

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

**RESPOSTA DA BANANEIRA CV. D'ANGOLA SOB DIFERENTES  
DENSIDADES DE PLANTAS, NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO**

**LENILSON WISNER FERREIRA LIMA**

**CRUZ DAS ALMAS – BA  
ABRIL 2015**

**RESPOSTA DA BANANEIRA D'ANGOLA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE  
PLANTAS, NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO**

**LENILSON WISNER FERREIRA LIMA**

Engenheiro Agrônomo

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, 2013

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

Orientador: Dr. Eugenio Ferreira Coelho

Coorientadora: Dra. Ana Lucia Borges

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

### Dados Internacionais de Catalogação

Lima, Lenilson Wisner Ferreira

L732r      Resposta da bananeira CV. D'Angola sob diferentes densidades de plantas, níveis de água e adubação / Lenilson Wisner Ferreira Lima. – 2015

70 f.

Orientador: Prof. Dr. Eugenio Ferreira Coelho  
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.

1. Cultivo de banana 2. Sistema radicular da bananeira.  
3. Adensamento de plantio. 4. Bananeira D'Angola. I. Coelho, Eugenio Ferreira. II. Título.

CDD 634.772

## DECLARAÇÃO

Eu, Lenilson Wisner Ferreira Lima, declaro para os devidos fins que sou o único responsável por toda e qualquer informação, citação, revisão e análises apresentadas no presente documento. Ao tempo que isento o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, de quaisquer responsabilidades decorrentes de eventual má fé acadêmica e profissional, incluindo falta de ética, plágio e manipulação não autorizada de dados. Declaro-me ainda sujeito à impugnação de meu título pelo PPGEA caso verificada, a qualquer tempo, falta de decoro acadêmico.

---

Cruz das Almas - BA, 26 de Abril de 2015.

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

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO DISCENTE**  
**LENILSON WISNER FERREIRA LIMA**

---

Dr. Eugenio Ferreira Coelho  
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical  
(Orientador)

---

Dr. Tullio Raphael Pereira de Pádua  
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

---

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

Dissertação homologada pelo colegiado de Curso de Mestrado em Engenharia  
Agrícola em .....

Conferindo o Grau de Mestre em Engenharia Agrícola em .....

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Evaldo José de Lima, Marli Ferreira Lima, pela preocupação e dedicação que marcam a união de uma família, meu alicerce.

A minhas irmãs Lianne Maiara Ferreira Lima e Lais Ferreira Lima.

Aos meus avós: José Antonio de Lima, Emerentina Rosa de Lima, Raimundo Perreira de Lima (em memória) e a Marieta Ferreira Lima.

À Minha namorada Rozenilda Menezes de Oliveira pelo companheirismo, amizade e incentivo repassados.

A todos os meus amigos e familiares pelo companheirismo, amizade e incentivo.

A toda nação brasileira que mesmo de forma indireta contribuiu para esta formação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente à Deus, pela existência, por todos os dias, 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.

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

À toda a minha família: irmão, avós, tias, tios e primos pelo apoio e dedicação;

Ao Dr. Eugenio Ferreira Coelho, pela paciência, amizade, preciosas orientações, além do ensinamento ético-profissional e pessoal, mostrando acima de tudo como ser um verdadeiro profissional, não só no desenvolvimento da pesquisa, mas como a realização de diversas outras atividades.

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 Denize, Diego Queiroz, Leandra, Marina, Mariana, Mairton e Tatyana Keyty e os demais colegas pela amizade e companheirismo, somente com e por vocês foi possível chegar ao fim dessa jornada, nos tornamos verdadeiros mosqueteiros e descobrimos cada vez mais o valor das amizades;

Ao amigo Edvaldo Bispo Santana Junior (Floquinho), pelo apoio, amizade, disposição e ajuda no desenvolvimento da pesquisa.

Aos amigos da equipe de pesquisa em Irrigação da EMBRAPA: Mario (bode), Tacisio, Julival, Marcelo (Tell), Joao, Tibério, Reinaldo (Veinho), Jair, Lucas, Richard, Laina, Jamile 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

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pelo espaço, material e condições para o desenvolvimento da pesquisa;

A FAPESB, pela concessão da bolsa de estudo.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Sinceramente,

**MUITO OBRIGADO!**

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram  
conquistadas do que parecia impossível.”*

**(Charles Chaplin)**

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	1
 <b>Capítulo 1</b>	
CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA BANANEIRA D'ANGOLA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS, NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO .....	9
 <b>Capítulo 2</b>	
SISTEMA RADICULAR DA BANANEIRA D'ANGOLA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS, NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO .....	40
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
 ANEXOS: .....	66

## RESPOSTA DA BANANEIRA CV. D'ANGOLA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS, NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO

Autor: Lenilson Wisner Ferreira Lima

Orientador: Dr. Eugenio Ferreira Coelho

Coorientadora: Dra. Ana Lucia Borges

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho dos componentes biométricos, eficiência de uso de água, de produtividade e distribuição do sistema radicular da bananeira cv. D'Angola, sob diferentes densidades de plantas, a diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação. O trabalho foi realizado entre junho de 2013 a novembro de 2014. O espaçamento adotado foi 2,5 m entre plantas e 2,5 m entre fileiras de plantas, sendo utilizado um sistema de irrigação por gotejamento, com três emissores por planta. O Delineamento experimental foi blocos casualizados em esquema de parcelas subsubdividas, estando nas parcelas os níveis de adubação (1,0, 1,25 e 1,5 da dose recomendada), nas subparcelas duas as lâminas de irrigação (60 e 100% da evapotranspiração da cultura) e na subsubparcela duas densidades de plantio (uma e duas plantas por touceira). A adubação influenciou o ciclo produtivo. As lâminas de irrigação influenciaram a variável eficiência do uso da água. A densidade de plantio influenciou a maioria dos componentes biométricos. O aumento na densidade de plantio de 1600 plantas ha<sup>-1</sup> para 3200 plantas ha<sup>-1</sup> promoveu alteração no ciclo na cultura, com acréscimo no ciclo produtivo, tanto do plantio ao florescimento, quanto do plantio a floração. A condução de duas plantas por touceira aumentou a produtividade de pencas e cacho na ordem de 69,53 e 69,61%, equivalente a um incremento de 11,32 e 12,15 t ha<sup>-1</sup>. O aumento da densidade de plantio, diminui o comprimento e diâmetro do fruto, no entanto proporcionou uma elevação no índice de maturação. O comprimento total de raízes e densidade de comprimento total com duas plantas por touceira (3200 plantas ha<sup>-1</sup>) foram superiores 32% em relação à densidade com uma planta por touceira (1600 plantas ha<sup>-1</sup>).

**Palavras-chave:** adensamento de plantio, produtividade, distribuição radicular.

## **RESPONSE BANANA CV. D'ANGOLA WITH DENSITY PLANTS DIFFERENT, LEVELS OF WATER AND FERTILIZER**

Author: Lenilson Wisner Ferreira Lima

Adviser: Dr. Eugenio Ferreira Coelho

Co-adviser: Dra. Ana Lucia Borges

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the performance of biometric components, water use efficiency, productivity and distribution of the root system of banana cv. D'angola under different plant densities, the different levels of irrigation and fertilizers. The study was conducted from June 2013 to November 2014. The spacing adopted was 2.5 m between plants and 2.5 m between rows of plants, being used a drip irrigation system, with three emitters per plant. The experimental design was randomized blocks with split-split plots installments, the installments fertilization levels (1.0, 1.25 and 1.5 of the recommended dose), the subplots the two irrigation levels (60 and 100% of evapotranspiration culture) and sub-subplots two planting densities (one and two plants per clump). Fertilization influencing the production cycle. Irrigation levels affected the efficiency of the use of variable water. Planting density influenced most biometric components. Increased planting 1600 plants ha<sup>-1</sup> and 3200 plants ha<sup>-1</sup> change density promoted the crop cycle, with an increase in the production cycle, both from planting to flowering, as the flowering planting. Two plants per plant increased grape bunches and the productivity and 69.53 end 69.61%, equivalent to an increase of 11.32 and 12.15 t ha<sup>-1</sup>. The increase in planting density, reduces the length and diameter of the fruit, however, expected to increase the maturation index. The total root length and total length density of two plants per clump (3200 plants ha<sup>-1</sup>), 32% were larger than the density of a plant by plant (1600 plants ha<sup>-1</sup>).

**KEYWORDS:** density planting, productivity, root distribution.

## INTRODUÇÃO

Diante dos conflitos atuais no mundo e do cenário num futuro próximo de mudanças climáticas, escassez alimentar, destacam-se o uso restritivo e a disputa pela água, tanto do ponto de vista regional quanto continental. Assim, a gestão e o manejo criterioso dos recursos hídricos são fundamentais, uma vez que estão relacionados à qualidade de vida da humanidade (PIRES et al., 2008).

Estima-se que em 2010 as derivações mundiais de água, dos diversos mananciais, para atendimento aos três usos consuntivos, totalizaram um volume anual de 4.420 km<sup>3</sup>, assim constituídos: Abastecimento doméstico/domiciliar: 440 km<sup>3</sup> (9,9%), Produção industrial: 880 km<sup>3</sup> (19,8%), Produção agrícola: 3.100 km<sup>3</sup> (70,2%) (CHRISTOFIDIS, 2013; FAO, 2015). No Brasil, atualmente 72% da vazão efetivamente consumida dos mananciais correspondem a demanda por irrigação (AGENCIA NACIONAL DE AGUAS, 2012).

Nos últimos 10 anos, o volume anual total de água derivada dos mananciais para atender à irrigação elevou-se em 20%, passando de cerca de 2,6 bilhões de m<sup>3</sup>, observado em 2000, para 3,1 bilhões de m<sup>3</sup> em 2010 (COSGROVE & COSGROVE, 2012). Sendo que as estimativas indicam que estes números tende a continuar a crescer, uma vez que, a área atualmente irrigada é de 304 milhões de hectares no mundo, sendo que o potencial para acréscimo na área mundial dominada por sistemas de irrigação é de cerca de 180 milhões de hectares (CHRISTOFIDIS, 2013).

A agricultura irrigada consome grande quantidade de água, no entanto, é fundamental lembrar que o uso da água pelas plantas se faz necessário para que estas realizem metabolismo para resultar em produção e que este processo envolve grandes quantidades de água, que deverão ser aportadas pelas chuvas ou pela irrigação. Para se produzir uma única tonelada de trigo e milho, as plantas exigem 1.000 toneladas de água; mais ainda, para se produzir uma tonelada de soja e arroz são necessárias 2.000 toneladas de água (PIRES et al., 2008).

Sendo a água o componente de produção de principal necessidade na agricultura, é importante destacar que seu uso de forma racional e qualitativa na irrigação, promove o incremento da produtividade, que é o ponto de partida essencial em direção ao progresso (VASCONCELOS et al., 2009). A irrigação só é rentável e sustentável, se realizada de forma adequada, através de técnicas 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).

A agricultura irrigada, para manter-se sustentável, em termos ambientais, precisa ser eficiente não só no uso da água na irrigação, bem como no uso dos agroquímicos que aplicados às plantas ou ao solo podem causar contaminação dos recursos hídricos subterrâneos (COELHO et al., 2005).

Desta forma o desafio da agricultura irrigada é produzir mais alimento mediante uma melhor transformação da água utilizada (ALMEIDA, 2010). Mas, diante da situação onde os recursos hídricos se encontram cada vez mais escassos e limitando a prática da irrigação na agricultura, que apesar de existir estudos destinados ao manejo sustentável da água, especificamente na cultura da banana, são ainda escasso relatos destas informações (MELO et al., 2010). Neste sentido, a geração de conhecimentos visando obter melhorias tecnológicas para cada situação de cultivo tornam-se imprescindíveis (COSTA et al., 2012).

O aumento da eficiência de uso da água é fundamental para diminuir o desperdício dos recursos hídricos dos atuais padrões de produção da agricultura irrigada. Isso é viável a partir de mudanças na aplicação de água às culturas, na eficiência dos sistemas de irrigação e no manejo da irrigação e das culturas (DONATO et al., 2013).

A eficiência do uso da água pode ser calculada de diversas formas entre elas como a razão entre a produtividade da cultura e a lâmina aplicada (LHOMIS, 1983). O aumento da EUA pode ser feito atuando-se no numerador dessa razão, aumentando a produtividade para a mesma quantidade de água aplicada (COELHO et al., 2005). Desta forma, o aumento da densidade de plantio pode aumentar significativamente a produtividade para as mesmas condições evapotranspirométricas. Embora a ETc de duas plantas aumente, o aumento de densidade deve ser tal que promova aumento de produtividade, sem reduzir a qualidade física e química dos frutos, pois esses devem atingir classificação comercial (DONATO et al., 2013).

A bananeira (*Musa spp.*), planta originária do Continente Asiático, é cultivada no Brasil em ecossistemas variados e em diferentes níveis tecnológicos (DONATO et al., 2010). É a frutífera tropical mais difundida no mundo, apresentando grandes áreas cultivadas e grandes volumes de comercialização, tendo em vista tratar-se de uma das frutas mais consumidas e exploradas nos países tropicais (FIGUEIREDO et al., 2006). O Brasil é o quarto produtor mundial responsável por 6,46% da produção mundial (FAO, 2015). No Brasil a região nordeste se destaca como sendo a região com maior produção e dentre os estados a Bahia (IBGE, 2015).

Os plátanos, bananas da Terra, ou bananas de cozinhar (*Musa spp.*, grupo AAB e AAAB) constituem-se num dos principais cultivos amiláceos nos países em desenvolvimento e, em conjunto com a banana, para consumo in natura, são as frutas mais produzidas e consumidas mundialmente (FARIA et al., 2010).

No Brasil, as regiões Norte e Nordeste são as maiores produtoras e consumidoras de bananas do subgrupo Terra. Contudo, não existem dados sobre a quantidade produzida, referentes às variedades Terra (Maranhão), D'Angola (Comprida) e Terrinha. Normalmente, são plantios conduzidos por pequenos produtores, muitas vezes sem tecnologias, por falta de informação ou estudos dessas cultivares. Os principais problemas enfrentados pelos produtores, além da comercialização, são a alta incidência da broca do rizoma (*Cosmopolites sordidus*), Sigatoka-negra, nematóides o manejo da planta e as quantidades e métodos de aplicação dos fertilizantes (BORGES et al., 2002; FARIA et al., 2010).

Dentre os problemas que acometem a cultura da banana, diminuindo significativamente a produção, especificamente o cultivo dos plátanos e desta forma, está o ataque da praga que tem sido considerada como das mais importantes, o *Cosmopolites sordidus*, conhecido como “broca da bananeira” ou “moleque da bananeira”. Esse inseto praga é considerado cosmopolita, pois se encontra distribuído geograficamente em boa parte do planeta e em todas as regiões do Brasil (DANTAS et al., 2011) e tem sido uma das razões de se conseguir no máximo dois ciclos nas regiões produtoras. Uma alternativa de manejo dessa cultura consiste no plantio, usando um, dois ou três plantas por touceira, ou diminuição do espaçamento entre plantas e entre fileiras de plantio (MARTÍNEZ et al., 2009). O cultivo com altas densidades apresentam destaque

pela alta rentabilidade por hectare, maior eficiência e aproveitamento dos insumos (BELALCAZAR CARVAJAL, 2002).

Alguns autores recomendam o plantio de plátanos em estande adensado para reduzir a severidade da sigatoka-negra, explorando-as comercialmente por apenas um ciclo anual, como forma de viabilizar a sua produção, principalmente para atender a demanda das populações mais carentes (GASPARATO et al., 2008; CAVALCANTE et al., 2014). Na realidade, o plantio de plátanos em estande adensado, cuja exploração é por apenas um ciclo, não é uma prática cultural para controlar a sigatoka-negra, mas para aumentar a produtividade do bananal uma vez que no primeiro ciclo as perdas, causadas pela doença, nos plátanos giram em torno de 50 a 60 % a produção (GASPARATO et al., 2008).

O adensamento de plantio de plantas frutíferas tem sido visto como uma tendência mundial, pois promove melhor aproveitamento do solo, mão-de-obra e insumos, e aumento na produção por área. Para sua utilização é necessário estabelecê-lo em regiões de clima favorável à cultura e viabilizar a instalação de sistema de irrigação, considerando que o adensamento promove maior competição interplanta por fatores de crescimento (água, luz e nutrientes). Além disso, para a adoção de plantios em altas densidades, é necessário analisar os impactos que uma maior população de plantas pode trazer sobre a produtividade e os componentes de produção (FILHO & KLUGE, 2001).

Existem muitas culturas de fruteiras onde o sucesso desejado foi alcançado por usar à técnica High Density Planting (HDP), ou seja, plantio em alta densidade. Estas culturas são maçã, pêssego, ameixa, cereja doce, pêra entre frutas temperadas, bem como as frutas tropicais abacaxi, banana e mamão. Mas o principal fator limitante sobre a cultura da banana no HDP é a luz do sol, efeitos de floração, duração do cultivo, da maturidade e desempenho dos cachos (BISWAS & LALIT KUMAR, 2010).

O incremento na duração do ciclo vegetativo e diminuição do peso dos cachos, são efeitos negativos superados pelo alto número de cachos colhidos por unidade de área (BELALCÁZAR CARVAJAL, 2002). A produção em cultivos com altas densidades, duas ou três plantas por cova, continua sendo superior, com aumentos da ordem de 2358 e 1290 cachos por hectare, respectivamente. Isso significa rendimentos extras de 28,7 e 17,4 toneladas/hectare para estas densidades em relação a 1666 plantas/hectare (LIMA & ALVES, 2004).

Muitas práticas agronômicas influenciam o estado fisiológico das plantas e o ambiente microclimático no interior do bananal. Estas condições podem promover o aparecimento de doenças e pragas. Assim, a densidade de plantio, irrigação, adubação e consorciamento são fatores de produção intimamente relacionados ao desempenho de uma cultura agrícola (CAVALCANTE et al., 2014).

Os trabalhos de avaliação de cultivares de bananeira tipo Terra são raros, principalmente pela escassez de variedades de plátanos. Em bananeiras, a avaliação dos genótipos é feita por pelo menos dois ciclos. No caso de banana-da-terra, no entanto, a avaliação pode ser feita em um único ciclo, dentre eles o cultivo da cv. D'Angola, já que muitos genótipos são atualmente cultivados como cultura anual (ARANTES et al., 2010).

