



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

GABRIEL GUSTAVO ALVES LAGE

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE BANANEIRA ‘PRATA-
ANÃ’ SUBMETIDA A INTERVALOS DE IRRIGAÇÃO E ALTURA DE EMISSORES**

GUANAMBI
BAHIA – BRASIL
2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

GABRIEL GUSTAVO ALVES LAGE

CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE BANANEIRA ‘PRATA-ANÃ’ SUBMETIDA A INTERVALOS DE IRRIGAÇÃO E ALTURA DE EMISSORES

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

GUANAMBI
BAHIA – BRASIL
2018

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IF Baiano *Campus Guanambi*

L174c Lage, Gabriel Gustavo Alves

Características fisiológicas e produtivas de bananeira prata anã submetida a intervalos de irrigação e altura de emissores/ Gabriel Gustavo Alves Lage.- Guanambi, Bahia, 2018.

Orientador: Prof. D.S.c Carlos Elísio Cotrim

Dissertação de mestrado profissional em produção vegetal no Semi árido – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Guanambi.-Bahia, 2018.

1.Eficiência de uso da água; 2. Manejo da irrigação; 3.Neossolo Quartzarênico. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

GABRIEL GUSTAVO ALVES LAGE

CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE BANANEIRA ‘PRATA-ANÃ’ SUBMETIDA A INTERVALOS DE IRRIGAÇÃO E ALTURA DE EMISSORES

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de *Mestre Profissional*.

APROVADA: 05 de abril de 2018


Prof. Dr. Alessandro de Magalhães Arantes
Membro da Banca – IF Baiano


Prof. Dr. José Alberto Alves de Souza
Membro da Banca – IF Baiano


Prof. Dr. Silvano Rodrigues dos Santos
Membro da Banca – Unimontes


Prof. Dr. Carlos Elízio Cotrim
Orientador – IF Baiano

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por conduzir minha vida por bons caminhos.

Ao Instituto Federal Baiano pela oportunidade da conclusão do mestrado.

Agradeço aos professores que direta ou indiretamente participaram da minha capacitação profissional, pelos conhecimentos transmitidos, incentivo e disponibilidade em ajudar no desenvolvimento do trabalho.

À minha família pelo apoio e auxílio nessa etapa importante da minha vida, em especial à minha esposa pela dedicação e compreensão durante os 2 anos do mestrado.

Muito obrigado!

Sumário

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	2
MATERIAL E MÉTODOS	5
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
CONCLUSÕES	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

RESUMO

LAGE, GABRIEL GUSTAVO ALVES, M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus* Guanambi, abril de 2018. **Características fisiológicas e produtivas da bananeira ‘Prata-anã’ submetida a intervalos de irrigação e alturas de emissores.** Orientador: Prof. Dr. Carlos Elizio Cotrim. Coorientador: Prof. Dr. José Alberto Alves de Souza.

Objetivou-se avaliar as características produtivas, as trocas gasosas e a eficiência de uso da água em bananeiras ‘Prata-Anã’ clone Gorutuba sob diferentes frequências de irrigação associadas a diferentes alturas de emissores. Para isso, foi desenvolvido experimento de campo, em esquema fatorial 2x4: dois turnos de rega (diário e a cada dois dias) e quatro alturas de emissores (50, 70, 90 e 110 cm), no delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. As lâminas de reposição via irrigação por microaspersão foram repostas em função da evapotranspiração da cultura. Foram avaliadas as trocas gasosas no período de maior estresse climático e as características produtivas na colheita. A eficiência econômica de uso da água foi determinada de forma indireta, considerando a produção sobre a mesma lâmina de irrigação em todos os tratamentos. A eficiência instantânea de uso da água foi estimada com um analisador de gás ao infravermelho, no período climático crítico. Não houve interação entre o turno de rega e a altura de emissores. A frequência irrigação de dois dias proporcionou menores valores de temperatura foliar e de radiação fotossinteticamente ativa incidente na folha, resultando em maior peso de frutos. Não houve interação entre frequência de irrigação e altura de emissores. As alturas de 70 e 90 cm proporcionaram maior peso de frutos.

