais (Tabela 12).

**Tabela 12.** Médias da Eficiência do uso da água – EUA ( $\text{Kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ ), Nitrogênio – EUN ( $\text{Kg ha}^{-1} \text{Kg}^{-1}$ ) e Potássio - EUK ( $\text{Kg ha}^{-1} \text{Kg}^{-1}$ ) da bananeira BRS Princesa. Cruz das Almas - BA. 2016.

Trat. <sup>(2)</sup>	EUAUF ( $\text{Kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ e $\text{Kg ha}^{-1} \text{Kg}^{-1}$ )								
	1º Ciclo			2º Ciclo			3º Ciclo		
	EUA	EUN	EUK	EUA	EUN	EUK	EUA	EUN	EUK
1	18,6b	75,8b	45,5b	16,3b	149,8b	49,9b	19,9b	113,4b	37,8b
2	28,5a	111,9a	67,1a	20,7a	189,8b	63,3b	22,7b	129,6b	43,2b
3	27,7a	113,0a	67,8a	23,0a	218,8a	73,0a	27,1a	154,1a	51,4a
4	22,0b	89,7b	53,8b	17,6b	162,3b	54,1b	23,1b	131,3b	43,8b
5	30,3a	118,8a	71,3a	24,2a	222,7a	74,2a	27,1a	154,3a	51,5a
6	27,8a	109,2a	65,5a	18,5b	170,1b	56,7b	26,3a	149,9a	50,0a
C.V	13,4	13,5	13,5	16,2	16,2	16,2	13,0	13,0	13,1
Médias	25,8	103,1	61,8	20,2	185,6	61,83	24,4	138,8	46,3

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>T1 – Irrigado por gotejamento com adubação convencional; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação convencional; T3 – Fertirrigado por gotejamento com cobertura morta da bananeira; T4 – Fertirrigado por gotejamento sem cobertura morta da bananeira; T5 – Fertirrigado por microaspersão com cobertura morta da bananeira e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem cobertura morta da bananeira.

Nos primeiro e segundo ciclos de produção da bananeira, a fertirrigação via microaspersão mostrou-se a combinação mais eficiente na utilização dos insumos produtivos água, nitrogênio e potássio. Verificou-se que para cada kg de N e K se produziu até 30 Kg de banana, enquanto no gotejamento foi de 22 Kg de banana, um incremento na produção de  $36,4 \text{ Kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ . No terceiro ciclo esse incremento foi de 17,3 % (Tabela 12).

A eficiência de uso da água diminuiu com o aumento do ciclo e os tratamentos irrigados por microaspersão sem cobertura morta (Tabela 13). Para o nitrogênio aumentou com os ciclos nos sistemas de irrigação com e sem cobertura.

Além de outros benefícios como a proteção do solo contra as intempéries climáticas, o manejo do solo com a cobertura morta proporcionou maior eficiência do

uso da água em 18,9 %; para o nitrogênio 21,1 % e para o potássio 20,3 %, aos solos descobertos (Tabela 14).

**Tabela 13.** Médias da EA, EN e EK nos três ciclos de cultivo da bananeira BRS Princesa. Cruz das Almas, BA. 2016.

Ciclos	EA			EN				EK					
	Mi <sup>(2)</sup>	S		Go	Mi	C	S	Go	Mi	C	S		
1	27b <sup>(1)</sup>	29b	25b	108c	101a	114a	116c	99c	65a	60a	68a	70b	60ba
2	24a	25a	21a	147b	210c	221c	246a	186a	72a	70a	74a	82a	62a
3	26ba	27ba	25ba	216a	143b	152b	154b	141b	49b	48b	51b	51c	47b

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Go – Tratamentos irrigados por gotejamento; Mi – Tratamentos irrigados por microaspersão; S – Tratamentos sem o uso da cobertura morta e C – Tratamentos com o uso da cobertura morta.

**Tabela 14.** Valores médios EA, EN e EK da bananeira BRS Princesa em função da cobertura do solo. Cruz das Almas – BA, 2016.

Cobertura	EA	EN	EK
Sem cobertura	23,3b	142,0b	56,2b
Com cobertura	27,7a	172,0a	67,6a