Neste sentido o objetivo deste trabalho foi de verificar a resposta da banana cv. D'Angola, sob diferentes densidades de plantas, a diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação nas condições edafoclimáticas de Tabuleiros Costeiros. Os objetivos específicos foram (i) Avaliar o crescimento, a produção, qualidade físico-química dos frutos e a eficiência de uso de água pela cv. D'Angola com diferentes densidades de plantas sob duas lâminas de irrigação e três níveis de adubação; (ii) Avaliar o efeito da densidade de plantas de bananeira D'Angola, sob uma lâmina de irrigação e três níveis de adubação na distribuição de raízes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos Recursos hídricos no Brasil**: informe 2012. Ed. Especial, Brasília: ANA, 215p, 2012.

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227p.

ARANTES, A. M.; DONATO, S. L. R.; SILVA, S. O. Relação entre características morfológicas e componentes de produção em plátanos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.224-227, 2010.

BELALCÁZAR-CARVAJAL, S. L. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. Medellín: **Acorbat. XV reunión., Colombia.** Asociación de Bananeros de Colombia AUGURA, 2002.

BISWAS, B. C. LALIT KUMAR, F., N. D. High Density Planting: **Success Stories of Banana Farmers.** Fertiliser Marketing News, v.41, n.6, p.3-10, 2010.

BORGES, A. L. et al. Adubação nitrogenada para bananeira- Terra (Musa sp. AAB, subgrupo Terra). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.189-193, 2002.

CAVALCANTE, M. J. B. et al. Manejo fitotécnico da bananeira, cultivar d'angola (AAB), visando ao controle da sigatoka-negra. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.2, p.201-208, 2014.

CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e agropecuária sustentável. **Revista de Política Agrícola**, Ano XXII, n.1, 2013.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, 2005.

COSGROVE, C. E.; COSGROVE, W. J. (Org.). **The dynamics of global water futures: driving Forces 2011 - 2050.** Paris: Unesco, 2012. (Global water futures 2050, 02).

COSTA, F. S. et al. Crescimento, produtividade e eficiência no uso da água em bananeira irrigada no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n.4, p.26-33, 2012.

DANTAS, D.J. et al. Reação de cultivares de bananeira ao *Cosmopolites Sordidus* no Vale do Açu-RN. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.3, p.152 155, 2011.

DONATO, S. L. R. et al. Ecofisiologia e eficiência de uso da água em bananeira. In: XX Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e

Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos), Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2013. p.58-72.

DONATO, S. L. R. et al. Estado nutricional de bananeiras tipo Prata sob diferentes sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.9, p.980-988, 2010.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso: março de 2015.

FARIA, H. C. et al. Avaliação fitotécnica de bananeiras tipo terra sob irrigação em condições semi-áridas. **Ciência & Agrotecnologia**, v.34, n.4, Lavras, 2010.

FIGUEIREDO, F. P. de. et al. 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**, Campina Grande, v.10, n.4, p.798-803, 2006.

FILHO, J. A. S. e KLUGE, R. A. Produção da bananeira Nanicao em diferentes densidades de plantas e sistemas de espaçamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 105-113, jan. 2001.

GASPAROTTO, L. N. et al. Plantio adensado não controla a sigatoka-negra da bananeira. **Acta Amazônica**, Manaus, v.38, n. 2, p. 189-192, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (**IBGE**). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: março de 2015.

LACERDA, N. B.; OLIVEIRA, T. S. Agricultura irrigada e a qualidade de vida dos agricultores em perímetros do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 2, p. 216-223, 2007.

LIMA, M. B.; ALVES, E. J. Estabelecimento do pomar. In:\_\_\_\_\_. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 87 - 106p.

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.

MARTÍNEZ, G. et al. Comportamiento del plátano (*Musa* AAB Subgrupo plátano, cv. Hartón Gigante) sembrado a diferentes densidades de siembra en el Estado Yaracuy, Venezuela. **Revista UDO Agrícola**, n. 9, v.1, p.259-267. 2009.

MELO, A. S. et al. Aspectos técnicos e econômicos da bananeira prata-anã sob fertirrigação nos tabuleiros costeiros de Sergipe. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.3, p.564-571, 2010.

PIRES, R. C. M. et al. Agricultura irrigada. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v.1, n.1, p.98-111, 2008.

VASCONCELOS, R. S. et al. Qualidade da água utilizada para irrigação na extensão da microbacia do baixo Acaraú. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.3, n.1, p.30-38 2009.

## **CAPÍTULO I**

### **CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA BANANEIRA D'ANGOLA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS, NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Técnico do periódico científico: Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB).

# **CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA BANANEIRA D'ANGOLA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS, NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO**

Autor: Lenilson Wisner Ferreira Lima

Orientador: Dr. Eugenio Ferreira Coelho

Coorientadora: Dra. Ana Lucia Borges

**RESUMO:** Este trabalho teve como finalidade avaliar o crescimento, a produção, qualidade físico-química dos frutos e a eficiência de uso de água da bananeira cv. D'Angola com diferentes densidades de plantas a níveis de água e adubação. O trabalho foi realizado entre junho de 2013 a novembro de 2014. O espaçamento adotado foi 2,5 m entre plantas e 2,5 m entre fileiras de plantas, sendo utilizado um sistema de irrigação por gotejamento, com quatro emissores por planta. O Delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, estando nas parcelas os níveis de adubação (1,0; 1,25 e 1,5 da dose recomendada) nas subparcelas duas as lâminas de irrigação (60 e 100% da evapotranspiração da cultura) e na subdividida duas densidades de plantio (uma e duas plantas por touceira). Os níveis de adubação influenciaram os dias de cultivo, as lâminas de irrigação a eficiência do uso da água, sendo a lâmina de 60% mais eficiente. A densidade de plantio influenciou a maioria das variáveis estudadas. Sendo que a densidade de cultivo com duas plantas por touceira apresentou médias de crescimento e produção superiores a densidade com uma planta por touceira, com exceção do diâmetro do pseudocaule. Em termos de qualidade de fruto a menor densidade apresentou-se com maiores variáveis. O aumento na densidade de plantio de 1600 plantas ha<sup>-1</sup> para 3200 plantas ha<sup>-1</sup> promoveu alteração no ciclo na cultura, com acréscimo no ciclo produtivo, tanto do plantio ao florescimento, quanto do plantio a floração, no entanto, o período de enchimento do fruto não sofreu alterações de forma que a utilização de técnicas como adensamento de plantio pode viabilizar a prática e cultivo desses bananais como culturas anuais.

**Palavras-Chave:** Densidade de plantio, produtividade, eficiência do uso da água.

# **GROWTH, PRODUCTION AND FRUIT QUALITY OF BANANA D'ANGOLA UNDER DIFFERENT PLANT DENSITY, WATER LEVELS AND FERTILIZER**

Author: Lenilson Wisner Ferreira Lima

Adviser: Dr. Eugenio Ferreira Coelho

Co-adviser: Dra. Ana Lucia Borges

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the growth, yield, fruit quality and efficiency of water use cv physics and chemistry banana. D'Angola with different plant densities for water and fertilizer levels. The study was conducted from June 2013 to November 2014. The spacing adopted was 2.5 m between plants and 2.5 m between rows of plants, being used a drip irrigation system, with four emitters per plant . The experimental design was a randomized block with split-split plot, plots and fertilization levels (1.0, 1.25 and 1.5 of the recommended dose) in the subplots two irrigation levels (60 and 100% of crop evapotranspiration) and two sub-subplot planting densities (one and two plants per clump). Nutrient levels influenced the days of cultivation, irrigation levels the efficiency of water use, the blade being 60% more efficient. Planting density influenced most of the variables studied. Once the plant density to two plants per clump showed an average performance of growth and higher density with a plant by plant, except for the pseudo diameter. In terms of product quality with less density shown in more variables. The increased density of 1600-3200 plants ha<sup>-1</sup> promote alterations in culture in the cycle, an increase of the production cycle, both from planting to flowering, flowering after planting, however, the filling period Fruit is not changed so that the use of techniques such as planting density can facilitate the practical cultivation of these and bananas as annual cultures.

**Key words:** Planting density, productivity, water use efficiency.

## INTRODUÇÃO

Com um consumo mundial 11,90 kg/habitante/ano a banana é a segunda fruta mais consumida no mundo, perdendo para o consumo da laranja que é de 13 kg/habitante/ano. No Brasil o consumo é de 31,10 kg/habitante/ano (FAO, 2015), sendo o quarto produtor mundial responsável por 6,46% da produção mundial (FAO, 2015). A região nordeste se destaca como sendo a região com maior produção e dentre os estados a Bahia (IBGE, 2015).

O plátano é uma planta herbácea pertencente à família das Musáceas, que apresentam frutos grandes, com quinhas proeminentes e alto teor de amido. Os plátanos AAB são produzidos, em sua maioria, na África, na América Latina e no Caribe (SOTO, 2011). No Brasil a banana D'Angola é utilizada unicamente para o mercado interno (SILVA et al., 2008). Ao contrário do Brasil, em países da África, da América Latina e Caribe, a banana tipo Terra, além de muito consumida é também exportada, sendo cultivada com altos níveis de tecnologia, inclusive nas fases de colheita e pós-colheita (ALVES, 2001).

Existem poucas informações acerca do cultivo desse tipo de banana no Brasil, e o uso de tecnologias é extrapolado a partir de outras variedades (FARIA et al., 2010; MOURA et al., 2002). Com relação ao manejo de touceiras, os estudos são ainda exíguos, possivelmente devido aos problemas peculiares da própria conformação genética do subgrupo Plátano (afloramento de rizoma e elevada suscetibilidade à broca-do-rizoma e nematóides), que faz com que a condução das plantas se torne bastante trabalhosa (MOURA et al., 2002). A escolha da melhor densidade de plantio em relação a determinada cultivar de bananeira é complexa, e deve ser criteriosa, pois além dos fatores climáticos e tecnológicos envolvidos, deve-se também levar em consideração, o mercado ao qual se destina a produção, e o próprio custo de produção (SCARPARE FILHO & KLUGE, 2001).

O aumento na densidade de plantio de plantas frutíferas tem se tornando uma tendência mundial, uma vez que, esta pratica promove melhor aproveitamento do solo, mão-de-obra e insumos, além do aumento na produtividade. No entanto, é necessário o uso apropriado de tecnologias, a exemplo da utilização de variedades anãs, uso da fertirrigação, manejo fitossanitário e gestão do manejo da cultura (BISWAS & LALIT KUMAR, 2010).

Existem muitas culturas de fruteiras onde o sucesso desejado foi alcançado por usar à técnica High Density Planting (HDP), ou seja, plantio em alta densidade. Além de ocasionar incremento na duração do ciclo vegetativo e diminuição do peso dos cachos, que apesar dos efeitos negativos, estes são superados pelo alto número de cachos colhidos por unidade de área (BELALCÁZAR CARVAJAL, 2002). O plantio em alta densidade populacional induz lidar com a banana como uma cultura anual, de modo que uma vez feita coleta do primeiro ciclo de produção, é apropriado para remover a plantação e para na mesma área estabelecer novo plantio. Embora seja verdade que, no que diz respeito à exploração tradicional, este sistema modifica de forma qualitativa e quantitativa as variáveis de crescimento, como o aumento do dia de plantio a colheita, o que é compensado pelos rendimentos que podem ser acrescido em até 100% (BELACALZAR CARVAJAL, 2002).

A eficiência de uso da água é fundamental para diminuir o desperdício desse recurso nos atuais padrões de produção da agricultura irrigada. A eficiência de uso de água aumenta em função do aumento da produtividade com redução da lâmina de água necessária. (DONATO et al., 2013). Conforme Loomis (1983), a eficiência do uso da água (EUA) é a relação entre a produtividade e a lâmina de irrigação.

Os trabalhos de avaliação de cultivares de bananeira tipo Terra são raros, principalmente pela escassez de variedades de plátanos. Em bananeiras, a avaliação dos genótipos é feita por pelo menos dois ciclos. No caso de banana-da-terra, no entanto, a avaliação pode ser feita em um único ciclo, já que muitos genótipos são atualmente cultivados como cultura anual (ARANTES et al., 2010). No entanto, a geração de conhecimentos que tenham validade e comprovação local visando obter melhorias tecnológicas para cada situação de cultivo torna-se imprescindível (COSTA et al., 2012).

Neste sentido este trabalho teve como finalidade avaliar o crescimento, a produção, qualidade físico-química dos frutos e a eficiência de uso de água da bananeira cv. D'Angola submetida a diferentes densidades de plantas, níveis de água e níveis de adubação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura localizada no município de Cruz das Almas – BA, a 225,87 m de altitude, com 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. Com temperatura média mensal de 23,7°C e umidade relativa do ar média anual de 81% (D'ANGIOLELLA et al., 1998).

No local onde foi instalado o experimento, o solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico típico com relevo plano. (SOUZA & SOUZA, 2001).



**Figura 1:** Foto da área experimental. Cruz das Almas, 2015.

Amostras de solo foram retiradas nas profundidades de 0 a 0,2m, 0,2 a 0,4 m e 0,4 a 0,6 m e encaminhadas para o Laboratório de física do solo e Laboratório de solos e nutrição de plantas, ambos da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas-Ba para a análise química e características físico-hídricas do solo, resultados nas (Tabelas 1, 2 e 3).

**Tabela 1.** Densidade do solo ( $D_s$ ), frações granulométricas, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e classe textural do solo do experimento. Cruz das Almas - Ba. 2015

Profundidade (m)	$D_s$ Kg.dm <sup>-3</sup>	Textura			Porosidade			Classe textural
		Areia	Silte	Argila	Macro	Micro	Total	
(0-0,20)	1,43	76,6	6,1	17,3	15,53	15,09	30,62	Franco Arenoso Franco Argilo
(0,20-0,40)	1,53	69,9	4,7	25,4	10,95	17,79	28,74	Arenoso
(0,40-0,60)	1,34	54,7	8,1	37,2	13,45	19,79	33,24	Argila Arenosa

**Tabela 2.** Umidade volumétrica e água disponível para diferentes tensões e profundidades do solo da área do experimento. Cruz das Almas - Ba. 2015

Profundidade (m)	Umidade Volumétrica (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )					Água Disponível (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
	Potencial Matricial (kpa)					
	-10	-33	-100	-300	-1500	
(0 - 0,20)	0,1406	0,1167	0,1083	0,1032	0,0930	0,0478
(0,20 - 0,40)	0,1801	0,1571	0,1473	0,1365	0,1328	0,0472
(0,40 - 0,60)	0,1947	0,1691	0,1595	0,1491	0,1478	0,0469

**Tabela 3.** Análise química do solo antes da implantação do experimento. Cruz das Almas - Ba. 2015<sup>/1</sup>

Profundidade (m)	PH água	P <sup>/2</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	K <sup>/2</sup>	Ca <sup>/3</sup>	Mg <sup>/3</sup>	Al <sup>/3</sup>	Na <sup>/2</sup>	S.B	CTC	V %	MO <sup>/4</sup> g/kg						
												(cmol dm <sup>-3</sup> )					
(0 - 20 cm)	8,1	53	0,37	2,4	1,6	0	0,26	4,37	4,37	100	11,75						
(20 - 40 cm)	7,3	41	0,45	1,7	1,2	0	0,14	3,48	3,48	100	7,96						

/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.

A água para irrigação foi proveniente de um reservatório situado próximo da área experimental, cuja análise físico-química é apresentada na Tabela 4.

**Tabela 4.** Análise físico-química e caracterização da água de irrigação. Cruz das Almas - Ba. 2015

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultado
Condutividade Elétrica (CE)	dS.m <sup>-1</sup>	650

Cálcio (Ca <sup>++</sup> )	mg.l <sup>-1</sup>	28
Magnésio (Mg <sup>++</sup> )	mg.l <sup>-1</sup>	17
Potássio (K <sup>+</sup> )	mg.l <sup>-1</sup>	0,8
Sódio (Na <sup>+</sup> )	mg.l <sup>-1</sup>	100
Potencial de Hidrogênio (pH)	-	7,6
Razão de Adsorção de Sódio (SAR)	-	3,6
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	mg.l <sup>-1</sup>	140
Classificação da Água para Irrigação (USSL)	-	C2S1

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

Foi utilizado mudas de culturas de tecido de bananeiras do subgrupo Terra (*Musa Acuminata*), cv. D'Angola, as mesmas foram plantadas dia 13 de junho de 2013, sendo consolidado o pegamento em outubro de 2013. O espaçamento adotado foi de 2,5 m entre plantas e 2,5 m entre fileiras de plantas. No 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. Sendo novamente disponibilizado 12 L de esterco antes da floração da cultura. O fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) foi aplicado na cova antes do transplante, tendo como fonte o superfosfato simples, com aplicação de 165 g do mesmo por cova.

A adubação de cobertura foi realizada semanalmente via fertirrigação com o auxílio de uma bomba injetora de acionamento hidráulico com uso de pistão. Foram utilizadas as seguintes fontes de nitrogênio e de potássio: ureia e o cloreto de potássio respectivamente. As quantidades de cada macronutriente aplicada durante o ciclo são apresentadas na Tabela 5.

Utilizou-se um sistema de irrigação localizada por gotejamento, sendo arranjos com uma linha lateral de gotejamento por fileira de plantas, com três emissores autocompensantes de 4 L h<sup>-1</sup> por planta, com um emissor junto à planta e outros dois espaçados de 0,5 m do primeiro emissor.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema de parcela sub subdivididas. As parcelas compreenderam os níveis de adubação: (i) nível recomendado x 1; (ii) nível recomendado x 1,25; (iii) nível recomendado x 1,5. As subparcelas compreenderam as lâminas de irrigação: 60% da ET<sub>c</sub> e 100% da ET<sub>c</sub>. As sub

subparcelas compreenderam as densidades: 1600 plantas ha<sup>-1</sup> (1 planta por touceira) e 3200 planta ha<sup>-1</sup> (2 plantas por touceira).