Palavras-chave: Eficiência de uso da água; manejo da irrigação; Neossolo Quartzarênico.

ABSTRACT

LAGE, GABRIEL GUSTAVO ALVES, M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus* Guanambi, abril de 2018. **Características fisiológicas e produtivas da bananeira ‘Prata-anã’ submetida a intervalos de irrigação e alturas de emissores.** Adviser: Prof. Dr. Carlos Elizio Cotrim. Co-adviser: Prof. Dr. José Alberto Alves de Souza.

This study aimed to evaluate the productive characteristics, gas exchange and water use efficiency in banana 'Prata-Anã' clone Gorutuba under different irrigation intervals associated with different emitter heights. Therefore, a field experiment was conducted in a 2x4 factorial scheme: two irrigation intervals (daily and every two days) and four emitter heights (50, 70, 90 and 110 cm), in a completely randomized design with four replicates. The irrigation depths, applied by micro-sprinkler irrigation system, were calculated as a function of crop evapotranspiration. Gas exchanges were evaluated during the period of greatest climatic stress and the productive characteristics at the harvest. The economical water use efficiency was determined indirectly, considering the production divided by the applied irrigation depth, which was the same in all treatments. The instantaneous water use efficiency was estimated with an infrared gas analyzer in the critical climatic period. There was no interaction between irrigation intervals and emitter height. The two-days irrigation interval provided lower values of leaf temperature and photosynthetically active radiation incident on the leaf, resulting in higher fruit weight, and, consequently, higher yields and higher water use efficiency. The highest fruit weights were obtained on heights of 70 and 90 cm.

Keywords: Water use efficiency; irrigation management; Neosol Quartzarênico.

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a quarta posição no ranking mundial de produção de banana (FAOSTAT, 2016), com mais de 50% da fruta produzida na região semiárida (IBGE, 2016), onde o uso de irrigação é indispensável, sobretudo devido às elevadas exigências hídricas da cultura (Kissel et al., 2015).

O tipo de sistema de irrigação pode alterar a produtividade de cultivos de bananeiras, ainda que utilizadas as mesmas cultivares e condições semelhantes de cultivo (Sant'ana et al., 2012), em função da diferença na uniformidade de distribuição de água associada a fatores como: posição do emissor, ângulo de irrigação, pressão de serviço, tipo de vegetação e altura de emissores; influenciando a área e volume de solo molhados, intensidade e frequência de aplicação, alterando a distribuição espacial do sistema radicular, atributos químicos e fluxo de nutrientes no solo. Também pode gerar mudanças nas características fenotípicas (Donato et al., 2010).

Plantas superiores são aquelas que conseguem gerar mudanças fisiológicas e fenotípicas aumentando a eficiência do uso da água (EUA), podendo ser expressa de várias formas: EUA da folha ou instantânea, que é a razão entre o ganho de carbono unitário fixado pela fotossíntese por unidade de água transpirada para uma redução de 1 kPa de déficit de pressão de vapor; EUA da planta que corresponde à razão entre massa seca produzida e a lâmina de água transpirada; ou, do ponto de vista econômico, considera a razão entre produção unitária de massa fresca (kg) por unidade de água transpirada (Donato et al., 2013).

O aumento do turno de rega de irrigação implica em maior quantidade de água aplicada por evento de irrigação e maior volume de solo molhado, afetando a distribuição das raízes no solo (Donato et al., 2013).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar as características produtivas, as trocas gasosas e a eficiência de uso da água em bananeiras 'Prata-Anã' clone Gorutuba sob diferentes turnos de rega associadas a diferentes alturas de emissores.

REVISÃO DE LITERATURA

Na região semiárida brasileira, a precipitação média anual é menor que 800 mm, com irregularidade de distribuição. Como o requisito de água da cultura da banana é maior do que a pluviosidade natural, o uso da irrigação torna-se necessário para atender as necessidades hídricas durante os períodos de déficit hídrico no solo mesmo em regiões úmidas (VANHOVE et al., 2012; KISSEL et al., 2015). No entanto, é necessário buscar a precisão na aplicação da lamina de irrigação principalmente em regiões semiáridas de trópicos e subtropicais mais sujeitas a mudanças climáticas (SURENDAR et al., 2013, 2015).

