

## CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE PLÁTANO SOB DIFERENTES DENSIDADES, ADUBAÇÃO E LÂMINAS DE ÁGUA

**LENILSON WISNER FERREIRA LIMA<sup>1</sup>; EUGÊNIO FERREIRA COELHO<sup>2</sup>; ANA LUCIA BORGES<sup>3</sup>; BRUNO LAECIO DA SILVA PEREIRA<sup>4</sup>; DAMIANA LIMA BARROS<sup>5</sup> E JOSÉ CARLOS LOPES DE LIMA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Irrigação e Fertirrigação, Embrapa Mandioca e Fruticultura. Rua Embrapa S/N - Cx. Postal 007, Chapadinha, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: lenilsonlimaagro@gmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3073-0501>;

<sup>2</sup> Irrigação e Fertirrigação, Embrapa Mandioca e Fruticultura. Rua Embrapa S/N - Cx. Postal 007, Chapadinha, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: eugenio.coelho@embrapa.br, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7079-6858>;

<sup>3</sup> Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Mandioca e Fruticultura. Rua Embrapa S/N - Cx. Postal 007, Chapadinha, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: ana.borges@embrapa.br, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6993-7115>;

<sup>4</sup> CCAAB, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: brunolaecio\_3@hotmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5784-5512>;

<sup>5</sup> Irrigação e Fertirrigação, Embrapa Mandioca e Fruticultura. Rua Embrapa S/N - Cx. Postal 007, Chapadinha, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: damibarrosh@hotmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5134-567X>;

<sup>6</sup> PPGEA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: josecarlosdude@hotmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-0727-8353>.

### 1 RESUMO

O cultivo de plátanos tem grande importância para a segurança alimentar mundial necessitando, assim, de informações sobre o uso de estratégias que permitam aumentar a sua produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, produção, qualidade físico-química dos frutos e a produtividade da água do plátano, cv. D'Angola, cultivado em diferentes níveis de adubação, lâminas de água e densidade de plantas. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, esquema de parcelas subdivididas, sendo 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 plantas (1.600 e 3.200 plantas ha<sup>-1</sup>). A produtividade da água para a densidade de plantio de 3.200 plantas ha<sup>-1</sup> superou em 69,87 % a PA para a densidade de 1.600 plantas ha<sup>-1</sup>. Em termos de qualidade de fruto a menor densidade (1600 plantas ha<sup>-1</sup>) apresentou-se com maiores valores das variáveis. O aumento na densidade de plantio de 1600 para 3200 plantas ha<sup>-1</sup> promoveu acréscimo no ciclo produtivo, aumentando a produtividade de pencas na ordem de 69 %, o que é equivale a um incremento de 11 t ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., densidade de plantio, produtividade da água, produtividade.

**LIMA, L. W. F.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L.; PEREIRA, B. L. da S.; BARROS, D. L.; LIMA, J. C. L. de**  
**GROWTH, PRODUCTION AND QUALITY OF PLANTAIN UNDER DIFFERENT DENSITIES, FERTILIZATION AND WATER LEVELS**

## 2 ABSTRACT

The cultivation of plantain is highly important for global food security; thus, information on the use of strategies to increase productivity is needed. The objective of this work was to evaluate the growth, production, physical-chemical quality of the fruits and water productivity of plantain, cv. D'Angola, cultivated with different fertilizer levels, water depths and plant densities. The experimental design was adopted in randomized blocks, with a subdivided plot scheme, with three levels of fertilizer (1.0, 1.25 and 1.5 of the recommended dose), two irrigation levels (60 and 100% of the crop evapotranspiration) and two plant densities (1,600 and 3,200 plants ha<sup>-1</sup>). The water productivity at a planting density of 3,200 plants ha<sup>-1</sup> exceeded the PA at a density of 1,600 plants ha<sup>-1</sup> by 69.87%. In terms of fruit quality, the lowest density (1600 plants ha<sup>-1</sup>) presented the highest values of the variables. The increase in planting density from 1600 to 3200 plants ha<sup>-1</sup> promoted an increase in the production cycle, increasing bunch productivity by approximately 69%, which is equivalent to an increase of 11 t ha<sup>-1</sup>.

**keyword:** *Musa spp.*, planting density, water use efficiency, productivity.

## 3 INTRODUÇÃO

O continente Africano é o principal produtor mundial de plátanos. Dentre os países, a Uganda destaca-se com uma produção de plátanos de 10.440.849,48 t, seguido por República Democrática do Congo com 4.887.511,00 t e por Gana com 4.819.198,63 t (FAO, 2022). O Brasil é o quinto país maior produtor mundial de bananas, porém, essa classificação é geral para todas as cultivares e variedades de bananas incluindo os plátanos (FAO, 2022).

Os plátanos (*Musa spp.*, AAB) são plantas herbáceas pertencentes à família das Musáceas que apresentam frutos grandes, com quininas proeminentes e alto teor de amido (Soto, 2011), os quais são de grande importância para a segurança alimentar humana. Existem poucas informações acerca do cultivo de plátanos, principalmente no Brasil, sendo o uso de tecnologias extrapolado a partir de outras variedades (Faria *et al.*, 2010; Moura *et al.*, 2002). O que pode ser um fator limitante à obtenção de melhores índices produtivos da cultura e/ou aumento do desperdício de insumos, principalmente água e adubos.