**Tabela 5.** Quantidade dos nutrientes, nitrogênio, potássio e fósforo utilizados em três níveis para a adubação da bananeira cv. d'angola, Cruz das Almas - Ba. 2015

Nutrientes	Recomendado	1,25 do Recomendado	1,5 do Recomendado
	(kg/ha/ano)		
<b>Nitrogênio (N)</b>	200	250	300
<b>Potássio (K)</b>	300	375	450

As reposições de água pela irrigação foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura. Esta por sua vez, foi determinada através do produto 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<sub>c</sub>), conforme Coelho et al. (2004). A ET<sub>o</sub> foi obtida através dos dados da estação meteorológica automática, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada próximo do experimento.

O Manejo da irrigação foi realizado por meio da associação dos dados de ET<sub>o</sub> coletados na estação e com os dados de umidade do solo. A umidade era monitorada três vezes por semana, com leituras no início da manhã, antes da irrigação. Medida com auxílio do reflectometro TDR100, tendo sido os sensores instalados a 0,20 m e 0,40 m de profundidade a uma distância de 0,25 m da planta na direção planta gotejador. De posse da curva de retenção e considerando a umidade crítica aquela correspondente a redução de 25% da água disponível, com o momento da irrigação definido, procedeu-se a aplicação da lâmina de água correspondente a ET<sub>c</sub> desde a última irrigação.

### **Componentes biométricos avaliados**

As variáveis biométricas de crescimento estudadas durante a emissão floral foram: altura de planta, medida do solo a roseta foliar, o diâmetro do pseudocaule (D<sub>pse</sub>) mensurado a 0,2 m do solo, por meio de sua circunferência (C) e obtendo-se o diâmetro pela fórmula  $DP = C/n$ , número de folhas funcionais e área foliar.

Essa última foi estimada pelo comprimento e pela largura máxima da terceira folha da planta, com base na equação (1) proposta por Alves et al. (2001).

$$AF = 0,901 * (C * L)^{1,2135} \quad (1)$$

Em que:

AFT - Área foliar total (cm<sup>2</sup>);

C - Comprimento da terceira folha (cm);

L - Largura da terceira folha (cm).

Para a descrição das fases do ciclo foram avaliados o número total de dias do plantio até o florescimento (DPF), número de dias do florescimento a colheita (DFC) e do plantio a colheita (DPC).

No período da colheita, avaliou-se: número de folhas vivas na colheita, massa de pencas por cacho, massa do engaço por cacho, massa do cacho (massa de pencas + massa do engaço), número de pencas por cacho, número de frutos por cacho, comprimento e diâmetro médio do fruto (dedo central da segunda e penúltima penca), além da produtividade de pencas e de cacho (t ha<sup>-1</sup>).



**Figura 2.** Avaliação das variáveis de produção da bananeira D'Angola. (A) = despencamento e contagem do número e pencas e de dedos; (B) = mensuração do diâmetro do dedo da 2<sup>a</sup> penca; (C) = mensuração do comprimento do dedo; (D) = pesagem da massa do fruto.

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

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

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

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

LBA = Lâmina bruta aplicada correspondente a evapotranspiração da cultura em cada tratamento em dias de irrigação (mm).

Para determinar as características pós - colheita dos frutos da bananeira D'Angola foi retirado a segunda penca de cada cacho das plantas úteis dos tratamentos. Sendo feitas as avaliações do peso da penca; peso do fruto; número de frutos por penca; comprimento do fruto medindo-se a curvatura externa de cada fruto, do ombro até a parte final do fruto, com uso de uma fita graduada em mm; diâmetro do fruto a partir da região mediana do fruto obtido com auxílio de paquímetro. Também foi avaliado com uso de uma balança semi - analítica a percentagem de polpa do fruto e a umidade do fruto ou perda por dessecação (IAL, 2005; CECCHI, 2003).

Os sólidos solúveis (SS) foram obtidos com o uso de um refratômetro portátil, sendo os resultados encontrados em percentual de açúcares e expressos como °Brix (LFA, 1973). A acidez total titulável na polpa do fruto (AT), o percentual de ácido málico ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de tecido fresco) foi determinado de acordo com a AOAC (1975). Da relação entre sólidos solúveis (SS) e acidez total titulável (AT), obteve-se o índice de maturação dos frutos (SS/AT), ou seja, proporção de açúcar por ácido (SINCLAIR, 1961). O pH foi determinado pelo método potenciométrico com um pHmetro de bancada (IAL, 2005).

Para a avaliação nutricional foi realizada coleta de amostras da terceira folha a contar do ápice, com a inflorescência no estágio de todas as pencas femininas descobertas. Estas amostras foram encaminhadas para o laboratório de irrigação e fertirrigação, levadas a estufas, sendo mantidas nestas por uma semana a

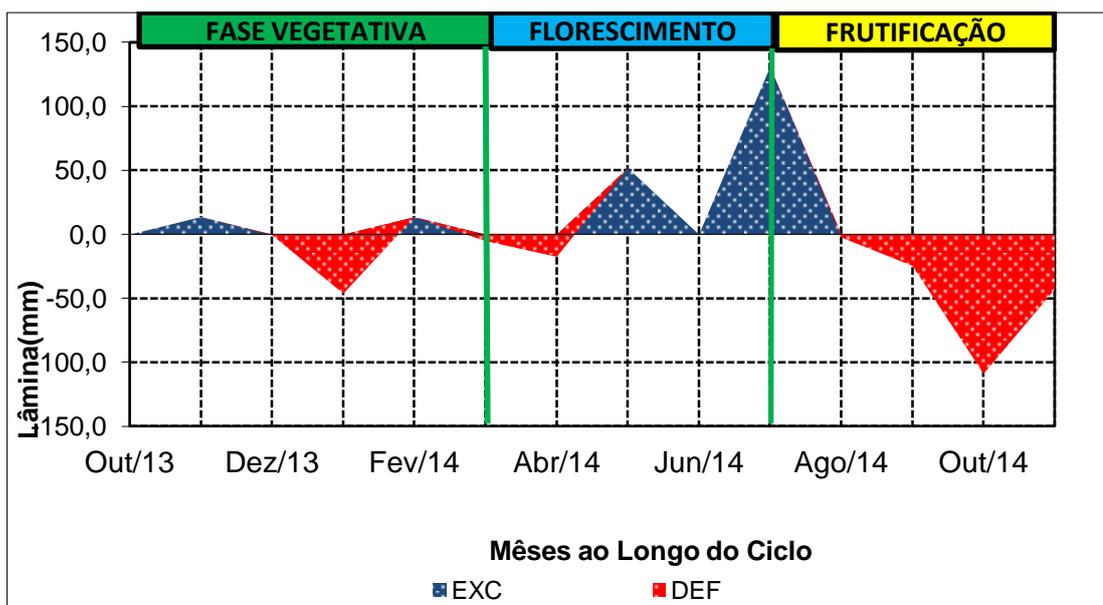
65°C, posteriormente trituradas e encaminhadas para análise (BORGES et al., 2004).

Os dados foram avaliados estatisticamente mediante o teste de normalidade e uma vez confirmado a homocedasticidade dos dados, realizou-se a análise de variância com o auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2008). As variáveis dependentes foram então observadas quanto ao efeito das adubações, lâmina, densidade e os desdobramentos de suas interações. As médias das variáveis dependentes influenciadas pelos níveis de adubação e os desdobramentos de suas interações foram então comparadas pelo teste Tukey. Já a média das variáveis dependentes que tiveram influencia das lâminas e densidades de plantio foram submetidas ao teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### **Balço hídrico sequencial e lâminas de irrigação aplicadas ao longo do ciclo da cultura**

O período de maior deficiência de água no solo foi de dezembro de 2013 a abril de 2014 (Figura 3), período em que a cultura estava na fase vegetativa, posteriormente o déficit de água no solo ocorreu de agosto de 2014 a novembro de 2014, período em que a cultura estava na fase de enchimento de frutos e colheita. Durante a fase reprodutiva período de maior demanda hídrica da cultura (abril de 2014 a agosto de 2014), ocorreu excesso de água no solo, com uma precipitação neste período de 618,6 mm, o que corresponde a 50,26% da precipitação total durante o período do ciclo da cultura. A precipitação total ao longo do ciclo foi 1230,8 mm, com média de 87,9 mm/mês (Figura 3).



**Figura 3.** Representação gráfica do balanço hídrico climático durante o ciclo da bananeira d'angola. Cruz das Almas- Ba. Outubro de 2013 a Novembro de 2014.

A irrigação durante o ciclo da cultura foi em carácter suplementar, ocorrendo precipitação durante todo ciclo da cultura (Figura 3). A maior lâmina de irrigação aplicada foi a do tratamento com 100% da ETc ou 353,98 mm. Neste tratamento foi aplicado 141,59 mm a mais que o tratamento com 60% da ETc ou 212,39 mm (Tabela 6). Segundo Coelho et al. (2013), a lâmina mais adequada para a banana cv. D'angola nas condições dos tabuleiros costeiros é de 940 mm. No entanto, neste trabalho a menor lâmina aplicada mais a precipitação somou um total de 1443 mm, valor este superior ao valor descrito acima.

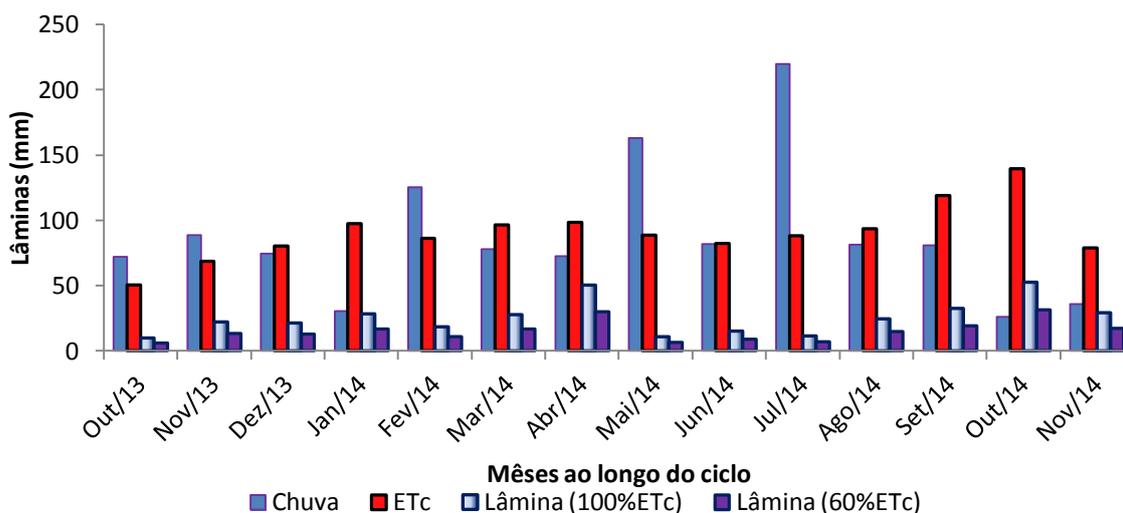
**Tabela 6.** Precipitação e Laminas de irrigação aplicadas durante o ciclo da Cultura

Precipitação	Lâmina aplicada		Precipitação + Lâmina Aplicada	
	(100% da ETc)	(60% da ETc)	(100% da ETc)	(60% da ETc)
	(mm)			
1230,8	353,98	212,39	1584,78	1443,19

\*Os Tratamentos foram diferenciados quando as plantas completaram quatro meses de transplântio.

Os períodos de maiores participação da irrigação foram de dezembro de 2013 a abril de 2014, neste período foi aplicado via irrigação uma lâmina de água

146 e 87 mm para os tratamentos com 100 e 60% da ETc, respectivamente, correspondendo a um total de 41% do total de lâmina de água aplicado via irrigação em todo ciclo e de agosto a novembro de 2014 a água aplicada via irrigação foi de 138 e 83 mm para os tratamentos com 100 e 60% da ETc nesta mesma ordem correspondendo a 39% da participação total das lâminas de irrigação aplicadas. A partir do mês de abril de 2014, a participação da irrigação diminui efetivamente, esta fase compreendeu o período reprodutivo da cultura, devido ao excesso de água no solo (Figura 4). Essa fase é a de maior demanda hídrica da cultura e teoricamente a mais sensível ao efeito dos tratamentos das lâminas de irrigação. De acordo com 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 estende da diferenciação floral à emergência do cacho.



**Figura 4.** Evapotranspiração da cultura (ETc), precipitação e as respectivas lâminas de irrigação aplicadas durante o ciclo da bananeira d'angola. Cruz das Almas-Ba. Outubro de 2013 a novembro de 2014.

Os valores médios das variáveis de crescimento na fase de florescimento (número de folhas vivas totais, altura, diâmetro, área foliar total), assim como as variáveis das fases de cultivo (dias do plantio ao florescimento, período de enchimento de fruto e dias do plantio a colheita) não foram influenciadas ( $p > 0,05$ ) pelos níveis de adubação estudados, o que pode ser devido a aplicação de

esterco bovino na cobertura, a exemplo de Borges et al. (2002), que trabalhando com adubação nitrogenada e matéria orgânica na bananeira Terra, justificaram o fato dos tratamentos com adubação não terem dado resposta, foram os níveis dos nutrientes presente no solo e a adubação de cobertura com esterco.

Entre as variáveis de crescimento, apenas a variável dias do plantio ao florescimento foi influenciada pelas lâminas de irrigação e pela interação adubação x lâmina. A densidade de planta não influenciou o período de enchimento de frutos, no entanto esta mesma variável foi influenciada pela interação adubação x densidade (Anexo 1).

Na Tabela 7, são apresentados os valores médios para as variáveis de crescimento das fases do cultivo em função das densidades de plantio. Todas as variáveis de crescimento para a densidade de plantio com duas plantas por touceira 3200 plantas ha<sup>-1</sup> foram superiores as mesmas variáveis para a densidade com uma planta por touceira 1600 plantas hectare<sup>-1</sup>, exceto para o diâmetro de caule.

Os tratamentos com duas plantas por touceira (3200 plantas ha<sup>-1</sup>) foram superiores aos tratamentos com uma planta por cova (1600 plantas ha<sup>-1</sup>), em média com 12,09 folhas a mais (Tabela 7). Faria et al. (2010) avaliando bananeiras do tipo Terra no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m (1666 plantas ha<sup>-1</sup>), detectaram que a cv. d'angola se destacou com média de 14,2 folhas por planta na época do florescimento, valor este similar ao encontrado neste trabalho para o tratamento com 1600 plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 7).

Os valores médios da área foliar total, de forma similar ao numero de folhas totais, para a densidade (3200 plantas ha<sup>-1</sup>) foi em média superior em 10,61 m<sup>2</sup> em relação à densidade (1600 plantas ha<sup>-1</sup>) (Tabela 12), o que era esperado devido ao acréscimo do número de folhas.

A média da altura de plantas das plantas dos tratamentos com duas plantas por touceira (3200 plantas ha<sup>-1</sup>) apresentou-se maior em relação aos tratamentos com uma planta por touceira (1600 plantas ha<sup>-1</sup>) (Tabela 7). Belalcázar Carvajal (2002) trabalhando com densidade de plantio da bananeira Dominico-Hartón (Musa AAB Simmonds) no espaçamento 3,0 x 2,0 m, com uma planta, duas e três por cova conseguiu alturas de 3,5, 4,2 e 4,3 m comprovando que a densidade populacional tem influencia na altura da planta, ou seja, quanto maior a densidade populacional maior a altura da planta, corroborando com o descrito no presente

trabalho. Da mesma forma Cavalcante et al. (2014) também trabalhando com a cultivar D'Angola para controle fitotecnico da sigatoka negra em diferentes densidades de plantio encontram valores diversos para as seis densidades estudadas, variando de 2,93 a 3,12 m. Os valores encontrados neste experimento para uma planta por touceira encontram-se dentro do intervalo descrito, já para o caso de duas plantas por touceira esses valores foram superiores. A altura de planta é uma característica que influi no manejo da cultura. Quanto maior for a planta mais difícil a colheita, além do aumento da chance de queda do cacho e consequentemente perda na produção comercial, além disso, a altura pode influenciar no tombamento de plantas adultas e ficarem mais vulnerável a quebra pela ação do vento (FARIA et al., 2010).

A menor densidade (1600 plantas ha<sup>-1</sup>) apresentou diâmetro de pseudocaule superior (Tabela 7), da mesma forma, Athani et al. (2009), testando diferentes espaçamentos de cultivos na banana cv. Rajapuri, nas condições de Dharwad, na Índia, encontraram perímetro de pseudocaule máximo para a menor densidade (1736 plantas ha<sup>-1</sup>) e perímetro mínimo para o maior adensamento (5555 plantas ha<sup>-1</sup>). Sendo que os valores médios do perímetro do pseudocaule descritos neste experimento foram similares às encontradas por Coelho et al. (2013) que, estudando as necessidades hídricas de bananeiras tipo Terra nas condições de clima e solo de Cruz das Almas - BA encontraram para cv. D'Angola, diâmetro médio de pseudocaule de 0,23 m.

As fases de crescimento dias do plantio ao florescimento (DAP) e dias do plantio a colheita (DPC) para os tratamentos com duas plantas por touceiras (3200 plantas ha<sup>-1</sup>) foram mais tardias que os tratamentos com uma planta por touceira (1600 plantas ha<sup>-1</sup>), com uma extensão média de 31,67 dias no florescimento e 36,91 dias para a colheita (Tabela 9). Esses resultados estão de acordo com os de Belalcázar Carvajal (2002) para os quais o incremento de dias na fase vegetativa torna-se compensado com incremento na produção, indicando o uso de até três perfilho por cova para a cv. Dominico-Hartón. Nesse trabalho o autor encontrou para uma, duas e três plantas por cova 15,5, 18,0 e 20,0 meses de ciclo vegetativo. Coelho et al. (2013) trabalhando com a cultivar d'angola com densidade de plantio de 2000 plantas ha<sup>-1</sup> nas mesmas condições de solo e clima de cruz das almas - BA, encontraram valores médios para dias de plantio ao florescimento de 295 dias e para dias do plantio a colheita de 384 dias. Valores

próximos a densidade de plantio com 1600 plantas ha<sup>-1</sup> do presente trabalho (Tabela 7).