A atenção com o uso da água requer dos irrigantes, especialmente na região semi-árida, a precisão com o manejo da irrigação e o aumento desta leva ao incremento na eficiência da irrigação e do uso da água (EUA) (SANTOS et al., 2013) . Portanto, há a necessidade de estudos com especificidade local envolvendo estratégias que visem facilitar a gestão da irrigação e sua adoção pelo produtor (SANTOS et al., 2016).

O manejo da água de irrigação tem por objetivo principal manter a água armazenada nos poros do solo, que seja facilmente absorvida pelas raízes, sem riscos de limitação à planta. A capacidade de armazenamento de água do solo às plantas varia conforme o tipo de solo, sua textura e estrutura. (COELHO et al., 2012).

O conhecimento das expressões das características fenotípicas, figura com grande importância para determinar o melhor arranjo para maximizar qualidade e quantidade de produção, considerando a dinâmica de combinação: cultivares x sistemas de irrigação (MARQUES et al., 2011).

O sistema de microaspersão é um dos mais utilizados nos cultivos de bananeiras possibilitando maior área molhada e menor influência pela qualidade da água comparado com gotejamento. Porém quanto a umidade de água sobre o solo sofre maior influência de fatores como: condições climáticas, principalmente ventos, e pelo diâmetro do pseudocaule das bananeiras (DONATO et al, 2010).

Dantas Neto et al (1997), avaliando o microaspersor NAAN 7110, sobre influencia de ventos, constatou que o volume da lamina aplicada reduz a medida que se distancia do emissor, com ou sem influencia de ventos. Assim ações voltadas para homogenizar a

distribuição da lamina do emissor podem incrementar a eficiência de aplicação e uso da água de irrigação conforme discutio por Santos et al (2016).

A área molhada da superfície do solo está associada à região de desenvolvimento da raiz; Quanto maior for, maior será a expansão lateral do sistema radicular. No entanto, diâmetros molhados de maior superfície do solo também implicam em maiores áreas sob evaporação, com redução da eficiência de aplicação. Além disso, os fatores morfológicos, de produção e de qualidade de frutos da cultura da banana, podem ser influenciados pela área úmida da superfície do solo, isoladamente ou em interação com a quantidade de água aplicada (COELHO et al., 2006b).

O aumento da eficiência de uso da água é fundamental para diminuir o desperdício desse recurso dos atuais padrões de produção da agricultura irrigada. Isso é possível através de mudanças na forma de aplicação de água às culturas, na eficiência dos sistemas de irrigação, no manejo da irrigação e das culturas. A eficiência dos sistemas de irrigação envolve o correto dimensionamento hidráulico do projeto com base na cultura bem como a eficiência de aplicação de água pelo emissor, relacionado a lamina aplicada x lamina utilizada pela cultura. Envolve fatores intrínsecos a eficiência de utilização de água pela cultura (DONATO et al., 2013).

Assim com as condições hídricas e térmicas do solo, o clima influencia no status hídrico da planta, através de mudanças de temperatura interna da folha, com reflexos nas trocas gasosas, no crescimento da bananeira, com especificidade varietal. A temperatura é o principal fator, associado à água, radiação e fotoperíodo que contribuem para a sazonalidade na emergência dos cachos (FORTESCUE et al., 2011), e, conseqüentemente, na estacionalidade da produção, corrente em todas as regiões produtoras.

A avaliação dos caracteres fisiológicos contribui para avaliação e identificação de indivíduos superiores, pois permite entender as respostas fisiológicas da bananeira ao ambiente, através da análise de alterações nas taxas de transpiração, condutância estomática e fotossíntese como indicadores fisiológicos da presença de estresse (LUCENA, 2013).

Existe uma relação direta entre temperatura foliar e transpiração, até determinado ponto de aumento de temperatura e uma relação inversa entre temperatura e EUA, em função

de maior sensibilidade fotossintética as variações de temperatura; afetando diretamente a condutância estomática e tolerância ao estresse (ARANTES et al., 2016).