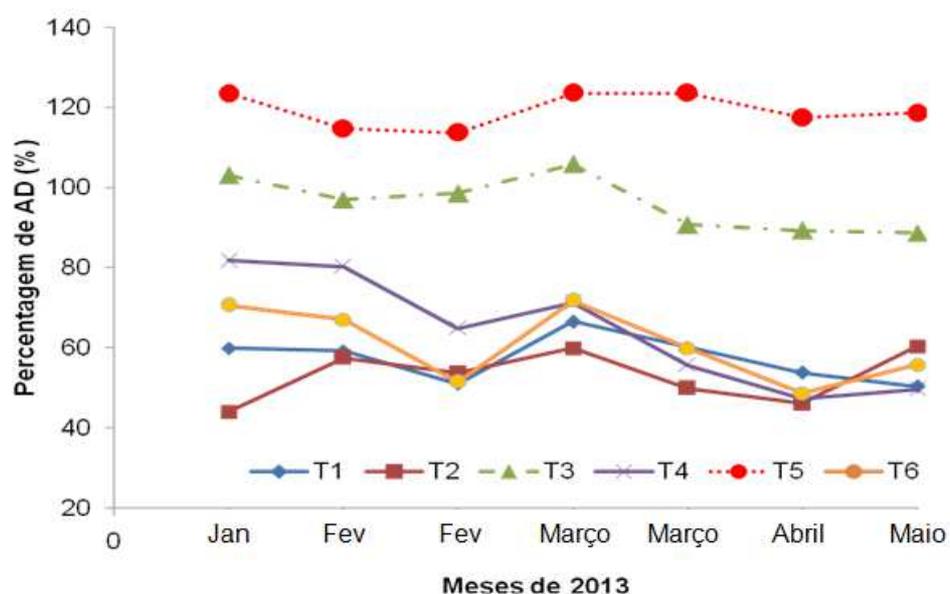
<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 1, nota-se a distinção na distribuição da água disponível antes do início da irrigação, como instrumento de manejo da irrigação, no período sobre os sistemas de irrigação com cobertura morta T3 e T5 e os sem cobertura morta T1, T2, T4 e T6. No T3 o solo esteve com 100% da água disponível na maior parte do período observado. Logo, a bananeira por ser essa uma cultura com grande demanda hídrica, encontrou condições adequadas ao seu pleno vigor produtivo nos tratamentos T3 e T5, conforme observado pelas produtividades destes tratamentos ao longo dos três ciclos. Isso demonstra que os tratamentos com cobertura morta requer um manejo diferenciado por aumentar o teor de água disponível no solo para as plantas.

A Figura 1 mostra o período de leitura da água disponível dos tratamentos. O tratamento fertirrigado por microaspersão com cobertura morta (T5), foi na média 125% superior ao T2 e 96 % ao T6, no teor de água disponível. Na comparação

entre os tratamentos irrigados por gotejamento, as diferenças dos valores de água disponível foram 67,7 % e 49,3 %, para o tratamento fertirrigado com cobertura morta (T3) irrigado com adubação sólida (T1) e fertirrigado sem cobertura morta (T4), respectivamente.

Na comparação dos tratamentos com cobertura morta (T3 e T5), o T5 armazenou 24% a mais de água disponível que gotejamento. Essas diferenças podem estar relacionadas à configuração dos sistemas, o sistema de irrigação por gotejamento por formar um bulbo úmido no perfil do solo, reduz a superfície exposta evaporante, e por outro lado a microaspersão, apresenta uma superfície úmida exposta à evaporação maior na superfície do solo. Além disso, a cobertura morta cria uma barreira física que reduz a exposição da superfície úmida a radiação solar, o que gerou maior teor de água disponível ao longo do tempo.



**Figura 1.** Representação gráfica das percentagens de água disponível ao longo de 2013 durante o ciclo da bananeira BRS Princesa. Cruz das Almas- BA. Janeiro a Maio de 2013.

## CONCLUSÕES

1. No primeiro e segundo ciclos, a fertirrigação proporciona um maior crescimento de plantas de bananeira do que a adubação manual.
2. A produtividade de pencas das bananeiras irrigadas por microaspersão e o gotejamento com cobertura do solo e com uso de fertirrigação foram

superiores aos irrigados e fertirrigados sem cobertura morta nos três ciclos estudados.

3. O sistema de irrigação por gotejamento sem cobertura e fertirrigação ou apenas com fertirrigação condiciona uma produção mais precoce de bananeira que o sistema de irrigação por microaspersão com ou sem fertirrigação e cobertura do solo nos três ciclos estudados.
4. A fertirrigação com cobertura morta por gotejamento e microaspersão tiveram maior eficiência de uso da água, do uso do nitrogênio e do potássio nos dois últimos ciclos.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. **FAO**. Roma, 2006. 323 p. (Estudio FAO Riego y Drenaje, 56).

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

CAVATTE, R. P. Q.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; PETERNELLI, L. A.; CAVATTE, P. C. Redução do porte e produção das bananeiras 'Prata-Anã' e 'FHIA-01' tratadas com paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 356-365, 2012.

COELHO, E. F. **Irrigação da bananeira**. Embrapa, 2012. 280p.

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

COSTA, F. S, et al. Crescimento, produção e acúmulo de potássio em bananeira 'Galil 18' sob irrigação e fertilização potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.3, p.409-416, 2012.