Os trabalhos de avaliação de plátanos são raros, principalmente, pela escassez de

variedades que permitam a condução de mais de um ciclo potencialmente produtivo. Ou seja, nas demais bananeiras, a avaliação de variedades é feita por pelo menos dois ciclos. No caso de plátanos, a avaliação pode ser feita em um único ciclo, já que muitos genótipos são atualmente cultivados como cultura anual (Arantes; Donato; Silva, 2010). Assim, 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).

Estratégias fitotécnicas como o aumento na densidade de plantio de frutíferas tem se tornando uma tendência mundial, uma vez que, esta prática 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 fertirrigação, manejo fitossanitário e gestão do manejo da cultura (Biswas; Kumar, 2010). Entretanto, as respostas das plantas ao aumento da densidade de plantas são específicas do local e relacionadas às interações entre solo, água, genótipo e ambiente.

Estudos sobre a combinação de tecnologias com altas densidades

populacionais de plantas, são necessários para bananas cultivadas (Santos *et al.*, 2019). Isso porque, o aumento da densidade de plantio diminui o excesso de radiação solar, reduz o surgimento de plantas daninhas, o que diminui o uso de herbicidas, ajuda a resfriar as plantas, reduz a evaporação de água do solo, e melhora o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das bananeiras (Donato *et al.*, 2013). Essa estratégia, de aumentar a densidade de plantas, no caso dos cultivos de plátanos, busca superar os problemas com alta incidência da broca que limita esses plantios a um único ciclo de produtividade potencial. Ou seja, o aumento do número de plantas por touceira pode equivaler, em termos de potencial de produção, a mais de um ciclo em um mesmo ano.

Entretanto, altas densidades de plantas podem aumentar o tempo decorrido para floração e colheita (Magalhães *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2019). Athani, Revanappa e Dharmatti (2009), concluíram que o aumento do número de plantas por unidade de área afeta a produção por planta e a porcentagem de plantas colhidas, o que influencia os fatores de crescimento e a produtividade total. Portanto, a melhor densidade de plantio deve ser ajustada considerando as características da cultivar, o tipo de solo, os fatores climatológicos da região, o manejo da cultura, bem como a associação entre tecnologias que permitam aumentar a produtividade e a eficiência do uso da água.

A eficiência do uso da água pode ser definida como a razão entre o rendimento comercial e a água efetivamente usada pela cultura como evapotranspiração (Jensen, 2007), sendo essencial para cultivos em regiões com recursos hídricos escassos. Simsek *et al.* (2005) e Zhang *et al.* (2004), calcularam a eficiência do uso da água pela razão entre o rendimento comercial e a evapotranspiração da cultura, enquanto Aujla, Thind e Butar (2005), usaram uma razão entre o rendimento e a quantidade total

de água recebida pelas plantas (irrigação + precipitação).

A eficiência do uso da água pode ser aumentada pela redução da profundidade da irrigação, o que pode economizar água e aumentar os lucros sem diminuir o rendimento (Melo *et al.*, 2010; Oliveira; Coelho Filho; Coelho, 2013; Teixeira; Quaggio; Mellis, 2011). Os efeitos das densidades de plantio e das lâminas de irrigação foram avaliados no primeiro e segundo ciclos de produção da banana 'Prata Anã' e no primeiro ciclo de produção da banana 'BRS Platina' por Magalhães *et al.* (2020) e Santos *et al.* (2019), respectivamente. Esses fatores são geralmente analisados nos dois primeiros ciclos da cultura da banana, pois, à medida que a planta aumenta de tamanho, não são esperadas respostas positivas com o aumento da densidade de plantio nos ciclos sucessivos. A eficiência de uso de água aumenta com a redução da lâmina bruta de irrigação a ser aplicada ou com o aumento da produtividade da cultura (Coelho *et al.*, 2013a), o que pode ser conseguido com o aumento de densidade das plantas.

Neste sentido este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento, a produção, a qualidade físico-química dos frutos e a produtividade da água da em plátano cv. D'Angola submetida a diferentes densidades de plantas, adubação e lâminas de água.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido, de junho de 2013 a novembro de 2014, na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura localizada no município de Cruz das Almas, Bahia, Brasil, a 220 m de altitude, com coordenadas geográficas de 12°40'19" latitude sul e 39°06'22" longitude oeste de Greenwich. O clima da região é classificado como úmido a sub úmido, com pluviosidade média anual de 1200 mm. Com

temperatura média mensal de 24°C e umidade relativa do ar média anual de 80 % (Souza; Souza, 2001). Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0 a 0,20 m, 0,20 a 0,40 m e 0,40 a 0,60 m e encaminhadas para o Laboratório de Física

do Solo e Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, ambos da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, para as análises químicas e físico-hídricas do solo, cujos resultados estão nas Tabelas 1, 2 e 3.

**Tabela 1.** Atributos físicos do solo da área experimental.

Camada	d <sub>s</sub>	Textura			Porosidade		Classe textural
		Areia	Silte	Argila	Macro	Micro	
m	g cm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>			%		
0 - 0,20	1,43	766,0	61,0	173,0	15,53	15,09	Franco Arenoso
0,20 - 0,40	1,53	699,0	47,0	254,0	10,95	17,79	Franco Argilo Arenoso
0,40 - 0,60	1,34	547,0	81,0	372,0	13,45	19,79	Argila Arenosa

d<sub>s</sub> - densidade do solo. Fonte: Autor (2024).