**Tabela 7.** Média das variáveis de crescimento, número de folhas totais (NFT), altura de plantas (ALT), diâmetro do pseudocaule (DPSE), área Foliar Total (AFT), número de dias do plantio ao florescimento (DAP), período de enchimento de frutos (DEC) e período total do ciclo (DPC) da bananeira D'Angola. Cruz das Almas - Ba. 2015

Densidade	NFT	Alt	Dpse	AFT	DAP	DEC	DPC
	-	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )		Dias	
<b>1600 plantasha<sup>-1</sup></b>	14,23 b	3,05 b	0,22 a	10,68 b	315,15 b	106,24 a	421,40 b
<b>3200 plantasha<sup>-1</sup></b>	26,32 a	3,28 a	0,20 b	21,29 a	346,82 a	111,49 a	458,31 a

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste F (p<0,05).

Verificou-se efeito significativo da interação lâmina x adubação, nas médias da variável número de dias do plantio ao florescimento. As plantas submetidas a lâmina 60% da ETc foram mais precoces 18 dias que as plantas submetidas a 100% da ETc dentro da adubação 3 (1,5 do recomendado). Pelo teste Tukey, o tratamento com adubação (1,0 do recomendado) resultou em um ciclo mais precoce, que não diferiu do tratamento com adubação 2 (1,25 do recomendado) cujos ciclos foram mais precoces que o referente a adubação 3 (1,5 do recomendado) na lâmina correspondente a 100% da ETc (Tabela 8). Moura et al. (2002), trabalhando com a banana comprida verdadeira em Amaraji-PE, testando diferentes espaçamentos de plantio encontrou media de dias do plantio ao florescimento para o espaçamento 2,0 x 2,5m de 322 dias, valor este similar aos descritos neste experimento.

A interação densidade x adubação teve efeito significativo (p<0,05), no período em dias de enchimento dos frutos (DEC). A densidade de uma planta por cova (1600 plantas ha<sup>-1</sup>) apresentou desenvolvimento de fruto mais precoce que a densidade de duas plantas por cova (3200 plantas ha<sup>-1</sup>). O DEC (Tabela 10) foi influenciado pela adubação, fixando a densidade de 3200 plantas ha<sup>-1</sup>, onde as plantas submetidas a adubação 1 do recomendado apresentaram enchimento de fruto mais tardio do que as demais, principalmente do que as do tratamento com adubação 2 (1,5 do recomendado).

**Tabela 8.** Médias das variáveis números de dias do plantio ao florescimento (DAP) (Adubação x Lâmina) e período em dias de enchimento dos frutos (DEC) (Adubação x Lâmina) da bananeira D'Angola. Cruz das Almas - Ba. 2015

ADUBAÇÃO	DAP (Dias)		DEC (Dias)	
	60% ETc	100% ETc	1600 plantas ha <sup>-1</sup>	3200 plantas ha <sup>-1</sup>
1	322,51 aA	319,03 aA	102,23 aA	120,67 bB
2	324,54 aA	336,04 aB	105,58 aA	105,91 aA
3	332,76 aA	351,03 bC	110,92 aA	107,90 aAB

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

### Características de produção da bananeira cv. d'angola

Os valores médios das variáveis de produção: número de folhas vivas totais, número de dedos por cacho, número de pencas por cacho, massa da penca por cacho, produtividade de pencas, produtividade de cacho e eficiência do uso da água, não foram influenciados ( $p > 0,05$ ) pelos níveis de adubação estudados. A fonte de variação lâmina de irrigação influenciou ( $p < 0,05$ ) apenas a variável eficiência do uso da água. A densidade de plantio influenciou ( $p < 0,05$ ) todas variáveis de produção. As interações: adubação x lâmina, adubação x densidade e lâmina x densidade, não apresentaram efeito significativo em qualquer variável de produção (Anexo 2).

A média do número de folhas vivas na colheita apresentou uma redução na ordem de 5,9 e 13,16 folhas para densidade 1600 plantas ha<sup>-1</sup> e 3200 plantas ha<sup>-1</sup> respectivamente, em relação a média desta variável durante a emissão floral (Tabelas 7 e 9), o que pode ser explicado conforme Silva et.al. (2006) e Lima et. al. (2005) em que relatam que a translocação de fotoassimilados para a formação de frutos passam a ser o dreno preferencial da planta.

O número de frutos por cacho (NFRUT) foi superior para os tratamentos com densidade de 3200 plantas ha<sup>-1</sup>, apresentando uma porcentagem de variação em relação a densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup> de 81,27%. Coelho et al. (2013) trabalhando com a densidade de plantio de 2000 plantas ha<sup>-1</sup> encontrou uma média de 34,47 frutos, valores próximos ao verificados neste trabalho na

densidade 1600 plantas ha<sup>-1</sup> ou 29,47 dedos (Tabela 11). Esses resultados não condizem com os de Scarpate Filho et al. (2001), que testando diferentes espaçamentos de cultivo da bananeira “nanicão” em Piracicaba-SP, verificou que o número de frutos por cacho, teve uma tendência de maior número de frutos nos cachos colhidos nas menores densidades, principalmente na densidade de 1333 plantas ha<sup>-1</sup>, onde o número de frutos foi maior que nas demais, embora não tenha diferido estatisticamente da densidade de 1666 plantas ha<sup>-1</sup>.

O número de pencas por cachos das duas plantas (Tabela 9) na densidade de 3200 plantas ha<sup>-1</sup> apresentou um aumento em relação a densidade (1600 plantas ha<sup>-1</sup>) de 92,92%. Cavalcante et al. (2014) ao estudar a banana cv. D'angola em diferentes densidades de plantio (1111, 1333, 1666, 2000, e 2500 plantas ha<sup>-1</sup>) visando o controle da Sigatoka negra nas condições de Rio Branco-AC, encontram números de pencas por cacho variando de 5,5 a 6,2 pencas por cacho. Coelho et al. (2013), trabalhando com a cv d'angola com densidade de 2000 plantas ha<sup>-1</sup>, nas mesmas condições de solo e clima do presente experimento encontraram médias de número de pencas de 6,36, próximo do valor encontrado na densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup>.

A massa de pencas (MPEN) e cachos (MCAC) para a densidade de 3200 plantas ha<sup>-1</sup> resultaram em média num aumento de 69,45% e 69,66% respectivamente em relação a densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 9). Faria et al. (2010) trabalhando com avaliações fitotécnicas de bananeiras tipo terra irrigadas nas condições do município de Guanambi - Ba, encontraram, para cv. d'angola, peso de penca (10,7 kg) e peso do cacho (12 kg) com 1111 plantas ha<sup>-1</sup>, valores estes superiores ao obtido no presente experimento para a densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup>. No entanto, Gasparoto et al. (2008) trabalhando com diferentes densidades de cultivo (1600, 2000, 2400, 2800 e 3200 plantas ha<sup>-1</sup>) para esta mesma cultivar nas condições de clima da Amazônia ocidental, encontrou valor máximo dentre os espaçamentos estudados para MCAC de 8,22 kg, valor este inferior ao descritos neste experimento.

As produtividades de pencas (PPEN) e de cacho (PCAC) nos tratamentos com duas plantas/cova (3200 plantas ha<sup>-1</sup>) superaram em 69,53 e 69,61% respectivamente, essas mesmas variáveis para a densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup> (uma planta/cova). O aumento de uma planta para duas por cova resultou em um incremento na produtividade por hectare de 11,32 e 12,15 t ha<sup>-1</sup> para PPEN e

PCAC, respectivamente (Tabela 9). A produtividade nas duas densidades estiveram dentro ou acima da faixa de 15 a 20 t/ciclo reportada por Silva et al. (2001) como a faixa de produtividade potencial da cv. D'angola. A produtividade média considerando a densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup> foi superior a obtida por Cavalcante et al. (2014), que obteve 17,73 t ha<sup>-1</sup> com a densidade de 1666 plantasha<sup>-1</sup> nas condições do Acre.

A eficiência do uso da água (EUA) para a densidade de plantio de 3200 plantas ha<sup>-1</sup> superou em 69,87%, a EUA para a densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup>, o que significa dizer que ocorreu no tratamento com a densidade de 3200 plantas ha<sup>-1</sup> um incremento na (EUA) de 18,1 kg de banana por 10 m<sup>3</sup> de água por hectare, isso em decorrência do acréscimo na produtividade de 11,32 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 9). Esse aumento na eficiência é esperado pelo maior aumento na produtividade para a mesma lâmina aplicada. Pamponet (2013) avaliando duas densidades de plantio a partir do segundo ciclo (2000 e 4000 plantas ha<sup>-1</sup>) com a cv. Prata-Anã verificou elevação da EUA para densidade de 4000 plantas ha<sup>-1</sup> em relação a 2000 plantas ha<sup>-1</sup> em consequência de um incremento de produtividade de pencas de 80 a 85% em relação à densidade de 2000 plantas ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 9.** Médias das variáveis: número de folhas vivas totais (NFT), número de frutos por cacho (NFRU), número de pencas por cacho (NPEN), massa da penca por cacho (MPEN), massa do cacho (MCAC), produtividade de pencas (PPEN), produtividade de cacho (P CAC) e eficiência do uso da água (EUA) da bananeira cv. d'angola. Cruz das Almas - Ba. 2015.

Densidade	NFT	NFRU	NPEN	MPEN	MCAC	PPEN	PCAC	EUA
	-----			(kg)	(kg)	(t ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )	(kg mm <sup>-1</sup> )
<b>1600 plantas ha<sup>-1</sup></b>	8,33b	29,47b	6,78b	10,18b	10,91b	16,28b	17,46b	25,89b
<b>3200 plantas ha<sup>-1</sup></b>	13,16a	53,42a	13,08a	17,25a	18,51a	27,60a	29,61a	43,98a

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste F (p<0,05).

A lâmina de 60% da ETc foi mais eficiente que a lâmina de 100% da ETc, com um incremento da (EUA) de 8,87 kg de banana por milímetro de água ou por 10 m<sup>3</sup> de água por hectare (Tabela 10). Esta diferença representou acréscimo de 29,1% na EUA com economia de 141,6 mm de água da maior para menor lâmina de irrigação. Nas condições do experimento não houve efeito da lâmina na produtividade. As EUA foram próximas ou superiores a eficiência máxima de uso

de água, correspondente a lâmina de 922 mm ( $29,6 \text{ kg mm}^{-1}$ ) considerada a mais adequada para essa cultivar obtida por Coelho et al. (2013) nas mesmas condições edafoclimáticas.

**Tabela 10.** Médias da Eficiência do uso da água (EUA) da bananeira D'Angola. Cruz das Almas - Ba. 2015.

Lâmina	EUA
	( $\text{kg mm}^{-1}$ )
60% da ETc	39,37 a
100% da ETc	30,50 b

\*Médias sem letras nas linhas não apresentaram diferença estatística pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

### Qualidade de fruto da bananeira d'angola

A análise de variância mostrou que as variáveis de qualidade física dos frutos da bananeira da cv. D'angola (peso médio da 2ª penca do cacho, número de dedos da 2ª penca do cacho, peso médio do dedo, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, peso da polpa, diâmetro da polpa, espessura da casca, rendimento de polpa) e químicas (potencial hidrogeniônico, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, índice de maturação SS/AT e percentual de umidade do fruto) dos frutos da 2ª penca da bananeira cv. D'Angola não foram influenciadas pelos níveis de adubação estudados ( $p > 0,05$ ). As lâminas de irrigação tiveram efeito apenas no número de frutos da 2ª penca e no percentual de umidade do fruto ( $p < 0,05$ ). A densidade de plantio influenciou ( $p < 0,05$ ) a variável peso de pencas, número de frutos, comprimento externo de fruto, peso da polpa, acidez titulável e o índice de maturação (SST/ATT). As interações: adubação x lâmina, adubação x densidade e lâmina x densidade, não tiveram efeito ( $p > 0,05$ ) em nenhuma dessas variáveis (Anexo 3).

As variáveis da qualidade física dos frutos da bananeira cv. d'angola das plantas submetidas aos tratamentos com uma planta por touceira (1600 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), foram superiores as das plantas do tratamento com 3200 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Tabela 11), resultados que estão de acordo com Scarpate Filho & Kluge (2001) para quem a adoção de baixas densidades (1666 e 1333 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ) produz

frutos maiores embora com baixa produção quando comparados a altas densidades.

A variável peso de polpa e comprimento de fruto neste estudo mostrou superioridade para os tratamentos com uma planta por cova em relação aos tratamentos com duas plantas por cova. Faria et al. (2010) nas condições de Guanambi - Ba trabalhando com avaliações fitotécnicas de bananeiras tipo Terra, encontraram valores para o comprimento de fruto da cv. d'angola de 26,1 cm, valor este superior as demais cultivares avaliadas por eles. Costa (2008) relatou um comprimento de fruto para esta cultivar de 23,92 cm. Vale resaltar que estes dois autores encontraram valores inferiores ao obtido nesse experimento para as duas densidades, sem falar que as densidade de plantio usado por Faria et al. (2010) e Costa (2008) foram de 1111 plantas ha<sup>-1</sup>, mostrando que a densidade de plantio com duas plantas por touceira apesar de ter apresentando valores inferiores a densidade de plantio com uma planta por touceira, ainda assim este tratamentos produziram frutos de boa qualidade e com valores superiores aos obtidos pelos autores acima. Alves (2001) relata que os frutos desta bananeira são grandes, pesando em média 400 g, refletindo em maior comprimento e diâmetro, sendo, portanto, uma característica inerente a cultivar.

**Tabela 11.** Médias das variáveis: Peso médio da 2ª penca do cacho (Ppen), Número de dedos da 2ª penca do cacho (NDED), Peso médio do dedo (Pded), comprimento do fruto (CF), Diâmetro do fruto (DF), Peso da polpa (Ppol), Diâmetro da polpa (Dpol), Espessura da casca (EC), Rendimento de polpa (RP) da bananeira D'Angola. Cruz das Almas - Ba. 2015

Densidade	Ppen	NDED	PDED	CF	DF	Ppol	EC	Dpol	RP
	(g)	-	(g)	(cm)	(mm)	(g)	(mm)	(mm)	(%)
<b>1600 plantas ha<sup>-1</sup></b>	2095,4 a	6,69 a	319,22	29,88 a	44,63	208,28 a	4,47	36,38	65,4
<b>3200 plantas ha<sup>-1</sup></b>	1827,1 b	5,92 b	294,91	27,98 b	43,5	191,04 b	4,42	35,38	64,86

\*Médias sem letras nas linhas não apresentaram diferença estatística pelo teste F (p<0,05).

A acidez titulavel também se apresentou superior nos tratamentos com uma planta por cova (Tabela 12). Hansen et al. (2012), trabalhando com a variedade Terra Maranhão em um pomar comercial nas condições de Tancredo Neves - Ba, encontraram valores de acidez titulavel de 0,60% ácido málico quando os frutos

estavam amarelos com partes café (estado VII de maturação), valor superior aos descritos neste experimento no mesmo estado de maturação.

No entanto, a média do índice de maturação foi superior para os tratamentos com duas plantas por touceira, o que pode ser explicado pelo fato deste índice ser inversamente proporcional a acidez titulável, valor este que foi superior para densidade com uma planta por touceira. A SST/ATT é um dos parâmetros mais utilizado na avaliação da maturidade comercial de frutos por refletir o balanço entre os açúcares e os ácidos, sendo um indicativo de palatabilidade dos frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Desta forma pode-se inferir que os frutos do tratamento com duas plantas por cova, apresentou melhor palatabilidade em relação aos frutos do tratamento com uma planta por cova (Tabela 12).

**Tabela 12.** Médias das variáveis: Potencial hidrogenioco (pH) sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (AT), índice de maturação (Nº de Ratio) SS/AT e percentual de umidade do fruto (UMID) dos frutos da bananeira d'angola. Cruz das Almas - Ba. 2015

Densidade	pH	SST (°Brix)	ATT (%)	SST/ATT -	Umid (%)
1600 plantas ha <sup>-1</sup>	4,47	10,91	0,54 a	20,55 b	41,86
3200 plantas ha <sup>-1</sup>	4,42	11,23	0,49 b	22,83 a	39,29

1

O número de dedos e o percentual de umidade dos frutos para os tratamentos sob a lâmina 100% da ETc foram superiores em relação as plantas submetidas a 60% da ETc (Tabela 13). Os valores de percentual de umidade do fruto descritos neste experimento foram inferiores ao descritos por Silva et al. (2013), trabalhando com a cv. D'angola nas condições de Cruz das Almas-BA, encontraram valores de percentual de umidade de fruto, variando de 47 a 62%, testando diferentes doses de nitrogênio e lâminas de irrigação.

**Tabela 13.** Médias do número de dedos da 2ª penca do cacho (NDED) e percentual de umidade de fruto (Umid) dos frutos da bananeira d'angola. Cruz das Almas - Ba. 2015

Lâminas	NDED	Umid (%)
	-	
<b>60% ETc</b>	5,98 b	39,02 b
<b>100% ETc</b>	6,63 a	42,13 a

\*Médias sem letras nas linhas não apresentaram diferença pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

### Estado nutricional da bananeira

A análise de variância mostrou que os níveis de adubação e as lâminas de irrigação não tiveram efeito ( $p > 0,05$ ) em qualquer dos macro e micronutrientes foliares analisados. A densidade teve efeito apenas no fósforo e enxofre ( $p < 0,05$ ). As interações adubação x lâmina e adubação x densidade não tiveram efeito (Anexo 4) para qualquer dos macro e micronutrientes foliares analisados ( $p > 0,05$ ), no entanto a interação lâmina x densidade teve efeito no teor de potássio ( $p < 0,05$ ).

Os teores de macro e micronutrientes no presente trabalho (Tabela 19) apresentaram-se com valores dentro da faixa recomendada conforme Borges & Silva Junior (2001) para o nitrogênio (2,65 a 3,12 dag/kg), fósforo (0,13 a 0,17 dag/kg), potássio (2,2 a 2,53 dag/kg), boro (14 a 30 mg/kg) e Zinco (14 a 16 mg/kg).

De acordo a recomendação de Borges & Souza (2004), para a banana prata anã (AAB), todos os níveis estão dentro da faixa ótima, com exceção do manganês, cuja faixa ideal é a da ordem de 173 a 630 mg/kg e no presente trabalho a concentração deste nutriente variou de 29,23 a 30,21 mg/kg.