CRUZ, A. J. S. Crescimento e produção de genótipos de bananeira sob diferentes lâminas de irrigação, 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Montes Claros, 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...** Universidade Federal de Lavras, v. 1, p.43-45. 1998.

DOBERMANN, A. Nutrient use efficiency: measurement and management. In: INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY ASSOCIATION. **Fertilizer best management practices**. 2007. p.1-28.

DONATO, S. L. R. et al. Ecofisiologia e eficiência de uso da água em bananeira. XX Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos), Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2013.

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. de O.; PASSOS, A. R.; LIMA NETO, F. P.; LIMA, M. B. de. Avaliação de variedades e híbridos de bananeira sob irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 348-351, 2003.

EMBRAPA. Sistema Orgânico de Produção para a Cultura da Banana. <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/SistemaOrganicoCultivoBanana/colheita.htm>> acessado em 08/07/2016.

FAO Database. **Agricultural production**: agriculture & food trade. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: Março de 2016.

FARIAS, H. C.; DONATO, S. L. R.; PEREIRA, M. C. T.; SILVA, S. O. Agronomical evaluation of banana under irrigation and semi-arid conditions. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 380-386, 2010.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p.109-112, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: Março de 2016.

LOOMIS, R. S. Crop manipulations for efficient use of water: An overview. In: TAYLOR, H. M.; JORDAN, W. R.; SINCLAIR, T. R. **Limitations to efficient water use in crop production**. (ed). American Society of Agronomy, Crop Society of America, and Soil Science Society of America, Madison WI. p.345-374, 1983.

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

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

SANT'ANA, J. A. do V.; COELHO, E. F.; FARIA, M. A. de; SILVA, E. L. da; DONATO, S. L. Distribuição de raízes de bananeira 'Prata-Ana' no segundo ciclo de produção sob três sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.124-133, 2012.

SILVA, S.; PIRES, E. T.; PESTANA, R. K. N.; ALVES, J. S. ; SILVEIRA, D. C. Avaliação de clones de banana Cavendish. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 832-837, 2006.

SILVA, S. O.; FLORES, J. C. de O.; LIMA NETO, F. P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n.11, p.1.567-1.574, 2002.

SILVA, A. J. P. Variáveis de eficiência, manejo de irrigação e de produção da bananeira cultivar BRS Tropical sob diferentes sistemas de microaspersão e gotejamento, 2009. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.

SOUZA, E. de A. Atributos do solo, crescimento e produção da bananeira sob fertirrigação com e sem cobertura morta, 2016. Tese (doutorado em engenharia agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bananicultura é uma das principais atividades agrícolas do país produzida de norte a sul do Brasil, principalmente por agricultores familiares. A banana é a fruta mais consumida no mundo e no Brasil, com elevada importância nutricional e socioeconômica, na geração de renda e ocupação de mão-de-obra.

O Brasil, o Nordeste e a Bahia apresentam baixa produtividade da bananeira. Diversos fatores contribuem para essa realidade, destacamos o cultivo de variedades de bananeira suscetíveis as pragas e doenças, o manejo da fertilidade do solo, principalmente em solos de extrema fragilidade, como os solos tropicais, e o uso intensivo do solo com o predomínio de uma agricultura convencional, baseado no alto consumo de insumos agrícola de alto custo. Isso torna o cultivo da bananeira uma atividade de alto custo de produção, requer com isso alta produtividade para tornar a atividade rentável. Além disso, temos os períodos de extremos climáticos, com precipitações elevadas provocadas pelo La Nina ou de escassez hídrica pelo El Nino. Esses eventos climáticos vêm intensificando a distribuição irregular da precipitação pluviométrica. A bananeira é uma planta muito exigente em água, que requer grande e permanente disponibilidade da mesma no solo. Ao sofrer deficiência hídrica, mesmo que pequena, a cultura não se desenvolve satisfatoriamente, afetando a produtividade e a qualidade do fruto.

A Embrapa vem lançando variedades resistentes e ou tolerantes, a pragas e doenças, com a cultivar BRS Princesa é um híbrido tetraplóide (AAAB), gerado na Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas - BA, resultante do cruzamento da cultivar Yanganbi nº 2 (AAB) com o diplóide M53 (AA). Foi avaliada pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, na Área Experimental de Propriá, Sergipe e pela Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, Bahia, tendo apresentado a maioria das suas características, tanto de desenvolvimento, quanto de produtividade, semelhantes e/ou superiores a cultivar Maçã.