**Tabela 2.** Umidade volumétrica em equilíbrio com os potenciais matriciais do solo da área experimental.

Profundidade (m)	Tensão (kPa)					Água disponível (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
	-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

Fonte: Autor (2024).

**Tabela 3.** Atributos químicos do solo antes da implantação do experimento.

Prof. (m)	pH em água	P <sup>2</sup>	K <sup>2</sup>	Ca <sup>3</sup>	Mg <sup>3</sup>	Al <sup>3</sup>	Na <sup>2</sup>	V	MO <sup>4</sup>
	-	mg dm <sup>-3</sup>	.....	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	.....	.....	.....	%	g kg <sup>-1</sup>
0 - 0,20	8,1	53	0,37	2,4	1,6	0	0,26	100	11,75
0,20 - 0,40	7,3	41	0,45	1,7	1,2	0	0,14	100	7,96

<sup>2</sup> Extrator Mehlich-1; <sup>3</sup> Extrator KCl/1M; <sup>4</sup>Walkley & Black modificado.

Fonte: Autor (2024).

A água para irrigação foi proveniente de um reservatório situado próximo da área experimental, cuja análise físico-química apresentou os seguintes resultados: Condutividade elétrica (CE) = 650 dS m<sup>-1</sup>; potencial hidrogeniônico (pH) = 7,6; Razão de adsorção de sódio (SAR) = 3,6; Classificação da água de irrigação (USSL) = C2S1.

Foram utilizadas mudas micropropagadas do plátano cv. D'Angola, grupo genômico AAB, subgrupo Terra (*Musa Acuminata* x *Musa balbisiana*). O espaçamento adotado foi de 2,5 m entre plantas e 2,5 m entre fileiras de plantas. No plantio foram abertas covas de 0,40 m de comprimento x 0,40 m de largura por 0,40 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 curtido por touceira. Antes do florescimento das plantas foi feita nova aplicação de 12 L de esterco bovino curtido. O fósforo ( $P_2O_5$ ) foi aplicado na cova antes do transplantio, na forma de superfosfato simples, na dose d de 165 g por touceira.

A adubação de cobertura foi realizada semanalmente via fertirrigação com o auxílio de uma bomba injetora, sendo utilizado como fonte de nitrogênio a ureia e de potássio o cloreto de potássio. As quantidades de nitrogênio (N) e potássio, na forma de ( $K_2O$ ) aplicadas no plátano cv. D'Angola foram 1,0; 1,25 e 1,5 da dose recomendada sendo para o nitrogênio 200, 250 e 300  $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  e potássio 300, 375 e 450  $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ , sendo portanto o nível de adubação 1 – 200  $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  de N e 300  $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  de  $K_2O$ ; nível de adubação 2 – 250  $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  de N e 375  $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  de  $K_2O$ ; nível de adubação 3 – 300  $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  de N e 450  $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  de  $K_2O$ .

Utilizou-se um sistema de irrigação localizada, por gotejamento, sendo arrançados com uma linha lateral por fileira de plantas, com três emissores autocompensantes de 4 L  $h^{-1}$  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 1, 2 e 3; as subparcelas compreenderam as lâminas de irrigação: 60 % da ETc e 100 % da ETc (Tabela 4); e as subsubparcelas compreenderam as densidades de plantas: 1.600 plantas  $ha^{-1}$  (uma planta por touceira) e 3.200 plantas  $ha^{-1}$  (duas plantas por touceira).

O manejo da irrigação foi realizado por meio da associação dos dados de ETo coletados na estação e com os dados de umidade do solo. A umidade foi monitorada três vezes por semana, com leituras no início da manhã, antes da irrigação, medida com

auxílio de um sensor de TDR100 (reflectometria no domínio do tempo), 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 o momento da irrigação pela umidade crítica como aquela correspondente à redução de 25 % da água disponível, procedeu-se a aplicação da lâmina de água correspondente a ETc desde a última irrigação.

As variáveis biométricas de crescimento estudadas durante a emissão floral foram: altura de planta, diâmetro do pseudocaule, número de folhas funcionais e área foliar. Essa última variável foi estimada pelo comprimento e pela largura máxima da terceira folha da planta, com base na equação (1) proposta por Alves, Silva Júnior e Coelho (2001).

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

Em que:

AF - Área foliar total ( $cm^2$ );

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 à colheita (DFC) e do plantio à colheita (DPC). No período da colheita, avaliou-se: número de folhas, 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.

A produtividade da água (PA) foi obtida pela relação entre a produtividade e a lâmina bruta de irrigação calculada, expressa em  $kg\ mm^{-1}$ , conforme Loomis (1983) (eq. 2).

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

Em que:

PA = Produtividade 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 os atributos pós-colheita dos frutos do plátano cv. D'Angola foi retirada a segunda penca de cada cacho das plantas úteis dos tratamentos. Foram realizadas 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, e diâmetro do fruto a partir da região mediana do fruto. Também foi avaliado a porcentagem de polpa do fruto e a umidade do fruto ou perda por dessecação com uso de uma balança semi analítica (IAL, 2005).