**Tabela 14.** Resultado dos teores de macro e micronutrientes da terceira folha da bananeira D'Angola. Cruz das Almas - Ba. 2015

Densidade	N <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>	K <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	Ca <sup>2</sup>	Mg <sup>2</sup>	B <sup>3</sup>	Cu <sup>2</sup>	Fe <sup>2</sup>	Mn <sup>2</sup>	Zn <sup>2</sup>	Na <sup>2</sup>
	.....dag/kg.....						-----mg/kg-----					
<b>1600 plantas ha<sup>-1</sup></b>	2,98	0,18 b	3,22	0,19 b	0,84	0,34	15,73	3,97	82,2	29,23	14,73	45,26
<b>3200 plantas ha<sup>-1</sup></b>	3,05	0,19 a	3,30	0,22 a	0,84	0,34	17,57	3,78	89,37	30,21	16,04	47,22

\*Laboratório de Solos da Unidade Regional EPAMIG Norte de Minas;

<sup>1</sup> - Digestão sulfúrica – Método Kjeldahl; <sup>2</sup> - Digestão nítrico-perclórica; <sup>3</sup> - Digestão via seca dag/kg = (%); mg/kg = (ppm).

\*Medias sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste F a 5 % de significância.

No desdobramento da interação lâmina x densidade, verificou-se que houve efeito da densidade na lâmina 100% da ETc, sendo que o tratamento com duas plantas por touceira apresentou maior teor de potássio (Tabela 15). Na interação densidade x lâmina observou-se que os tratamentos com duas plantas por cova apresentaram diferença estatística dentro de cada lâmina, sendo superior para os tratamentos com a lâmina de 100% da ETc.

**Tabela 15.** Médias do teor de potássio na terceira folha da bananeira da cv. D'Angola. Cruz das Almas - Ba. 2015

Densidade	K	
	60% ETc	100% ETc
<b>1600 plantas ha<sup>-1</sup></b>	3,34 aA	3,09 aB
<b>3200 plantas ha<sup>-1</sup></b>	3,27 bA	3,33 aA

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si a 5% de significância para Densidade x Lâminas pelo teste F

## CONCLUSÕES

O aumento na densidade de plantio de 1600 plantas ha<sup>-1</sup> para 3200 plantas ha<sup>-1</sup> promove acréscimo no ciclo produtivo, tanto do plantio ao florescimento, quanto do plantio a colheita.

A condução de duas plantas por touceira aumentou a produtividade de pencas e cacho na ordem de 69,53 e 69,61%, equivalente a um incremento de 11,32 e 12,15 t ha<sup>-1</sup>.

A eficiência do uso da água (EUA) para a densidade de plantio de 3200 plantas ha<sup>-1</sup> foi superior em 69,87% em relação à densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup>.

A lâmina de 60% da ETc foi mais eficiente no uso da água que a lâmina de 100% da ETc, com um incremento da (EUA) de 8,87 kg de banana por milímetro de água.

O aumento na densidade de plantio diminui o comprimento e diâmetro do fruto, no entanto, proporciona uma elevação no índice de maturação.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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

ALVES, A. A. C.; SILVA JÚNIOR, J. F. S.; COELHO, E. F. Estimation of banana leaf area by simple and non-destructive methods. In: VIII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 2001, Ilhéus. Fisiologia de plantas no novo milênio: desafios e perspectivas. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2001. v.1. p.3p.

ALVES, E. J. **Cultivo de bananeira tipo Terra**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 2001. 176p.

ARANTES, A. M.; DONATO, S. L. R.; SILVA, S. O. Relação entre características morfológicas e componentes de produção em plátanos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.224-227, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D.C. Association of Analytical Chemistry, 1975. 1094p.

ATHANI, S. I, REVANAPPA; DHARMATTI, P. R. Effect of plant density on growth and yield in banana. **Journal Agricola Scientific**, Karnataka, v.22, n.1, p.143-146. 2009.

BELALCÁZAR CARVAJAL, S L. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. **Medelin: Acorbat. XV reunión., Colombia.** Asociación de Bananeros de Colombia AUGURA, 2002.

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.

BISWAS, B. C. LALIT KUMAR, F. N. D. High Density Planting: **Success Stories of Banana Farmers.** Fertiliser Marketing News, v.41, n.6, p.3-10. 2010.

BORGES, A. L.; SILVA JUNIOR, J. F. Calagem e adubação. In: ALVES, E. J. **O cultivo da bananeira da terra.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2001, p.35-40.

BORGES, A.L. et al. Adubação nitrogenada para bananeira- 'Terra' (*Musa* sp. AAB, subgrupo Terra). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.189-193, 2002.

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

CAVALCANTE, M. J. B. et al. Manejo fitotécnico da bananeira, cultivar d' angola (AAB), visando ao controle da sigatoka-negra. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.2, p.201-208, 2014.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** 2.ed. Campinas: Editora Unicamp, 2003.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio** 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L.; TEIXEIRA, A. H. C. Irrigação. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p.132-145.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, R. C.; PAMPONET, A. J. M. Necessidades hídricas de bananeira tipo Terra em condições de tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.9, p.1260-1268, 2013.

COSTA, J. R. M. **Viabilidade agro-econômica de genótipos de bananeira do tipo terra com resíduos orgânicos**. 2008. 98f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande/Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2008.

COSTA, F. S. et al. Crescimento, produtividade e eficiência no uso da água em bananeira irrigada no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n.4, p.26-33, 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.

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.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso: março de 2015.

FARIA, H. C. et al. Avaliação fitotécnica de bananeiras tipo terra sob irrigação em condições semi-áridas. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.4, p.830-836, 2010.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

GASPAROTTO, L. et al. Plantio adensado não controla a sigatoka-negra da bananeira. **Acta Amazônica**, Manaus, v.38, n.2, p.189-192, 2008.

HANSEN, O. A. S.; FONSECA, A. A. O.; HANSEN, D. S. Caracterização física e química da banana 'terra maranhão' em três estádios de maturação. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v.24, n.1, p.27-33, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUIZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: março de 2015.

LABORATORY IN FOOD ANALYSIS. Lond: Butterworths, 1973, p.58-60.

LIMA, M. B. et al. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira no Recôncavo Baiano. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.3, p.515-520, 2005.

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.

MOURA, R. J. M. et al. Espaçamento para o cultivo da bananeira 'comprida verdadeira' (Musa AAB) na zona da Mata Sul de Pernambuco (1º ciclo). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.697-699, 2002.

PAMPONET, A. J. **Resposta da bananeira irrigada com diferentes densidades de plantas**. 2013. 111p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, Ba, 2013.

SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A. Produção da bananeira 'Nanicão' em diferentes densidades de plantas e sistemas de espaçamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.105-113, 2001.

SILVA, A. C. P. **Níveis de nitrogênio e de irrigação na produção e acúmulo de nutrientes em bananeira cultivar d'angola**. 2013. 83f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, BA, 2013.

SILVA, S. O.; SILVEIRA, J. R. S.; ALVES, E. J. Cultivares. In: ALVES, E.J. **Cultivo de bananeira tipo terra**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. p.41-48.

SILVA, S. O. E; PEREIRA, L. V.; RODRIGUES, M. G. V. Bananicultura irrigada: inovações tecnológicas: variedades. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.29, n.245, p.78-83, 2008.

SILVA, S. O. et al. Avaliação de clones de banana Cavendish. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.5, p.832-83, 2006.

SINCLAIR, W. B. **Division of agricultural sciences**. California. USA: Oranpa University, 1961.

SOTO BALLESTERO, M. Situación y avances tecnologicos en la producción bananera mundial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.13-28, 2011.

SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz as

Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. 56p. (Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 20).

## **CAPITULO II**

### **SISTEMA RADICULAR DA BANANEIRA D'ANGOLA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS, NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO**

## **SISTEMA RADICULAR DA BANANEIRA D'ANGOLA SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS, NÍVEIS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO**

Autor: Lenilson Wisner Ferreira Lima

Orientador: Dr. Eugenio Ferreira Coelho

Coorientadora: Dra. Ana Lucia Borges

**RESUMO:** O Objetivo do presente trabalho foi de avaliar a distribuição do sistema radicular da bananeira cv. d'angola com diferentes densidades de plantas a níveis de água e adubação. O trabalho foi realizado entre junho de 2013 a novembro de 2014. O espaçamento adotado foi 2,5 m entre plantas e 2,5 m entre fileiras de plantas, sendo utilizado um sistema de irrigação por gotejamento, com quatro emissores por planta. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcela subdivididas com três repetições. Os tratamentos estudados consistiram em três níveis de adubação (1,0; 1,25 e 1,5 da dose recomendada), duas lâminas de irrigação (60 e 100% da evapotranspiração da cultura) e duas densidades de plantio (uma e duas plantas por touceira). A análise de variância demonstrou que os níveis de adubação tiveram efeito na profundidade efetiva do sistema radicular. A densidade de plantas influenciou as variáveis comprimento e densidade de comprimento de raízes. Aplicou se teste Tukey para os níveis de adubação e teste F para as densidades quando apresentaram efeito estatístico. As variáveis comprimento total e densidade de comprimento total foram superior com os tratamentos com duas plantas por touceira. A distância efetiva de raízes ocorreu em média 0,62 m do pseudocaule e a profundidade efetiva de raízes se estendeu a 0,43 m de profundidade, sendo que estas não apresentaram diferença com o aumento da densidade.

**Palavras-Chave:** Densidade de plantio, raízes, profundidade efetiva.

## **ROOT BANANA SYSTEM D'ANGOLA UNDER DIFFERENT PLANT DENSITIES, WATER LEVELS AND FERTILIZER**

Author: Lenilson Wisner Ferreira Lima

Adviser: Dr. Eugenio Ferreira Coelho

Co-adviser: Dra. Ana Lucia Borges

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the root system distribution of banana cv. d'angola with different plant densities for water and fertilizer levels. The study was conducted from June 2013 to November 2014. The spacing adopted was 2.5 m between plants and 2.5 m between rows of plants, being used a drip irrigation system, with four emitters per plant. The experimental design was a randomized block in split plot with three replications. The treatments consisted of three fertilizer levels (1.0, 1.25 and 1.5 of the recommended dose), two irrigation levels (60 and 100% of crop evapotranspiration) and two planting densities (one and two plants per plant). The analysis showed that the levels of fertilization had an effect on the effective depth of the root system. The plant density influenced the length and root length density variable. Tukey test was used for fertilization levels and test F for the densities when presented statistical effect. The total variable length and full length density were higher in treatments with two plants per clump. The effective distance of roots occurred an average of 0.62 m from the pseudostem and the effective depth of the roots extended to 0.43 m depth, and they showed no difference with increasing.

**Key words:** Planting density, roots, effective depth

## INTRODUÇÃO

As plantas absorvem água do solo pelas raízes e apenas uma pequena parte dela é incorporada na matéria vegetal, na forma de água constituinte, e grande parte é perdida pelas folhas através dos estômatos, para a atmosfera, na forma de vapor. Quando não há água disponível no solo, ocorre o estresse hídrico. A exigência de água é intrínseca da planta que, se não satisfeita, afeta o crescimento e a produção. O conhecimento disso é fundamental para se entender por que a agricultura irrigada, mesmo a mais racional e eficiente, é grande demandadora de água, dentre os diferentes setores da sociedade (PIRES et al., 2008).

O sistema radicular da bananeira origina-se na produção central do rizoma, distribuindo-se em toda parte central do mesmo. A bananeira gera raízes continuamente até a diferenciação floral (BASSOI et al., 2001; DONATO et al., 2013; CARR, 2009). O sistema radicular é dividido em raízes grossas e finas, pois as mesmas têm funções diferenciadas. As primeiras são responsáveis pela fixação das plantas ao solo, enquanto as raízes finas 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).

O sistema radicular é um dos fatores relacionados ao crescimento das plantas que, por sua vez, é determinado pelas características das espécies e fatores ambientais, tais como o clima e as características físicas, químicas e biológicas do solo. O volume de solo disponível para as raízes, determinado pela profundidade e impedimento físico é um dos principais fatores que influenciam no crescimento das plantas, afetando a disponibilidade de água e nutrientes (GAITÁN et al., 2005; LEHMANN, 2003).

O conhecimento da distribuição do sistema radicular da bananeira é fundamental para o uso racional da água, uma vez que as raízes, além de se constituírem como meio de fixação da planta no solo, são a principal via de absorção de água e nutrientes é uma relevante ferramenta para determinar a quantidade de água a ser aplicada no manejo da irrigação localizada. Apenas o conhecimento da profundidade efetiva do sistema radicular não é suficiente para a irrigação localizada, uma vez que, a geometria de distribuição de água é de caráter multidimensional, diferindo da aspersão. Além de ser necessário para o posicionamento adequado de sensores no solo para manejo da irrigação (COELHO et al., 2002; DONATO et al., 2012). Desta forma, torna-se necessário o máximo conhecimento de como se dá a distribuição horizontal e vertical do sistema radicular das culturas no perfil do solo. De acordo com Carr (2009), a maioria das raízes encontram-se até 0,6 m da base da planta podendo se expandir à profundidades de 1,0 a 1,5 m, uma vez que não exista limitações físicas, sendo que poucas raízes são encontradas na camada 0,6 a 0,8 m de profundidade, ou seja, as raízes são mais presente nas camadas superficiais (CARR, 2009).

Existem vários métodos de determinação do sistema radicular, entre eles: método da trincheira, do monólito, trado e da escavação (COELHO et al., 2008), onde o conhecimento da distribuição de raízes tem-se baseado no comprimento ou no peso seco dos segmentos das mesmas, o que tem resultado em análises de variações como a densidade de comprimento das raízes e ou percentagem do comprimento total das raízes (COELHO et al., 2008). O conhecimento sobre a densidade e distribuição em profundidade das raízes e sua relação com as propriedades edáficas do solo, pode constituir uma importante fonte de informações para entender como ocorre o crescimento das plantas em um determinado local (SELLE et al., 2010).

A densidade de comprimento quantifica a capacidade do sistema radicular para explorar volume de solo. Quanto maior seu valor, mais nutrientes por unidade e volume de solo são absorvidos (DONATO et al., 2012). Raízes de bananeiras e plátanos têm DCr de cerca de 1 cm cm<sup>3</sup> (DONATO et al., 2013). Donato et al. (2012), descrevem que a profundidade efetiva do sistema radicular, que efetivamente extrai água e nutrientes chega até os 0,50 m.

De acordo com Pamponet et al. (2013) não se sabe ao certo os efeitos da condução de duas plantas produtivas por ciclo sob o sistema radicular da bananeira, bem como, se a redução da lâmina aplicada limita o desenvolvimento do mesmo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da densidade de plantas e diferentes níveis de adubação na distribuição de raízes da bananeira D'Angola no primeiro ciclo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura localizada no município de Cruz das Almas - BA, a 225,87 m de altitude, com 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. Com temperatura média mensal de 23,7°C e umidade relativa do ar média anual de 81% (D'ANGIOLELLA et al., 1998).

No local onde foi instalado o experimento, o solo foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico típico, relevo plano, A moderado, caulínítico, hipoférrico, muito profundo, ácido, pertencente à fase de transição da floresta tropical subperenifólia/subcaducifolia, relevo plano (SOUZA & SOUZA, 2001). A Tabela 1 apresenta a caracterização físico-hídrica da área experimental.

**Tabela 1.** Análise físico-hídrica do solo do experimento: umidade na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP), densidade do solo (Ds), frações granulométricas e classe textural

Profundidade (m)	CC*	PMP*	D <sub>s</sub>	Textura		Porosidade		Classe textural	
				Areia	Silt e Argila	Macro	Micro		
	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	%					
(0-0,20)	0,14 1	0,093	1,430	76,6	6,1	17,3	15,53	15,09	Franco Arenoso
(0,20-0,40)	0,18 0	0,133	1,530	69,9	4,7	25,4	10,95	17,79	Franco Argilo Arenoso
(0,40-0,60)	0,19 5	0,148	1,340	54,7	8,1	37,2	13,45	19,79	Argila Arenosa

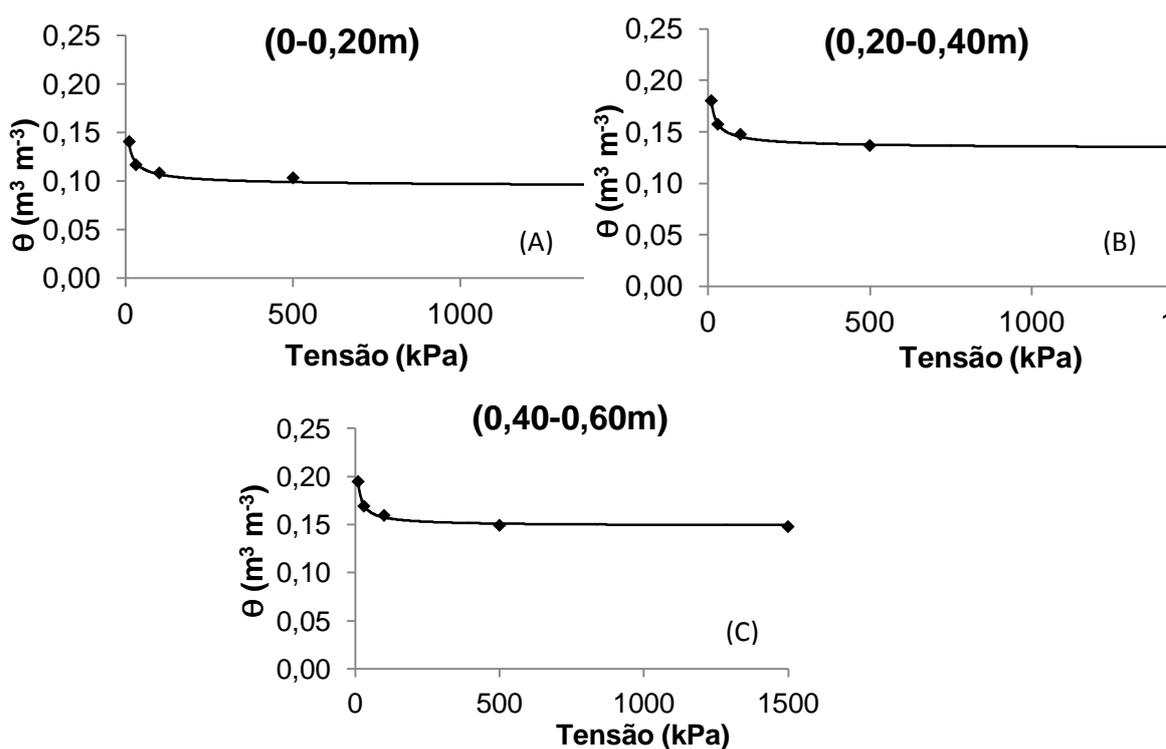
\* CC umidade correspondente a tensão de -10 kPa;

\* PMP umidade correspondente a tensão de -1500 kPa.