Na questão das intempéries climáticas, a bananeira se adéqua aos diversos tipos de clima e solos no Brasil e os períodos de escassez hídrica têm a tecnologia da irrigação para o seu pleno potencial produtivo. Para a fertilidade do solo à adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo pode contribuir com a

sustentabilidade econômica e ambiental do agroecossistema, reduzir o consumo hídrico e de nutrientes. A bananeira é umas culturas mais promissoras na adubação verde restituindo ao solo grande parte dos nutrientes extraídos por meio de sua fitomassa utilizada como cobertura morta. Esse reaproveitamento pode possibilitar uma redução no custo de produção além de proteção ao solo contra a erosão por incrementar os níveis de matéria orgânica do solo, influenciando positivamente na sua qualidade. A incorporação e a ciclagem destes nutrientes no sistema de produção, reduzir os custos de produção numa transição agroecológica. Assim, o desafio será como introduzir a bananeira e incorporar quantidades significativas dessa biomassa aos sistemas de produção agrícola.

Acreditamos que é necessário aprofundar desenvolver outros trabalhos da introdução neste sistema de leguminosas para incorporar outros elementos, que a bananeira apresenta baixa restituição ao solo, como o nitrogênio. Os resultados obtidos com esse trabalho no aumento da produtividade associada à fertilidade do solo e o aumento da biodiversidade da macrofauna, proporcionada pelos ganhos tecnológicos da fertirrigação associada ao uso da cobertura morta e o baixo custo desta tecnologia. É de fato possível mudar esse cenário de baixa produtividade da bananicultura brasileira com o uso de resíduo da cultura da bananeira.

## **ANEXOS**

Tabela1. Valores médios da Porosidade Total (%), Macroporosidade (%), Microporosidade (%) e Densidade do solo ( $\text{Kg dm}^{-3}$ ) do solo cultivado com a bananeira BRS Princesa nos anos de 2013 e 2014.

Trat	Prof.	PT	Macro	Micro	Ds
Ano de 2013					
1	0,10	32,80	8,52	24,28	1,64
2	0,10	30,71	4,08	26,62	1,77
3	0,10	35,89	6,75	29,13	1,61
4	0,10	33,29	5,80	27,49	1,71
5	0,10	35,81	5,17	30,64	1,63
6	0,10	31,60	4,63	26,97	1,77
1	0,20	33,70	6,73	26,97	1,67
2	0,20	30,06	3,46	26,60	1,78
3	0,20	32,26	4,22	28,04	1,73
4	0,20	32,68	5,95	26,73	1,71
5	0,20	33,13	5,39	27,74	1,72
6	0,20	33,08	6,85	26,23	1,72
Ano de 2014					
1	0,10	33,86	5,95	27,91	1,64
2	0,10	36,75	6,18	29,51	1,63
3	0,10	37,86	6,70	32,27	1,55
4	0,10	34,97	7,37	27,60	1,56
5	0,10	41,24	2,98	38,27	1,49
6	0,10	35,76	8,49	27,51	1,61
1	0,20	33,13	4,52	28,61	1,62
2	0,20	35,21	8,13	28,24	1,65
3	0,20	34,57	4,26	30,30	1,61
4	0,20	34,96	5,73	29,23	1,67
5	0,20	36,23	3,50	32,73	1,67
6	0,20	32,71	1,77	30,93	1,68

**Tabela 3.** Médias do número de folhas (NF), perímetro do pseudocaule (DP) e altura da planta (AP) no momento da emissão do cacho da bananeira BRS princesa sob fertirrigação localizada e uso de cobertura morta em três ciclos de produção.

Trat. <sup>(2)</sup>	1º Ciclo			2º Ciclo			3º Ciclo		
	NF	DP (m)	AP (m)	NF	DP (m)	AP (m)	NF	DP (m)	AP (m)
T1	12,8a	0,67b <sup>(1)</sup>	2,7c	15,2a	0,84a	3,9b	15,4a	0,86a	3,7b
T2	13,2a	0,75a	3,3b	12,8b	0,87a	4,1a	12,2a	0,83a	3,9a
T3	13,6a	0,74a	3,0b	14,2a	0,94 <sup>a</sup>	4,2a	14,0a	0,92a	4,1a
T4	11,9a	0,69b	2,7c	14,8a	0,81a	3,6c	17,5a	0,96a	3,5c
T5	13,1a	0,80a	3,5a	13,4b	0,89a	4,3a	13,1a	0,87a	4,2a
T6	12,9a	0,75a	3,2b	12,0b	0,97a	4,1a	14,8a	1,19a	4,0a
CV (%)	7,9	5,9	5,6	5,7	9,6	3,7	21,8	25,2	3,7
Médias	12,9	0,7	3,1	13,7	0,9	4,0	14,5	0,94	4,0

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scoot-Knott 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>T1 – Irrigado por gotejamento com adubação convencional; T2 – Irrigado por microaspersão com adubação convencional; T3 – Fertirrigado por gotejamento com resíduo da bananeira; T4 – Fertirrigado por gotejamento sem resíduo da bananeira; T5 – Fertirrigado por microaspersão com resíduo da bananeira e T6 – Fertirrigado por microaspersão sem resíduo da bananeira.