Os sólidos solúveis (SS) foram obtidos com o uso de um refratômetro portátil, sendo os resultados encontrados em porcentual de açúcares e expressos como °Brix (LFA, 1973). A acidez total titulável na polpa do fruto (AT), o porcentual 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 (Borges, 2004). Estas amostras foram encaminhadas para o laboratório de irrigação e fertirrigação, levadas a estufas, sendo mantidas nestas por uma semana a  $65^\circ\text{C}$ , posteriormente trituradas e encaminhadas para análise química.

Os dados foram avaliados estatisticamente mediante o teste de normalidade e uma vez confirmada a homoscedasticidade dos dados. Os dados foram submetidos a análise no programa estatístico R (TEAMS R, 2023), utilizado o teste de média Tukey 1 e 5 % de significância, e teste normalidade dos resíduos no Teste Shapiro-Wilk e homogeneidade de variâncias (Kolmogorov-Smirnov). As variáveis dependentes foram então observadas quanto ao efeito das adubações, lâmina de água, densidade de plantas 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 influência das lâminas e densidades de plantio foram submetidas ao teste F.

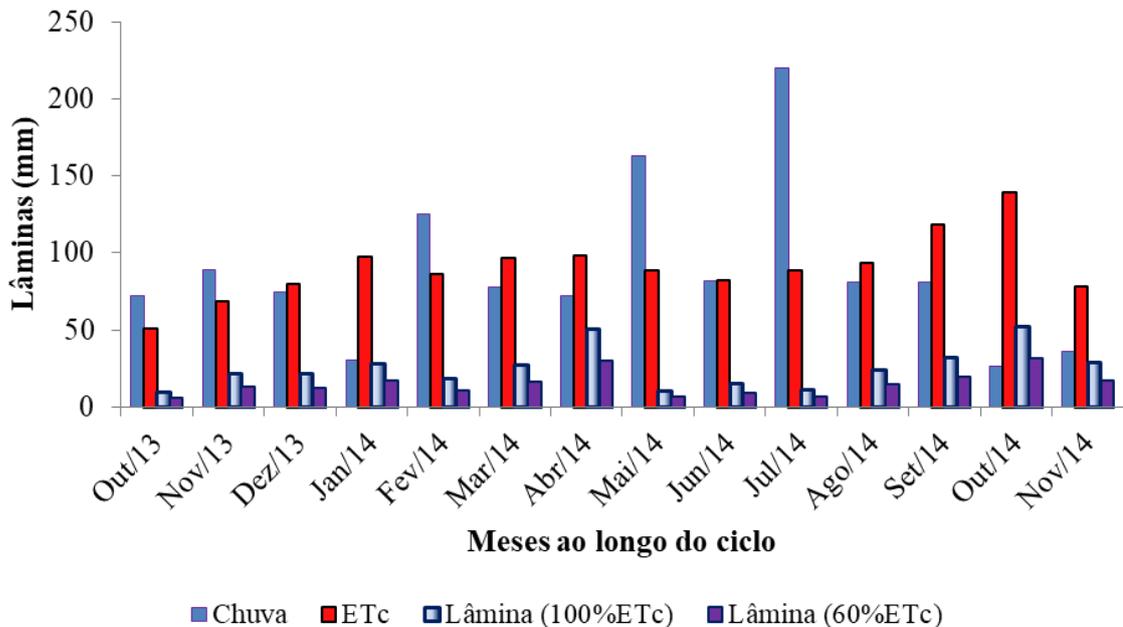
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação total ao longo do ciclo foi 1230,8 mm, com média de  $87,9 \text{ mm mês}^{-1}$ . A irrigação durante o ciclo da cultura foi em caráter suplementar, ocorrendo precipitação durante todo ciclo da cultura (Figura 1). A maior lâmina de irrigação aplicada foi a do tratamento com 100 % da ETc ou 354,0 mm. Os períodos de maiores necessidades da irrigação foram de dezembro de 2013 a abril de 2014 e de agosto a novembro de 2014. No primeiro período supracitado foram aplicadas, via irrigação, lâminas de 146 e 87 mm para os tratamentos com 100 e 60 % da ETc, respectivamente, correspondendo a um total de 41 % da lâmina de água aplicada em todo ciclo. No segundo período supracitado, 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 diminuiu efetivamente, esta fase compreendeu o período reprodutivo da cultura, devido ao excesso de água no solo (Figura 1). Essa fase

é a de maior demanda hídrica da cultura e teoricamente a mais sensível ao efeito dos tratamentos das lâminas de irrigação.

**Figura 1.** Evapotranspiração da cultura (ETc), precipitação (chuva) e lâminas de irrigação aplicadas durante o ciclo do plátano ‘D’Angola’.



Fonte: Autor (2024).

Neste tratamento foi aplicado 141,6 mm a mais que o tratamento com 60 % ETc ou 212,4 mm (Tabela 4). Segundo Coelho, Oliveira e Pamponet (2013b), a lâmina mais adequada para o plátano 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 4.** Lâmina total de água aplicada ao longo do período experimental.

Lâmina aplicada – mm			
ETc		ETc + Precipitação	
100%	60%	100%	60%
353,98	212,39	1584,78	1443,19

Fonte: Autor (2024).

As variáveis de crescimento (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. Entre as variáveis de

crescimento, apenas o número 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.