As curvas características de retenção de água para três profundidades do solo, ajustada aos dados de potencial matricial e umidade usando o modelo de van Genuchten (1980), encontram-se na Figura 1, com os parâmetros das mesmas destacados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Parâmetros do modelo de Van Genuchten (1980) para diferentes profundidades do solo da área experimental. Cruz das Almas-Ba, 2015

Profundidade	$\theta_s$	$\theta_r$	$\alpha$	$m$	$n$	$R^2$
(0-0,20)	0,263	0,093	1,169	0,343	1,523	0,976
(0,20-0,40)	0,336	0,133	1,165	0,372	1,591	0,994
(0,40-0,60)	0,407	0,148	1,159	0,41	1,696	0,993



**Figura 1.** Representação gráfica da curva de retenção de água do solo da área do experimento com banana d'angola, em três profundidades. (A) 0-0,20m; (B) 0,20-0,40m; (C) 0,40-0,60m.

A bananeira do grupo Terra (*Musa Acuminata*), cv. d'angola, foi plantada no espaçamento de 2,5 m entre plantas e 2,5 m entre fileiras de plantas em

touceiras com uma e duas mudas para atender o delineamento experimental. O plantio foi feito no dia 13 de junho de 2013, sendo consolidado o pegamento em outubro de 2013, devido a substituição de mudas que não vigoraram.

No 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. Foi novamente aplicado 12 L de esterco antes da floração da cultura. Foram realizados todos os tratos 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 & Souza (2004).

Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, com uma linha lateral de gotejamento por fileira de plantas, com três emissores autocompensantes de 4 L h<sup>-1</sup> por planta, com um emissor junto à planta e outros dois espaçados de 0,5 m do primeiro emissor.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema de parcela subdivididas 3 x 2. As parcelas compreenderam três doses de adubação: dose recomendada; 1,25 da dose recomendada; 1,5 da dose recomendada. As subparcelas duas densidades de plantas de (1600 plantas ha<sup>-1</sup> ou uma planta por cova e 3200 planta ha<sup>-1</sup> ou duas plantas por cova).

A adubação foi realizada semanalmente via fertirrigação com o auxílio de uma bomba injetora de acionamento hidráulico com pistão. Foram utilizadas as seguintes fontes: ureia como fonte de nitrogênio e o cloreto de potássio como fonte potássica. Já o fósforo foi aplicado na cova antes do transplante, tendo como fonte o superfosfato simples (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), com aplicação de 165 g do mesmo por cova.

**Tabela 3.** Quantidade dos nutrientes, Nitrogênio, Potássio e Fósforo utilizados em três níveis para a adubação da bananeira cv. D'Angola, Cruz das Almas-Ba, 2015

Nutrientes	Recomendado	1,25 do Recomendado	1,5 do Recomendado
	(kg/ha/ano)		

Nitrogênio (N)	200	250	300
Potássio (K)	300	375	450

---

A irrigação foi aplicada nos períodos de déficit hídrico do solo, sendo que as reposições de água pela irrigação foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura, segundo Allen et al. (1998), que consiste basicamente na diferença entre a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) e a precipitação. O turno de rega adotado foi variável, sendo a lâmina líquida aplicada igual a ET<sub>c</sub>. Esta por sua vez, foi determinada através do produto da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) obtida pela equação de Penman-Monteith modificada (FAO 56) e do coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>), conforme Coelho et al. (2004). A ET<sub>o</sub> foi obtida através dos dados da estação meteorológica automática, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada próximo do experimento.

O manejo da irrigação foi realizado através da associação dos dados climáticos de ET<sub>o</sub> coletados na estação e com os dados de umidade do solo, monitorada três vezes por semana, com leituras no início da manhã com auxílio do reflectometro TDR100. As sondas de TDR foram instaladas a 0,20 m e 0,40 m de profundidade a uma distância de 0,25 m da planta na direção planta-gotejador em todas parcelas com adubação com nível 1,0 do recomendado variando as densidades de plantas. Dessa forma esses dados juntamente com os dados da curva de retenção de água no solo definiram a umidade crítica o que permitiu definir o momento de irrigar.

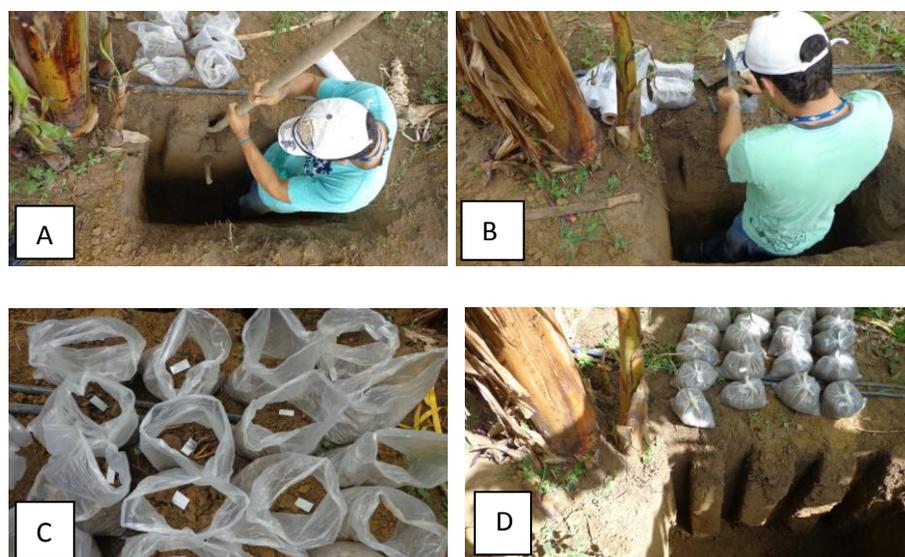
### **Amostragem do sistema radicular**

A retirada das amostras do sistema radicular foi realizada na fase reprodutiva, ou seja, na fase de enchimento de frutos, sendo esta de máxima extensão do sistema radicular (BASSOI et al., 2001). As amostras foram obtidas através da abertura de trincheiras, sendo uma por touceira, com 1,25 m de comprimento e profundidade de 0,9 m, na direção planta-gotejador (Figura 2).



**Figura 2.** Marcação das distâncias horizontais (A); Marcação das amostras nas distâncias horizontais cv. D'angola, Cruz das almas - Ba.

Foram coletadas amostras de raízes com dimensões de 0,10 x 0,10 x 0,10 m, correspondendo a um volume de 0,001 m<sup>3</sup> de solo nas distâncias 0,00; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 m no sentido planta gotejadores, e as profundidades de 0,10, 0,20, 0,40, 0,60 e 0,80 m, seguindo a metodologia proposta por Bhom (1979). Tendo sido colocadas em sacolas plásticas devidamente identificadas. (Figura 3).



**Figura 3.** Coleta das amostras das raízes (A); Acondicionamento em sacolas plásticas (B); Identificação das amostras (C); Vista geral da trincheira após a retirada das amostras (D).

A coleta das amostras de raízes na distância 0,0 m da planta foi realizada com uso do método do trado, conforme Coelho et al. (2008), através de um cilindro de aço galvanizado com 0,10 m de diâmetro e 1,20 m de comprimento, em que a inserção do cilindro era realizada a cada 0,10 m e desta forma retirado com o auxílio de um macaco mecânico e daí as amostras de cada profundidade eram armazenadas em sacolas plásticas (Figura 3).



**Figura 4.** Sequência de fotografias ilustrando a retirada das amostras de raízes na distância 0,0 m da planta. Cruz das Almas – Ba 2015.

### **Processamento das amostras de raízes**

Logo após a coleta, as amostras foram então lavadas com água comum para serem separadas do solo, depois de separadas e acondicionadas em sacolas plásticas com solução de álcool diluído em 50% de água destilada para posterior armazenamento na geladeira, a uma temperatura de 5°C (KASPAR & EWING, 1997).

As amostras das raízes foram processadas de maneira contínua, sendo as mesmas retiradas do armazenamento e colocadas para secagem natural em folhas de papel toalha. Logo após era realizado uma separação de possíveis sujeira como folhas, raízes de outras culturas, sendo em seguida as raízes separadas em função dos diâmetros e tamanhos e dispostas sobre as folhas de transparência sendo digitalizadas em arquivos TIFF (Tagged Image File Format), usando “scanner” de resolução 600 dpi, escala de 100% e brilho entre

115 e 145 (KASPAR & EWING, 1997; COELHO et al., 1999). Os arquivos digitalizados foram importados para software Rootedge (KASPAR & EWING, 1997) para a determinação das características geométricas: área, comprimento total e diâmetro das raízes.



**Figura 5.** Lavagem das amostras das raízes (A); Separação e acondicionamento em sacolas com a solução (B); Secagem natural das raízes (C); Digitalização das amostras (D).

Os dados de comprimento total de raízes ( $L_r$ ), foram utilizados para determinação da densidade de comprimento de raízes ( $DC_r$ ), através do comprimento de todas as frações de raízes e o volume de solo da amostra ( $V$ ), conforme Coelho et al. (2008), bem como a percentagem do comprimento de raízes para cada posição. Consideraram-se como profundidade e distância efetiva as regiões onde se concentraram 80% do comprimento total de raízes, conforme sugeriram Kanber et al. (1996).

$$DC_r = \frac{L_r}{V} \quad (1)$$

$DC_r$  - Densidade de comprimento de raízes,  $\text{cm} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;

$L_r$  - Comprimento total de raízes,  $\text{cm}$ ;

$V$  - Volume de solo da amostra,  $\text{cm}^{-3}$ .

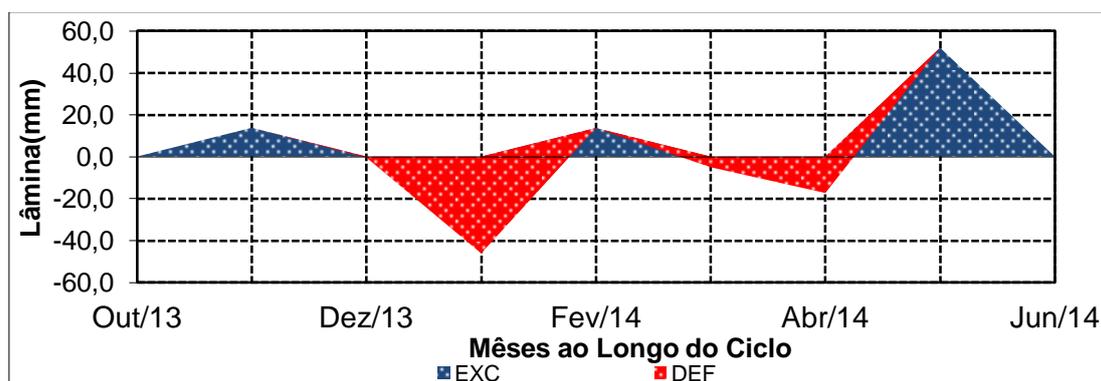
Os resultados obtidos de comprimento total, densidade de comprimento total, profundidade efetiva do sistema radicular e distância efetiva, foram

avaliados estatisticamente mediante análise de variância (teste F), para detectar possíveis efeitos dos tratamentos sobre as variáveis analisadas. As médias das variáveis influenciadas pela lâmina, densidade e os desdobramentos de suas interações foram comparadas pelo teste F. As médias de Adubação e os desdobramentos de suas interações, comparada pelo teste Tukey. As análises foram realizadas com o uso aplicativo computacional Sisvar (FERREIRA, 2008).

Foram gerados gráficos de isolinhas da distribuição de DCR no perfil, por meio das médias dos tratamentos, com auxílio do software Surfer 7.0. Também foram gerados gráficos de regressão do comprimento total, percentual de comprimento total e percentual de comprimento total de raiz acumulada, tanto para a distância planta-gotejador, quanto para a profundidade do solo.

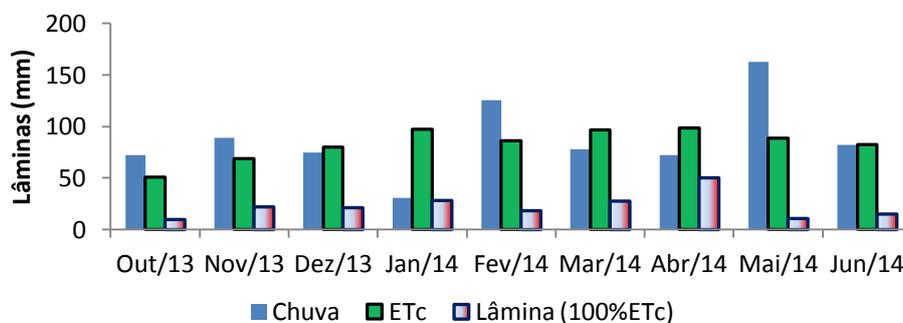
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o balanço hídrico climatológico do município de Cruz das Almas-Ba (Figura 6), durante grande parte do ciclo teve excesso hídrico no solo, favorecendo o desenvolvimento radicular, indicando que durante a maioria do ciclo da cultura, as condições de umidade do solo se mantiveram uniforme em consequência do aporte uniforme de água, consequente da chuva.



**Figura 6.** Representação gráfica do balanço hídrico climático durante o ciclo da bananeira d'angola. Cruz das Almas - Ba. Outubro de 2013 a Novembro de 2014.

Até o período da amostragem do sistema radicular (junho de 2014) as plantas dos respectivos tratamentos receberam um total de lâmina acumulada da precipitação pluviométrica de 705 mm, somado com um total de lâmina de água aplicado via irrigação de 188 mm, contabilizando um total de 893 mm (Figura 7).



**Figura 7.** Extrato da Evapotranspiração da cultura (ETc), precipitação e da Lâmina de Irrigação aplicadas durante o ciclo da bananeira d'angola. Cruz das Almas - Ba. Outubro de 2013 a novembro de 2014.

A análise de variância demonstrou que os níveis de adubação tiveram efeito na profundidade efetiva do sistema radicular ( $P < 0,05$ ). A densidade de plantas teve efeito ( $p < 0,05$ ) nas variáveis comprimento e densidade de comprimento de raízes. Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) da interação adubação x densidade nas variáveis dependentes analisadas (Tabela 3).

**Tabela 4.** Quadrado médio do resíduo, coeficiente de variação das variáveis comprimento total, densidade de comprimento total, profundidade efetiva (Pef) e distância efetiva (Def), das raízes da bananeira cv. d'angola. Cruz das Almas-BA, 2015.

FV	Grau de Liberdade	Comp. Total cm	Densidade total cm.cm <sup>-3</sup>	Pef cm	Def cm
<b>BLOCO</b>	3	798021,02 <sup>ns</sup>	0,000887 <sup>ns</sup>	0,002843 <sup>ns</sup>	0,005917 <sup>ns</sup>
<b>ADUB</b>	2	2214703,64 <sup>ns</sup>	0,00246 <sup>ns</sup>	<b>0,011369*</b>	0,01906 <sup>ns</sup>
<b>Erro 1</b>	6	562974	0,0006	0,00165	0,01135
<b>DENS</b>	1	<b>2687171,73*</b>	<b>0,0030*</b>	0,003466 <sup>ns</sup>	0,000011 <sup>ns</sup>
<b>ADUB*DENS</b>	2	190352,65 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,006466 <sup>ns</sup>	0,013028 <sup>ns</sup>
<b>Erro 2</b>	9	377944	0,0004	0,00356	0,00706

<b>Total corrigido</b>	23	-	-	-	-
<b>CVA(%)</b>	-	31,39	31,4	9,4	17,26
<b>CVD (%)</b>	-	25,72	25,73	13,78	13,61
<b>Média Geral</b>	-	2390,31	0,07968	0,43263	0,61709

\* Significativo ( $p < 0,05$ ), <sup>ns</sup> não significativo ( $p < 0,05$ ). Para Adubação, Densidade, Adubação x Densidade. CVA – Coeficiente de variação da Adubação; CVD – Coeficiente de variação da Densidade.

As médias do comprimento total de raízes e densidade de comprimento (Tabela 4) foram superiores pelo teste F ( $p < 0,05$ ) para o tratamento com duas plantas por touceira ( $3200$  plantas  $ha^{-1}$ ), o incremento foi de  $32,55\%$  em relação a densidade com uma planta por touceira ( $1600$  plantas  $ha^{-1}$ ).

**Tabela 5.** Médias do comprimento total, densidade de comprimento, profundidade efetiva e distância efetiva das raízes da bananeira cv. D'angola em função das densidades de plantio. Cruz das Almas-Ba. 2015

Densidade	Comprimento cm	Densidade cm $cm^{-3}$	Pef cm	Def cm
<b>1600 plantas <math>ha^{-1}</math></b>	2055,7 b	0,0685 b	0,4206 a	0,6164 a
<b>3200 plantas <math>ha^{-1}</math></b>	2724,92 a	0,0908 a	0,4447 a	0,6178 a

\*Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste F a 5 % de significância.

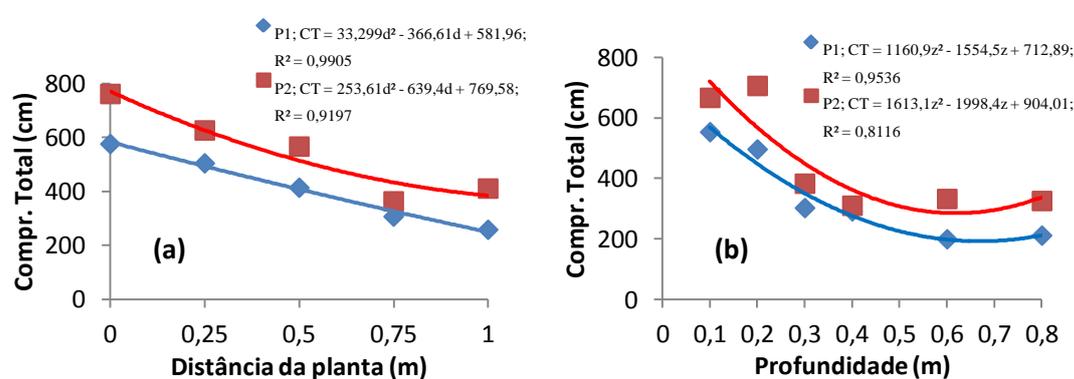
Os níveis de adubação influenciaram a profundidade efetiva do sistema radicular, sendo o nível 3 (1,5 da dose recomendada) o de maior média de profundidade efetiva e o nível 2 (1,25 da dose recomendada) o de menor média. A distância efetiva do pseudocaule se comportou de forma similar a profundidade efetiva em termos da ordem de grandeza das médias em relação aos níveis de adubação mesmo tendo sido influenciada por esses níveis.