Na Tabela 5, são apresentados os valores médios para as variáveis de crescimento das fases do cultivo em função das densidades de plantio. As médias de todas as variáveis de crescimento para a densidade de plantio 3200 plantas ha<sup>-1</sup> foram superiores, exceto para o diâmetro de caule, onde a menor densidade de plantas (1600 plantas ha<sup>-1</sup>) proporcionou diâmetro do pseudocaule com maior valor; da mesma

forma observada por Athani, Revanappa e Dharmatti (2009) e Coelho, Oliveira e Pamponet (2013b), avaliando diferentes espaçamentos de cultivos na banana, encontraram diâmetro do pseudocaule máximo para a menor densidade de plantas. Porém, Coelho, Oliveira e Pamponet (2013b) apresentaram valores, em média 12,09 folhas, a mais que os tratamentos com apenas uma planta (Tabela 5).

**Tabela 5.** Variáveis de crescimento e períodos para florescimento e colheita do plátano cv. 'D'Angola'.

Densidade plantas ha <sup>-1</sup>	NFT	ALT — m —	DPS	AFT m <sup>2</sup>	DPF — dias —	DPC
1600	14,23 b	3,05 b	0,22 a	10,68 b	315,15 b	421,40b
3200	26,32 a	3,28 a	0,20 b	21,29 a	346,82 a	458,31a

Médias seguidas com letras distintas na coluna, dentro de cada atributo, diferem estatisticamente pelo teste F (p<0,05); NFT - número de folhas totais; ALT- altura do pseudocaule; DPS - diâmetro do pseudocaule; AFT - área foliar total; DPF - número de dias do plantio ao florescimento; DPC - número de dias do plantio à colheita (período total do ciclo).

Fonte: Autor (2024).

Foi observado por Faria *et al.* (2010) avaliando plátanos tipo Terra com 1666 plantas ha<sup>-1</sup>, que a cv. D'Angola se destacou com média de 14,2 folhas por planta na época do florescimento. Os valores médios da área foliar total, de forma similar ao número de folhas totais, para a densidade (3200 plantas ha<sup>-1</sup>) foi em 10,61 m<sup>2</sup> superior em relação a densidade (1600 plantas ha<sup>-1</sup>) proporcionando um acréscimo de 8 % no número de folhas, apresentando também maiores valores na variável altura de plantas (Tabela 5). Belalcázar (2002) trabalhando com densidade de plantio do plátano Dominico-Hartón (Musa AAB Simmonds) no espaçamento 3,0 x 2,0 m, com uma planta, duas e três por touceira obteve alturas de 3,5 m, 4,2 m e 4,3 m comprovando que a densidade populacional tem influência na altura da planta.

O período em dias do plantio ao florescimento (DPF) e dias do plantio à colheita (DPC) para o tratamento com 3200 plantas ha<sup>-1</sup> foi mais longo do que com 1600 plantas ha<sup>-1</sup>, aumentando em 31,67 dias no

florescimento e 36,91 dias para a colheita (Tabela 5). Esses resultados estão de acordo com os de Belalcázar (2002) porém o incremento de dias na fase vegetativa pode ser compensado com o incremento na produção, indicando o uso de até três perfilhos por touceira para a cv. Dominico-Hartón, onde o autor encontrou para uma, duas e três plantas por touceira 15,5, 18,0 e 20,0 meses de ciclo vegetativo. Verificou-se efeito significativo da interação lâmina x adubação, na média 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. O tratamento com adubação 1 submetidas a 100 % da ETc resultou em um ciclo mais precoce, que não diferiu do tratamento com adubação 2, independente da lâmina de irrigação aplicada (Tabela 6). Moura *et al.* (2002), trabalhando com o plátano 'Comprida Verdadeira' em Amaraji-PE, em diferentes espaçamentos de plantio encontrou média 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 1600 plantas  $ha^{-1}$  apresentou desenvolvimento de fruto mais precoce que

a densidade de 3200 plantas  $ha^{-1}$ . O DEC foi influenciado pela adubação, fixando a densidade de 3200 plantas  $ha^{-1}$ , onde as plantas submetidas à adubação 1 apresentaram enchimento de fruto mais tardio do que as demais, principalmente do que as do tratamento com adubação 2 (Tabela 6).

**Tabela 6.** Dias decorridos entre o plantio e a floração (DPF) para a interação entre doses de adubação e lâminas de irrigação e dias decorridos entre o plantio e o enchimento (DEC) para a interação entre doses de adubação e densidade de plantio, respectivamente.

Adubação	ETc		Densidade (plantas $ha^{-1}$ )	
NK <sub>2</sub> O (kg $ha^{-1}$ ano <sup>-1</sup> )	60 %	100 %	1.600	3.200
	DPF		DPC	
1 - 200-300	322,51 aA	319,03 aA	102,23 aA	120,67 bB
2 - 250-375	324,54 aA	336,04 aB	105,58 aA	105,91 aA
3 - 300-450	332,76 aA	351,03 bC	110,92 aA	107,90 aAB

Medias seguida da mesma letra minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ). Medias seguida da mesma letra maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Autor (2024).

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 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 produtividade da água. A densidade de plantio influenciou ( $p < 0,05$ ) todas as variáveis de produção. As interações: adubação x lâmina, adubação x densidade e lâmina x densidade, não apresentaram efeito significativo em qualquer variável de produção.

A média do número de folhas vivas na colheita apresentou uma redução na ordem de 5,9 e 13,2 folhas para densidade 1600 plantas  $ha^{-1}$  e 3200 plantas  $ha^{-1}$  respectivamente, em relação à média desta variável durante a emissão floral (Tabelas 6 e 8), o que pode ser explicado conforme Silva *et al.* (2006) ao relatar que a

translocação de foto assimilados para a formação de frutos passam a ser o dreno preferencial da planta.

O número de frutos por cacho (NFR) foi superior para os tratamentos com densidade de 3200 plantas  $ha^{-1}$ , apresentando uma porcentagem de variação em relação à densidade de 1600 plantas  $ha^{-1}$  de 81,27 %. Coelho, Oliveira e Pamponet (2013b) trabalhando com a densidade de plantio de 2000 plantas  $ha^{-1}$  encontrou uma média de 34,47 frutos por cacho, valores pouco superiores ao verificados neste trabalho na densidade 1600 plantas  $ha^{-1}$  ou 29,47 dedos (Tabela 7). Esses resultados não condizem com os resultados encontrados por Scarpate Filho e Kluge (2001), que testando diferentes espaçamentos de cultivo da bananeira 'Nanicã', verificaram que o número de frutos por cacho, teve uma tendência de ser maior para as menores densidades.

O número de pencas por cachos das duas plantas produtivas por touceira (Tabela

7) 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, encontraram um incremento do número de pencas com o aumento da

densidade de 1666 para 2500 plantas ha<sup>-1</sup> na ordem de 87 %. Coelho, Oliveira e Pamponet (2013b), 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>.

**Tabela 7.** Variáveis avaliadas na colheita do plátano cv. 'D'Angola'.

Densidade	NFT	NFR	NPE	MPE	MCA	PPE	PCA	PA
plantas ha <sup>-1</sup>	-----			(kg)	(kg)	(t ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )	(kg mm <sup>-1</sup> )
1600	8,33b	29,47b	6,78b	10,18b	10,91b	16,28b	17,46b	25,89b
3200	13,16a	53,42a	13,08a	17,25 <sup>a</sup>	18,51a	27,60a	29,61a	43,98a

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ). NFT - número de folhas vivas totais; NFR - número de frutos por cacho, NPE - número de pencas por cacho, MPE - massa da penca por cacho, MCA - massa do cacho, PPE - produtividade de pencas, PCA - produtividade de cacho e PA - produtividade da água.

Fonte: Autor (2024).

A massa de pencas (MPE) e cachos (MCA) para a densidade de 3200 plantas ha<sup>-1</sup> resultaram, em média, num aumento de 69,45 % e 69,66 % respectivamente em relação à densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 7). As produtividades de pencas (PPE) e de cacho (PCA) nos tratamentos com duas plantas/touceira (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 touceira<sup>-1</sup>). O aumento de uma para duas plantas produtivas por touceira resultou em um incremento na produtividade por hectare de 11,32 e 12,15 t ha<sup>-1</sup> para PPE e PCA, respectivamente (Tabela 7). A produtividade média considerando a densidade de 1600 plantas ha<sup>-1</sup> foi superior à obtida por Cavalcante *et al.* (2014), que obtiveram 17,73 t ha<sup>-1</sup> com a densidade de 1666 plantas ha<sup>-1</sup> nas condições do Acre.

A produtividade da água (PA) para a densidade de plantio de 3200 plantas ha<sup>-1</sup> superou em 69,87 %, a PA 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 (PA)

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 7). 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 irrigadas por microaspersão, verificou elevação da PA 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 a densidade de 2000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A lâmina de 60 % da ETc foi mais eficiente que a lâmina de 100 % da ETc, com um incremento da (PA) de 8,87 kg de banana por milímetro de água ou por 10 m<sup>3</sup> de água por hectare (Tabela 8). Esta diferença representou acréscimo de 29,1 % na PUA 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 PAs foram próximas ou superiores a eficiência máxima de uso de água, correspondente a lâmina de

922 mm (29,6 kg mm<sup>-1</sup>) considerada a mais adequada para essa cultivar obtida por

Coelho, Oliveira e Pamponet (2013b) nas mesmas condições edafoclimáticas.

**Tabela 8.** Médias da produtividade da água (PA) em plátano cv. 'D'Angola'.

Lâmina	PA
	(kg mm <sup>-1</sup> )
60% da ETc	39,37 a
100% da ETc	30,50 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F (p<0,05).

Fonte: Autor (2024).

A análise de variância mostrou que as variáveis de qualidade física dos frutos do plátano cv. D'Angola (massa média da 2ª penca do cacho, número de dedos da 2ª penca do cacho, massa médio do dedo, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, massa 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 do plátano 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 massa de pencas, número de frutos, comprimento do fruto, massa 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.

As médias das variáveis da qualidade física dos frutos do plátano cv. D'Angola nos tratamentos com uma planta produtiva por touceira foram superiores às das plantas do tratamento com duas plantas produtivas por touceira (Tabela 9), resultados que estão de acordo com Scarpere Filho e Kluge (2001) para quem a adoção de baixas densidades (1666 e 1333 plantas ha<sup>-1</sup>) produz frutos maiores embora com baixa produção quando comparados a altas densidades.