**Tabela 6.** Médias da profundidade efetiva do sistema radicular e distância efetiva do sistema radicular da bananeira cv. d'angola em função dos níveis de adubação. Cruz das Almas-Ba. 2015

Adubação	Pef	Def
<b>3</b>	0,4729 a	0,6732 a
<b>1</b>	0,4269 ab	0,5933 a
<b>2</b>	0,3981 b	0,5847 a

\*Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de significância.

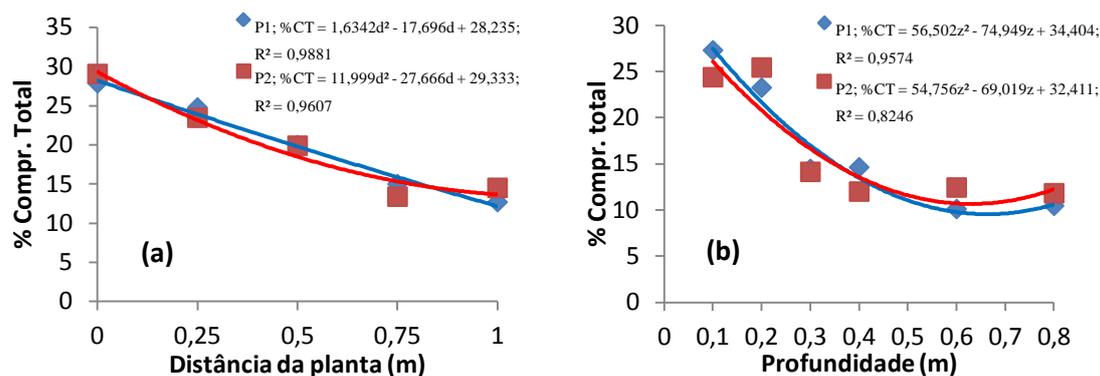
O comprimento total das raízes da bananeira foram superiores para o tratamento com duas plantas por touceira ou 3200 plantas  $\text{ha}^{-1}$  em relação ao tratamento com uma planta por touceira ou 1600 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , nas diferentes distâncias dos pseudocaulos e profundidades do solo em todo o perfil. Esta diferença no comprimento total de raízes foi mais acentuada nas distâncias próximas ao pseudocaulo e na distância de um metro tanto para a distância da planta como para a profundidade (Figura 8). O incremento do comprimento total de raízes para duas plantas por touceira foi da ordem de 32, 24 e 59%, em relação a densidade com uma planta por touceira nas distâncias 0,0; 0,25 e 1,0 m do pseudocaulo e da ordem de 20, 42 e 54% em relação a densidade com uma planta por touceira nas profundidades de 0,1; 0,2 e 0,8 m respectivamente. A explicação para a variabilidade dos resultados do comprimento de raízes na distância de um metro da planta pode ser atribuído a interação ou entrelaçamento com as raízes de outras plantas da parcela com o aumento da densidade de plantio nessas posições.



**Figura 8.** Comprimento total das raízes em função da distância da planta (a) e profundidade (b) em relação pseudocaulo da bananeira cv. D'Angola. Cruz das Almas-Ba, 2015.

Em relação ao comportamento em termos percentuais do comprimento total das raízes (Figura 9), pode-se verificar que tanto para a densidade de uma planta por touceira (1600 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), como para duas plantas por touceira (3200 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), os comportamentos foram similares, tanto para as distâncias do pseudocaulo como para as profundidades do solo (Figura 9). Em

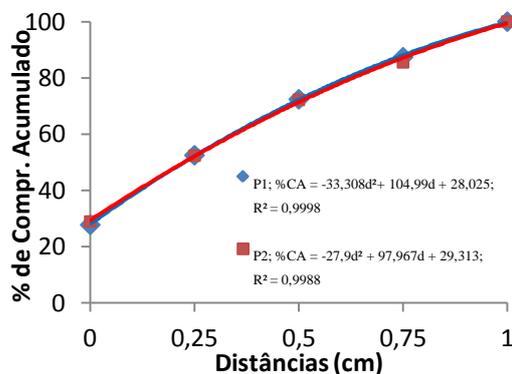
média 50% das raízes foram observadas na distância de 0,0-0,25 e profundidade de 0,0-0,20 m do pseudocaule, ou seja, do valor de 2055,70 e 2724,92 cm de comprimento total de raízes contabilizados no perfil para as densidades 1600 e 3200 plantas ha<sup>-1</sup> respectivamente, 50% deste total ficou em 25% da área total do perfil (Tabela 5).



**Figura 9.** Percentual de comprimento total das raízes função da distância da planta (a) do solo e profundidade do solo (b), da bananeira cv. d'angola. Cruz das Almas - Ba, 2015.

Na figura 10, encontra-se a apresentação do comprimento total de raízes acumuladas em termos percentuais para a densidade de plantio com uma e duas plantas por touceira em função da distância horizontal do pseudocaule.

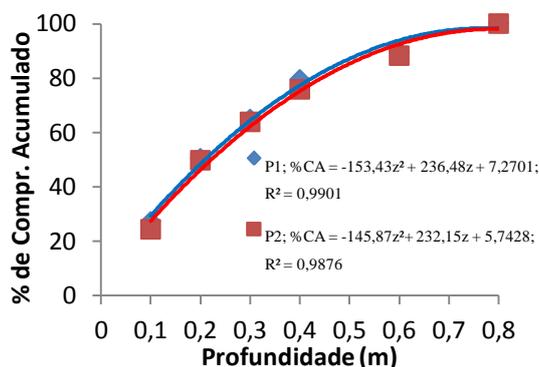
As densidades de plantio apresentaram 80% do comprimento total do sistema radicular até as distâncias horizontais de 0,61 e 0,63 m do pseudocaule para os tratamentos com uma planta por touceira 1600 plantas ha<sup>-1</sup> e duas plantas por touceira 3200 plantas ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 10). Estes valores corroboram com os encontrados por Sant'ana et al. (2012) trabalhando com a cv. Prata Anã no segundo ciclo, com três sistemas de irrigação e densidade de plantio de 1333 plantas ha<sup>-1</sup>, no município de Guanambi-Ba, quando verificaram distância efetiva do sistema radicular para o sistema de gotejamento a 0,63 m do pseudocaule. Estes resultados também se aproximam dos de Coelho et al. (2006) que, testando diferentes lâminas de irrigação com a cv. Maçã tropical, nas condições de Cruz das Almas-Ba, concluíram que as percentagens efetivas do sistema radicular para os tratamentos irrigados por gotejamento encontram-se a 0,70 m do pseudocaule.



**Figura 10.** Equação de regressão para porcentagem de comprimento acumulado das raízes, em função da distância horizontal do pseudocaule, na fase de floração da bananeira cv. d'angola, com uma planta por touceira (P1) e duas plantas por touceira (P2), Cruz das Almas - BA. 2015.

Os tratamentos com uma e duas plantas por touceira apresentaram profundidade efetiva do sistema radicular (80% do comprimento total), nas profundidades 0,424 e 0,44 m para os tratamentos com uma planta por touceira 1600 plantas ha<sup>-1</sup> e duas plantas por touceira 3200 plantas ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 11). Estes valores diferem dos descritos por Sant'ana et al. (2012) que trabalhando com a cv. Prata Anã no segundo ciclo irrigadas por sistemas de gotejamento, verificaram profundidade efetiva do sistema radicular de 0,61 m os valores foram próximos dos valores descritos por Oliveira et al. (2012), que trabalhando com a caracterização do sistema radicular das cultivares de plátanos na densidade de plantio de espaçamento de 2000 plantas ha<sup>-1</sup>, irrigadas por microaspersão, nas condições de Cruz das Almas, encontraram valores de profundidade efetiva para a cv. d'angola de 0,40 m. Estes valores também estão de acordo com Coelho et al. (2008) ao afirmarem que o desenvolvimento do sistema radicular da bananeira normalmente apresenta-se superficial, sendo seu crescimento influenciado pelas zonas de maior disponibilidade de água. Do mesmo modo, os resultados obtidos estão de acordo com Carr (2009) ao citar que apesar das raízes da bananeira alcançarem profundidades além de 1,0 m, a profundidade efetiva de

enraizamento é normalmente considerada como sendo de 0,0-0,40 m, elas podendo se estender até 0,60 m de profundidade.

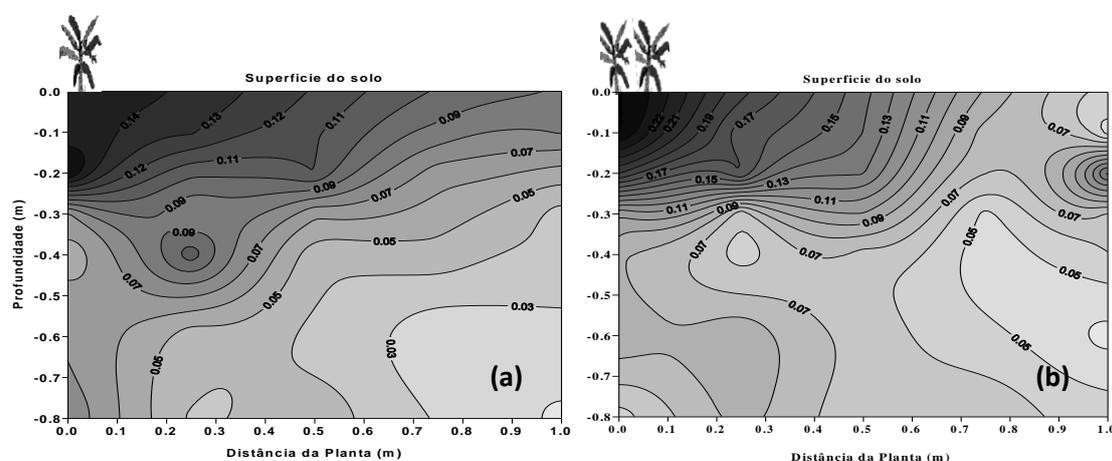


**Figura 11.** Equação de regressão para percentagem de comprimento acumulado das raízes, em função da distância vertical do pseudocaule, na fase de floração da bananeira cv. d'angola, com uma planta por touceira (P1) e duas plantas por touceira (P2), Cruz das Almas - BA. 2015.

Os valores de densidade de comprimento de raízes totais no perfil do solo estudado mostram que, em termos totais, de profundidade e distâncias do pseudocaule, as densidades de plantio apresentaram comportamentos diferentes na distribuição radicular abaixo da superfície do solo (Figura 12).

Tanto a densidade de plantio com uma planta por touceira ou duas, as maiores densidades de comprimento das raízes estão concentrados até a profundidade de 0,20 m e distâncias 0,40 m do pseudocaule. A densidade de plantio com duas plantas por touceira (3200 plantas  $ha^{-1}$ ) apresentou densidades de comprimento de raízes ao longo do perfil superiores aos tratamentos com uma planta por touceira (1600 plantas  $ha^{-1}$ ). Na profundidade 0,10 e distância 0,0 do pseudocaule a proporção de superioridade na densidade com duas plantas por touceira em relação a uma planta foi na ordem de 68%, chegando a 115% na distância 0,25 m e profundidade 0,8 m e 194 % na distância 1,0 m e profundidade 0,8. Estes resultados demonstram que o aumento da densidade de plantio contribui para aumentar a densidade de comprimento de raízes. Os valores de densidade de comprimento obtidos nesse estudo para a densidade de 1600 plantas  $ha^{-1}$  variaram de 0,02 a 0,016  $cm\ cm^{-3}$  e para a densidade de 3200 plantas  $ha^{-1}$  oscilaram de 0,05 a 0,24  $cm\ cm^{-3}$  (Figura 12), estes valores diferiram dos descritos por Oliveira et al. (2012) para a cultivar d'angola, esses autores encontraram medias de 0,58 e 0,14  $cm$

$\text{cm}^{-3}$  nas profundidades de 0,05 e 0,80 m respectivamente. Apesar de esses autores terem trabalhado com irrigação por microaspersão, as densidades de comprimento das raízes descritas por estes autores se situam com maior intensidade nas primeiras camadas e perto do pseudocaule, como descritos por este estudo (Figura 12). Os valores obtidos neste estudo também corroboram com os descritos por Coelho et al. (2008) que observaram a maior densidade de comprimento de raízes entre as camadas de 0,10 a 0,40m, podendo se estender até a profundidade de 0,70 m. Naquele mesmo trabalho os autores descrevem valores de densidade de comprimento superiores ao encontrados no presente estudo.



**Figura 12.** Isolinhas de densidade de comprimento de raízes ( $\text{cm.cm}^{-3}$ ) no perfil do solo com uma planta por touceira (a) e duas plantas por touceira (b) na fase de floração do primeiro ciclo da bananeira cv. d'angola. Cruz das Almas - Ba. 2015.

O fato de as concentrações de raízes terem sido encontradas em maiores proporções nas menores distâncias e profundidades próximas ao pseudocaule pode ser justificado pelo fato da aplicação de água via sistema de irrigação por gotejamento apresentar aplicação de água pontual. Para Sant'ana et al. (2012) a aplicação da água por gotejamento limita a uniformização promovendo regiões com maiores concentrações radiculares, o que não foi observado.

## CONCLUSÕES

A expansão do sistema radicular não foi afetada pelo aumento de mais uma planta produtiva por touceira.

As variáveis comprimento total e densidade de comprimento foram superiores com os tratamentos com duas plantas por touceira em até 59% e 194% respectivamente.

A distância efetiva de raízes ocorreu em média 0,62 m do pseudocaule e a profundidade efetiva de raízes se estendeu a 0,43 m de profundidade, sendo que estas não apresentaram diferença com o aumento da densidade.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BASSOI, L. H. et al. **Informações sobre a distribuição das raízes da bananeira para o manejo de irrigação**. Embrapa Semi-Árido: Petrolina. 4p. 2001. (Comunicado Técnico, 102).

BOHM, W. **Methods of studing root systems**. New York: Springer-Verlag, 1979. 190p.

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

CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of banana (Musa Spp.). **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.45, n.3, p.333-371, 2009.

COELHO, E. F. et al. Distribuição de raízes de laranja “Pêra” sob sequeiro e irrigação por microaspersão em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p.603-611, 2002.

COELHO, E. F. et al. **Distribuição de raízes e extração de água do solo em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. 80p.

COELHO, E. F.; OR, D. Modelo de distribuição de água e de potencial matricial no solo sob gotejamento com extração de água por raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.225-234, 1999.

COELHO, E. F. et al. Sistema radicular da bananeira sob diferentes configurações de sistemas de irrigação localizada. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 16, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABID, 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. et al. Relações hídricas I: considerações fisiológicas e ecológicas. In. COELHO, E. F. **Irrigação da bananeira**. Brasília, DF. EMBRAPA, 2012. 280p.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso: março de 2015.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

GAITÁN, J.J.; PENÓN, E. A.; COSTA, M. C. Distribución de raíces finas de *eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* y su relación con algunas propiedades del suelo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.1, p.33-41, 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**, Ankara, 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**, Madison, v.89, n.6, p.932-940, 1997.

LEHMANN, J. Subsoil root activity in tree-based cropping systems. **Plant and Soil**, The Hague, v.255, n.1, p.319-331, 2003.

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.

PIRES, R. C. M. et al. Agricultura irrigada. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 1, p. 98-111, 2008.

SANT'ANA, J. A. V. et al. Distribuição de raízes de bananeira 'Prata-Anã' no segundo ciclo de produção sob três sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.34, n.1. p. 124-133, 2012.

SELLE, G. L. et al. Biomassa radicular, densidade do solo e análise química do solo de um povoamento de Pinus sp. **Ambiência**, Guarapuava, v.6, n.1, p.61-74, 2010.

SOUZA, L. S. SOUZA, L. D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz

das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 56p. 2001. (Boletim de Pesquisa, 20).

VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**. v. 44, p.892–898,1980.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da dificuldade no cultivo da bananeira D'Angola que esta relacionada diretamente com sua susceptibilidade ao ataque da broca da bananeira (*Cosmopolites sordidus*) e a Sigatoka Negra que, mesmo com cuidados limita os ciclos dessa cultura, sendo que, muitas vezes não se consegue mais que um ou dois ciclos. No aspecto do agronegócio, o número de pencas dessa cultivar por cacho é pequeno, o que a coloca em desvantagem em relação a outras cultivares do grupo Terra, tais como a Terrinha e a terra Maranhão. Assim, é necessário alternativas de cultivo dessa bananeira, de forma a otimizar sua produção. Desta forma a densidade de plantio é uma alternativa viável, de forma a aumentar a produtividade. A combinação entre cultivos adensados e manejo dos recursos água e solo, podem nortear os cultivos em altas densidades, principalmente com relação plátanos, viabilizando o cultivo destes como culturas anuais.

Os resultados desse trabalho expressaram efeito positivo da cultivar D'Angola com o aumento da densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup> para 3200 plantas ha<sup>-1</sup>, desta forma houve um incremento da produção na ordem de 69%. Além disso, este aumento da produtividade ocasiona um aumento da eficiência do uso da água de nesta mesma ordem. Além disso, pode-se observar que apesar do aumento da densidade ter interferido na qualidade do fruto este ainda foi satisfatório. Apesar dos resultados positivos descritos neste experimento, ainda é necessário realizar outros estudos a cerca do adensamento de cultivo nesta cultivar para estabelecer recomendações ao produtor, sendo necessários posteriores investigações como a extração da água, com o aumento da densidade.

A realização da amostragem do sistema radicular foi um aspecto importante, uma vez que pode se concluir que apesar do maior adensamento a profundidade e distância efetiva não diferiram, ou seja, a faixa de absorção de água, não modifica apesar do aumento da densidade e do comprimento total de raízes.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Quadrado médio do resíduo com Teste F, coeficiente de variação e valores médios das variáveis de Crescimento da banana D'Angola. Cruz das Almas – BA, 2015

FV	NFT	Alt	Dpse	AFT	DEC	DAP	DPC
	-	(m)	(cm)	(m <sup>2</sup> )		Dias	
<b>BLOCO</b>	3,139 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	0,749 <sup>ns</sup>	0,609 <sup>ns</sup>	60,482 <sup>ns</sup>	2133,677 <sup>ns</sup>	2061,189 <sup>ns</sup>
<b>ADUB</b>	0,053 <sup>ns</sup>	0,0234 <sup>ns</sup>	0,603 <sup>ns</sup>	0,685 <sup>ns</sup>	133,573 <sup>ns</sup>	1298,226 <sup>ns</sup>	897,959 <sup>ns</sup>
<b>Erro 1</b>	2,069	0,0425	1,363	3,336	217,431 <sup>ns</sup>	1330,542 <sup>ns</sup>	1098,674 <sup>ns</sup>
<b>LÂM</b>	0,880 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	0,027 <sup>ns</sup>	1,304 <sup>ns</sup>	203,322 <sup>ns</sup>	<b>922,078*</b>	259,377 <sup>ns</sup>
<b>ADU*LÂM</b>	1,738 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	0,588 <sup>ns</sup>	5,238 <sup>ns</sup>	74,178 <sup>ns</sup>	<b>988,286**</b>	528,886 <sup>ns</sup>
<b>Erro 2</b>	2,185	0,028	1,945	1,878	196,367	76,45	239,801
<b>Densidade</b>	<b>1754,259**</b>	<b>0,656**</b>	<b>26,626**</b>	<b>1349,062**</b>	330,383 <sup>ns</sup>	<b>12032,700**</b>	<b>16350,392**</b>
<b>ADUB*DENS</b>	1,691 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	0,615 <sup>ns</sup>	0,941 <sup>ns</sup>	<b>533,2492*</b>	250,335 <sup>ns</sup>	1386,786 <sup>ns</sup>
<b>LÂM*DENS</b>	3,0805 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,927 <sup>ns</sup>	3,893 <sup>ns</sup>	44,911 <sup>ns</sup>	1583,322 <sup>ns</sup>	2161,157 <sup>ns</sup>
<b>Erro 3</b>	1,3574	0,0325	0,8735	1,9982	115,374	428,031	617,715
<b>CVA(%)</b>	7,1	6,51	5,59	11,43	13,54	11,02	7,54
<b>CVL (%)</b>	7,29	5,32	6,68	8,57	12,87	2,64	3,52
<b>CVD(%)</b>	5,75	5,69	4,48	8,84	9,87	6,25	5,65
<b>Média Geral</b>	20,28	3,17	20,87	15,99	108,87	330,99	439,85

\* Significativo ( $p < 0,05$ ), \*\* Altamente Significativo ( $p < 0,01$ ), <sup>ns</sup> não significativo ( $p < 0,05$ ). Para Adubação, Lâmina, Densidade, Adubação x Lâmina, Adubação x Densidade, Lâmina x Densidade. CVA – Coeficiente de variação da Adubação; CVL – Coeficiente de variação da Lâmina; CVD – Coeficiente de variação da Densidade; número de folhas totais (NFT), altura de plantas (ALT), diâmetro do pseudocaule (DPSE), área Foliar Total (AFT), número de dias do plantio ao florescimento (DAP).

**Anexo 2.** Quadrado médio do resíduo com Teste F, coeficiente de variação e valores médios das variáveis de produção da banana D'Angola. Cruz das Almas – BA, 2015.

FV	NFT	N DED	N PENC	M ENG (kg)	M PENC kg	P PENC (t ha <sup>-1</sup> )	M CACH (kg)	P CACH (t ha <sup>-1</sup> )	2 DIAM (mm)	2 CP (cm)	EUA (kg mm <sup>-1</sup> )
<b>BLOCO</b>	5,505 <sup>ns</sup>	36,240 <sup>ns</sup>	0,394 <sup>ns</sup>	<b>0,066*</b>	7,902 <sup>ns</sup>	20,231 <sup>ns</sup>	8,531 <sup>ns</sup>	21,837 <sup>ns</sup>	0,379 <sup>ns</sup>	1,727 <sup>ns</sup>	52,085 <sup>ns</sup>
<b>ADUB</b>	9,089 <sup>ns</sup>	39,449 <sup>ns</sup>	0,042 <sup>ns</sup>	<b>0,2385**</b>	3,632 <sup>ns</sup>	9,299 <sup>ns</sup>	5,708 <sup>ns</sup>	14,612 <sup>ns</sup>	0,178 <sup>ns</sup>	1,033 <sup>ns</sup>	18,270 <sup>ns</sup>
<b>Erro 1</b>	2,645	16,995	0,331	0,009	3,253	8,33	3,209	8,216	3,075	5,422	20,608
<b>LÂM</b>	0,112 <sup>ns</sup>	0,450 <sup>ns</sup>	1,333 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	2,310 <sup>ns</sup>	5,915 <sup>ns</sup>	2,507 <sup>ns</sup>	6,424 <sup>ns</sup>	17,557 <sup>ns</sup>	7,403 <sup>ns</sup>	<b>943,236**</b>
<b>ADU*LÂM</b>	0,536 <sup>ns</sup>	3,927 <sup>ns</sup>	1,431 <sup>ns</sup>	0,049 <sup>ns</sup>	5,397 <sup>ns</sup>	13,819 <sup>ns</sup>	6,234 <sup>ns</sup>	15,961 <sup>ns</sup>	0,479 <sup>ns</sup>	0,437 <sup>ns</sup>	29,557 <sup>ns</sup>
<b>Erro 2</b>	7,456	13,808	0,45	0,041	3,173	8,12	3,714	9,508	10,661	2,712	20,108
<b>DENS</b>	<b>280,3333**</b>	<b>6888,2604**</b>	<b>477,1624**</b>	<b>3,2656**</b>	<b>600,1724**</b>	<b>1536,464**</b>	<b>691,980**</b>	<b>1771,47**</b>	<b>33,8184*</b>	0,001 <sup>ns</sup>	<b>3929,510**</b>
<b>ADUB*DENS</b>	2,422 <sup>ns</sup>	16,747 <sup>ns</sup>	0,954 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	11,110 <sup>ns</sup>	28,437 <sup>ns</sup>	11,164 <sup>ns</sup>	28,584 <sup>ns</sup>	1,863 <sup>ns</sup>	0,890 <sup>ns</sup>	70,175 <sup>ns</sup>
<b>LÂM*DENS</b>	1,570 <sup>ns</sup>	7,513 <sup>ns</sup>	2,376 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	1,798 <sup>ns</sup>	4,607 <sup>ns</sup>	1,932 <sup>ns</sup>	4,9408 <sup>ns</sup>	0,151 <sup>ns</sup>	0,135 <sup>ns</sup>	106,923 <sup>ns</sup>
<b>Erro 3</b>	5,337	26,801	1,456	0,045	8,12	20,787 <sup>ns</sup>	9	23,041	5,255	5,171	53,38
<b>CV1(%)</b>	15,14	9,95	5,8	9,7	13,15	13,16	12,18	12,18	3,82	8,31	13
<b>CV2 (%)</b>	25,42	8,97	6,76	20,14	12,99	12,99	13,1	13,1	7,06	5,88	12,84
<b>CV3(%)</b>	21,86	12,49	12,15	21,16	20,78	20,78	20,39	20,39	5	8,11	20,91
<b>Média Geral</b>	10,74	41	9,93	0,99	13,71	21,94	14,71	23,54	45,89	28,025	34,93

\* Significativo (p<0,05), \*\* Altamente Significativo (p<0,01), <sup>ns</sup> não significativo (p<0,05). Para Adubação, Lâmina, Densidade, Adubação x Lâmina, Adubação x Densidade, Lâmina x Densidade. CVA – Coeficiente de variação da Adubação; CVL – Coeficiente de variação da Lâmina; CVD - Coeficiente de variação da Densidade; (NFT), número de frutos por cacho (NFRU), número de pencas por cacho (NPEN), massa da penca por cacho (MPEN), massa do cacho (MCAC), produtividade de pencas (PPEN), produtividade de cacho (P CAC) e eficiência do uso da água (EUA).

**Anexo 3.** Quadrado médio do resíduo com Teste F, coeficiente de variação e valores médios das variáveis de qualidade físico-química de fruto da banana D'Angola. Cruz das Almas – BA, 2015.

FV	PPEN (kg)	N FRUT	PDED (g)	CEXT (cm)	DDED (mm)	PPOL (g)	DPOL (mm)	EC (mm)	RP (%)	PH -	SST (°Brix)	ATT (%)	SST/ATT -	Umid (%)
<b>BLOCO</b>	0,057 <sup>ns</sup>	0,272 <sup>ns</sup>	3281,404 <sup>ns</sup>	17,696 <sup>ns</sup>	9,3081 <sup>ns</sup>	866,218 <sup>ns</sup>	7,084 <sup>ns</sup>	0,191 <sup>ns</sup>	21,150 <sup>ns</sup>	0,027 <sup>ns</sup>	0,191 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	11,614 <sup>ns</sup>	22,450 <sup>ns</sup>
<b>ADUB</b>	0,107 <sup>ns</sup>	2,119 <sup>ns</sup>	532,643 <sup>ns</sup>	2,406 <sup>ns</sup>	15,46 <sup>ns</sup>	206,625 <sup>ns</sup>	2,331 <sup>ns</sup>	1,875 <sup>ns</sup>	0,774 <sup>ns</sup>	0,042 <sup>ns</sup>	1,468 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	5,191 <sup>ns</sup>	24,980 <sup>ns</sup>
<b>Erro 1</b>	0,046	1,165	1127,07	10,107	6,16	554,98	5,231	2,055	22,989	0,048	2,433	0,002	12,88	40,827
<b>LÂM</b>	0,347 <sup>ns</sup>	<b>5,116*</b>	13,868 <sup>ns</sup>	3,819 <sup>ns</sup>	1,380 <sup>ns</sup>	342,935 <sup>ns</sup>	1,104 <sup>ns</sup>	1,242 <sup>ns</sup>	57,948 <sup>ns</sup>	0,115 <sup>ns</sup>	0,783 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,307 <sup>ns</sup>	<b>116,314*</b>
<b>ADU*LÂM</b>	0,083 <sup>ns</sup>	1,178 <sup>ns</sup>	858,903 <sup>ns</sup>	8,909 <sup>ns</sup>	7,414 <sup>ns</sup>	59,697 <sup>ns</sup>	5,788 <sup>ns</sup>	0,244 <sup>ns</sup>	37,784 <sup>ns</sup>	0,070 <sup>ns</sup>	2,030 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	2,972 <sup>ns</sup>	24,621 <sup>ns</sup>
<b>Erro 2</b>	0,086	0,561	3229,434	14,536	11,252	1413,05	7,221	1,055 <sup>ns</sup>	11,421	0,044	1,858	0,002	9,419	16,274
<b>Densidade</b>	<b>0,864*</b>	<b>7,061**</b>	7093,172 <sup>ns</sup>	<b>43,054**</b>	15,165 <sup>ns</sup>	<b>3565,577*</b>	18,426 <sup>ns</sup>	0,040 <sup>ns</sup>	3,564 <sup>ns</sup>	0,028 <sup>ns</sup>	1,207 <sup>ns</sup>	<b>0,022*</b>	<b>62,472**</b>	79,413 <sup>ns</sup>
<b>ADUB*DENS</b>	0,091 <sup>ns</sup>	0,355 <sup>ns</sup>	227,789 <sup>ns</sup>	8,574 <sup>ns</sup>	3,251 <sup>ns</sup>	198,778 <sup>ns</sup>	0,541 <sup>ns</sup>	1,199 <sup>ns</sup>	15,641 <sup>ns</sup>	0,072 <sup>ns</sup>	4,442 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>	11,580 <sup>ns</sup>	0,167 <sup>ns</sup>
<b>LÂM*DENS</b>	0,037 <sup>ns</sup>	0,332 <sup>ns</sup>	413,835 <sup>ns</sup>	2,323 <sup>ns</sup>	0,550 <sup>ns</sup>	541,363 <sup>ns</sup>	0,816 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	10,792 <sup>ns</sup>	0,084 <sup>ns</sup>	0,6745 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,644 <sup>ns</sup>	46,138 <sup>ns</sup>
<b>Erro 3</b>	0,146	0,86	1736,032	5,295	13,111	820,42	4,444	1,568	17,713	0,052	1,386	0,003	7,852	38,26
<b>CVA(%)</b>	10,91	17,12	10,93	10,99	5,63	11,8	6,45	33,25	7,36	4,94	14,09	7,87	16,54	15,75
<b>CVL (%)</b>	14,99	11,88	18,51	13,18	7,61	18,83	7,58	23,83	5,19	4,74	12,31	8,47	14,15	9,94
<b>CVD(%)</b>	19,5	14,71	13,57	7,95	8,22	14,35	5,95	29,05	6,46	5,12	10,63	10,66	12,27	15,25
<b>Média Geral</b>	1,96	6,31	307,07	28,93	44,06	199,66	35,44	4,31	65,13	4,45	11,07	0,52	21,69	40,57

\* Significativo (p<0,05), \*\* Altamente Significativo (p<0,01), <sup>ns</sup> não significativo (p<0,05). Para Adubação, Lâmina, Densidade, Adubação x Lâmina, Adubação x Densidade, Lâmina x Densidade. CVA – Coeficiente de variação da Adubação; CVL – Coeficiente de variação da Lâmina; CVA - Coeficiente de variação da Densidade. Peso médio da 2ª penca do cacho (Ppen), Número de dedos da 2ª penca do cacho (NDED), Peso médio do dedo (Pded), comprimento do fruto (CF), Diâmetro do fruto (DF), Peso da polpa (Ppol), Diâmetro da polpa (Dpol), Espessura da casca (EC), Rendimento de polpa (RP); Potencial hidrogenioco (PH) sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (AT), índice de maturação (Nº de Ratio SS/AT e percentual de umidade do fruto (UMID).

**Anexo 4.** Quadrado médio do resíduo com Teste F, coeficiente de variação e valores médios das variáveis macro e micronutrientes da terceira folha da bananeira D'Angola. Cruz das Almas – BA, 2015.

FV	N <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>	K <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>	Ca <sup>2</sup>	Mg <sup>2</sup>	B <sup>3</sup>	Cu <sup>2</sup>	Fe <sup>2</sup>	Mn <sup>2</sup>	Zn <sup>2</sup>	Na <sup>2</sup>
	.....dag/kg.....						-----mg/kg-----					
<b>BLOCO</b>	<b>0,196*</b>	0,000 <sup>ns</sup>	0,273 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,067 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	71,666 <sup>ns</sup>	2,838 <sup>ns</sup>	1796,149 <sup>ns</sup>	137,986 <sup>ns</sup>	6,335 <sup>ns</sup>	642,349 <sup>ns</sup>
<b>ADUB</b>	0,024 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,224 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,023 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	5,334 <sup>ns</sup>	0,826 <sup>ns</sup>	1491,311 <sup>ns</sup>	1,565 <sup>ns</sup>	8,753 <sup>ns</sup>	155,519 <sup>ns</sup>
<b>Erro 1</b>	0,019	0,0000	0,084	0,002	0,064	0,004	19,467	1,837	829,74	106,086	8,652	701,136
<b>LÂM</b>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,083 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	1,199 <sup>ns</sup>	0,947 <sup>ns</sup>	26,746 <sup>ns</sup>	2,031 <sup>ns</sup>	0,458 <sup>ns</sup>	113,707 <sup>ns</sup>
<b>ADU*LÂM</b>	0,144 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,048 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,040 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	21,101 <sup>ns</sup>	0,814 <sup>ns</sup>	772,068 <sup>ns</sup>	250,477 <sup>ns</sup>	1,848 <sup>ns</sup>	177,367 <sup>ns</sup>
<b>Erro 2</b>	0,029	0,0000	0,117	0,002	0,134	0,004	16,44	1,026	533,349	228,418	1,844	399,225
<b>DENS</b>	0,054 <sup>ns</sup>	<b>0,001*</b>	0,062 <sup>ns</sup>	<b>0,004**</b>	0,000 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	30,232 <sup>ns</sup>	0,340 <sup>ns</sup>	463,326 <sup>ns</sup>	8,673 <sup>ns</sup>	15,418 <sup>ns</sup>	34,496 <sup>ns</sup>
<b>ADUB*DENS</b>	0,16	0,000 <sup>ns</sup>	0,104 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,023 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	7,185 <sup>ns</sup>	1,896 <sup>ns</sup>	756,548 <sup>ns</sup>	67,256 <sup>ns</sup>	8,978 <sup>ns</sup>	33,883 <sup>ns</sup>
<b>LÂM*DENS</b>	0,011 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	<b>0,216*</b>	0,001 <sup>ns</sup>	0,109 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	13,678 <sup>ns</sup>	3,373 <sup>ns</sup>	50,386 <sup>ns</sup>	1,476 <sup>ns</sup>	14,694 <sup>ns</sup>	345,712 <sup>ns</sup>
<b>Erro 3</b>	0,047	0,0000	0,042	0	0,038	0,002	29,735	1,345	479,142	34,281	4,577	236,57
<b>CVA(%)</b>	4,59	8,06	8,88	20	30,34	19,52	26,49	34,99	33,58	34,66	19,12	57,27
<b>CVL (%)</b>	5,63	8,32	10,5	19,35	43,78	19,17	24,34	26,15	26,92	50,86	8,83	43,21
<b>CVD(%)</b>	7,2	6,85	6,32	10,6	23,27	11,75	32,39	29,94	25,52	19,7	13,91	33,27
<b>Média Geral</b>	3,01	0,18	3,26	0,2	0,84	0,34	16,66	3,87	85,79	29,72	15,38	46,24

\* Significativo (p<0,05), \*\* Altamente Significativo (p<0,01), <sup>ns</sup> não significativo (p<0,05). Para Adubação, Lâmina, Densidade, Adubação x Lâmina, Adubação x Densidade, Lâmina x Densidade. CVA – Coeficiente de variação da Adubação; CVL – Coeficiente de variação da Lâmina; CVA – Coeficiente de variação da Densidade.