A variável massa de polpa e comprimento de fruto neste estudo mostrou superioridade para os tratamentos com uma planta produtiva por touceira em relação aos tratamentos com duas plantas produtivas por touceira. Faria *et al.* (2010) nas condições de Guanambi - BA trabalhando com avaliações fito técnicas de plátanos tipo Terra, encontraram média de valores para o comprimento de fruto da cv. D'Angola de 26,1 cm, valor esse inferior às médias obtidas nesse experimento para as duas densidades.

**Tabela 9.** Variáveis avaliadas nos frutos em plátano cv. 'D'Angola'.

Densidade	MPE	NDE	MMD	CFR	DFR	MPO	ECS	DPO	POR
plantas ha <sup>-1</sup>	(g)	-	(g)	(cm)	(mm)	(g)	(mm)	(mm)	(%)
1600	2095,4a	6,69a	319,22	29,88a	44,63	208,28a	4,47	36,38	65,4
3200	1827,1b	5,92b	294,91	27,98b	43,5	191,04b	4,42	35,38	64,86

\*Medias sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ). MMP - massa média da 2ª penca do cacho, NDE - número de dedos da 2ª penca do cacho, MMD - massa média do dedo, CFR - comprimento do fruto, DFR - diâmetro do fruto, MPO - massa da polpa, DPO - diâmetro da polpa, ECS - espessura da casca, RPO - rendimento de polpa.

Fonte: Autor (2024).

A acidez titulável também se apresentou superior nos tratamentos com uma planta produtiva por touceira. 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 (Tabela 10).

**Tabela 10.** Variáveis avaliadas na polpa dos frutos do plátano cv. 'D'Angola'.

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

\*Medias sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ). pH - potencial hidrogeniônico, SST - sólidos solúveis totais, ATT - acidez total titulável, SS/AT - índice de maturação (Nº de Ratio) e UMI - percentual de umidade do fruto (UMI). Fonte: Autor (2024).

O número de dedos e o percentual de umidade dos frutos para os tratamentos sob a lâmina 100 % da ETc foram superiores em relação às plantas submetidas a 60 % da ETc (Tabela 11). Os valores de porcentual de umidade do fruto descritos neste experimento foram inferiores aos descritos por Silva (2013) em cv. D'Angola nas condições de Cruz das Almas-BA, onde encontraram valores variando de 47 a 62 %, em estudo com diferentes doses de nitrogênio e lâminas de irrigação.

**Tabela 11.** Médias do número de dedos da 2ª penca do cacho (NDE) e porcentual de umidade de fruto (UMI) dos frutos do plátano cv. D'Angola.

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

Medias sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Autor (2024).

A análise de variância mostrou que os níveis de adubação e as lâminas de irrigação não tiveram efeito ( $p > 0,05$ ) em qualquer dos macros e micronutrientes foliares analisados. Já a densidade teve efeito apenas no fósforo e enxofre ( $p < 0,05$ ). As interações não tiveram efeito para os macros e micronutrientes foliares analisados ( $p > 0,05$ ) (Tabela 12). Os teores de macro e micronutrientes no presente trabalho (Tabela 12) apresentaram-se com valores dentro da faixa

recomendada para o nitrogênio (2,65 a 3,12 dag kg<sup>-1</sup>), fósforo (0,13 a 0,17 dag kg<sup>-1</sup>), potássio (2,2 a 2,53 dag kg<sup>-1</sup>), boro (14 a 30 mg kg<sup>-1</sup>) e Zinco (14 a 16 mg kg<sup>-1</sup>) conforme Borges e Silva Júnior (2001).

**Tabela 12.** Resultado dos teores de macro e micronutrientes na terceira folha do plátano cv. 'D'Angola'.

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>
plantas ha <sup>-1</sup>	.....dag kg <sup>-1</sup> .....						-----mg kg <sup>-1</sup> -----					
1600	2,98	0,18b	3,22	0,19b	0,84	0,34	15,73	3,97	82,2	29,23	14,73	45,26
3200	3,05	0,19a	3,3	0,22a	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; 1 - Digestão sulfúrica – Método Kjeldahl; 2 - Digestão nítrico-perclórica; 3- Digestão via seca dag/kg = (%); mg/kg = (ppm). Medias sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste F (p<0,05).

Fonte: Autor (2024).

## 6 CONCLUSÕES

O aumento na densidade de plantio de 1.600 para 3.200 plantas ha<sup>-1</sup> promoveu ciclo produtivo mais longo, tanto do plantio ao florescimento, quanto do plantio à colheita em plátano cv. 'D'Angola' (*Musa spp*, AAB).

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

A produtividade da água para a densidade de plantio de 3.200 plantas ha<sup>-1</sup> foi superior em 69,87 % em relação a densidade de 1.600 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 aumento na produtividade da água de 8,87 kg de banana por milímetro de água.

O aumento na densidade de plantio, diminuiu o comprimento e diâmetro do fruto, no entanto, não diminui a qualidade comercial dos frutos e proporciona elevação no índice de maturação.

## 7 REFERÊNCIAS

ALVES, A. A. C.; SILVA JÚNIOR, J. F. S.; COELHO, E. F. Estimation of banana leaf area by simple and non-destructive methods. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8, 2001, Ilhéus. **Anais** [...]. Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2001. v. 1, p. 1-3.

ARANTES, A. M.; DONATO, S. L. R.; SILVA, S. O. Relação entre características morfológicas e componentes de produção em plátanos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 224-227, 2010.

AOAC. **Official methods of analysis**. 12 ed. Washington, DC: Association of Analytical Chemistry, 1975.

ATHANI, S.; REVANAPPA, I.; 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.

AUJLA, M. S.; THIND, H. S.; BUTAR, G. S. Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 71, n. 1, p. 167-179, 2005.

BELALCÁZAR, C. S. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. **Acorbat**. Memorias XV reunión. Realizada en Cartagena de Indias, Colombia. Medellín (COL). Asociación de Bananeros de Colombia AUGURA. 2002.

BISWAS, B. C.; KUMAR, F. N. D. High Density Planting: Success Stories of Banana Farmers. **Fertiliser Marketing News**, Nova Delhi, v. 41, n. 6, p. 3-10, 2010. Disponível em: <https://faidelhi.org/Article%20-Dr%20Biswas/Dr%20B%20C%20Biswas%20-%20June%20issue%20of%20Mktg%20news.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2015.

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

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.

CAVALCANTE, M. J. B.; ANDRADE NETO, R. C.; LEDO, A. S.; GONDIM, T. M. S.; CORDEIRO, Z. J. M. 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.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; COTRIM, C. E.; SILVA, A. J. P. Mecanismos para otimização da eficiência do uso da água em fruteiras tropicais. **ITEM. Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, v. 99, p. 48-53, 2013a.

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

COSTA, F. S.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; BRITO, M. E. B.; MESQUITA, E. F. 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.

DONATO, S. L. R.; SANTOS, M. R.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, P. M. Eficiência de uso da água em bananeiras. *In*: REUNIÃO INTERNACIONAL DA ASSOCIAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO INTEGRAL DAS MUSÁCEAS (BANANAS E PLÁTANOS), 20., 2013, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Instituto Frutal: Acorbat Internacional, 2013. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/967128>. Acesso em: 01 de abr. 2016.

FAO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2021**. Rome: FAO, 2022. Disponível em: [https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity). Acesso em: 15 mar. 2023.

FARIA, H. C.; DONATO, S. L. R.; PEREIRA, M. C. T.; SILVA, S. O. Avaliação fitotécnica de bananeiras tipo terra sob irrigação em condições semi-áridas. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 830-836, 2010.

IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005.

JENSEN, M. E. Sustainable and productive irrigated agriculture. *In*: HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G.; JENSEN, M. E.; MARTIN, D. L.; ELLIOTT, R. L. **Design and operation of farm irrigation systems** 2. ed. Saint Joseph: ASABE, 2007. p. 33-56.

LFA. **Laboratory in Food Analysis**. Lond: Butterworths, 1973, p.58-60.

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). Madison: American Society of Agronomy, Crop Society of America, and Soil Science Society of America, 1983. p. 345-374.

MAGALHÃES, D. B.; DONATO, S. L. R.; SANTOS, M. R.; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; SOUZA, B. S. Yield of 'Prata-Anã' banana plants under water deficit and high plant density. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 42, n. 5, p. e-046, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452020046>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/6jtsyHnQVXLRt64TnVtK8Bx/?lang=en>. Acesso em: 13 fev. 2024.

MELO, A. S. D.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; SUASSUNA, A. F.; AGUIAR NETTO, A. D. O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.

MOURA, R. J. M.; SILVA JUNIOR, J. F.; SANTOS, V. F.; GOUVEIA, J. 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.

OLIVEIRA, J. M.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F. Crescimento da bananeira Grande Naine submetida a diferentes lâminas de irrigação em tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p. 1038-1046, 2013.

PAMPONET, A. J. M. **Avaliação de lâminas de irrigação para a bananeira cv. Prata Anã sobre duas densidades de plantas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2013.

TEAMS R. **The R Project for Statistical Computing**. Version R-4.3.2. Viena: Cran R, 2023. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso: 13 fev. 2023.

SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; MAGALHÃES, D. B.; COTRIM, M. P. Precocity, yield and water-use efficiency of banana plants under planting densities and irrigation depths, in semiarid region. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, n. e53036, p. 01-10, 2019.

SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A. Produção da bananeira ‘Nanicã’ em diferentes densidades de plantas e sistemas de espaçamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, 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. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológica, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2013.

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

SIMSEK, M.; TONKAZ, T.; KAÇIRA, M.; ÇÖMLEKÇIOĞLU, N.; DOĞAN, Z. The effects of different irrigation regimes on cucumber (*Cucumis sativa* L.) yield and yield characteristics under open field conditions. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 73, n. 3, p. 173-191, 2005.

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

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

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. S. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisas de Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. (Boletim de Pesquisa, n. 20).

TEIXEIRA, L. A. J.; QUAGGIO, J. A.; MELLIS, E. V. Ganhos de eficiência fertilizante em bananeira sob irrigação e fertirrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 272-278, 2011.

ZHANG, Y.; KENDY, E.; QIANG, Y.; CHANGMING, L.; YANJUN, S.; HONGYONG, S. Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield and water use efficiency in the north China plain. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 64, n. 1, p. 107-122, 2004.