O estômato das bananeiras pode responder à baixa umidade relativa, bem como à redução da umidade do solo, e há uma variação genética entre as cultivares, em relação a essa característica (KISSEL et al., 2015), porém dados apresentados por Arantes et al (2016), mostram que a bananeira continua transpirando em faixas de temperatura alta na folha, mesmo que a taxa de assimilação de água do solo seja menor que a transpirada.

Buscando aumentar a eficiência do uso de água, alguns modelos tem sido propostos, sugerindo o ajuste da evapotranspiração de referência via características fisiológicas e agrônomicas, utilizando um coeficiente empírico de transpiração (K), associado ao área foliar (LA) (SANTOS et al., 2016); e via irrigação com déficit (COELHO et al., 2009). Em outras palavras, é possível reduzir o consumo de água e energia sem grandes danos à qualidade do fruto e ao rendimento do pomar.

Existem dois tipos de irrigação com déficit: A secagem parcial de raízes (RDI) que consiste na aplicação de irrigação deficitária em estádios de desenvolvimento de plantas em que o crescimento e a qualidade do fruto têm baixa sensibilidade ao déficit hídrico (INIESTA et al. 2009); e a irrigação com déficit controlado (PRD) que utiliza respostas bioquímicas das plantas ao estresse hídrico para alcançar um equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (SANTOS et al., 2013); em consequência, há melhora significativa na produção por unidade de água de irrigação aplicada.

O manejo da irrigação via ajuste de frequência de aplicação de água influencia na distribuição da água no solo e das raízes como consequência. O aumento da frequência de irrigação diária implica em menor quantidade de água aplicada por evento de irrigação e menor volume de solo molhado, afetando a distribuição das raízes no solo (DONATO et al., 2013). A distribuição do sistema radicular da bananeira sob frequências de irrigação (turno de rega) de quatro e seis dias nas condições do Projeto Gortuba, Norte de Minas Gerais, resultou em maiores valores de DCR para a frequência de seis dias comparada à de quatro dias (SANTOS et al., 2004). Isto foi atribuído às maiores quantidades de água aplicadas a cada evento de irrigação nesta frequência, resultando em maior volume de solo molhado, o que promove o desenvolvimento das raízes em toda a extensão entre a planta e o microaspersor.

A absorção de água acompanha a frequência de irrigação (turno de rega) em função da profundidade de absorção, com o aumento dos dias ocorre absorção nas camadas mais profundas em função do deslocamento horizontal da lamina sendo influenciado pelo potencial gravitacional. Para frequência de irrigação de dois dias, ocorre absorção de água em zonas de maior extração até 0,70 m da planta e à 0,50 m de profundidade. Para frequência de quatro dias a extração ocorre em maior profundidade, com maior intensidade até 0,60 m da planta. Para seis dias, a extração acontece num maior volume de solo e os maiores valores ocorrem em toda profundidade monitorada, até 0,80 m e a distâncias da planta de até 1,10 m (COSTA et al., 2008).

A aplicabilidade desta abordagem baseia-se na teoria de que o déficit hídrico do solo induz a produção de hormônio ácido abscísico (ABA) pelas raízes. Este hormônio difunde-se ao eixo vascular, concentrando-se na parte aérea, promovendo o fechamento parcial dos estômatos, controle do crescimento vegetativo e conseqüente redução da perda de água para a atmosfera (SANTOS et al., 2013). Este comportamento pode ocorrer no manejo de irrigação com turno de rega acima de 2 dias, dependendo da capacidade do solo de armazenamento de água, pois a redução de 20% da disponibilidade de água no solo é o limite para o estresse inicial na cultura da banana (ROBINSON & GALAN SAÚCO, 2012).

Neste sentido a produção de ABA melhora a eficiência do controle estomático limitando a perda de água, geralmente reduzindo as trocas gasosas, aumentando a tolerância aos fatores de estresse, aumentando a EUA (SANTOS et al., 2013).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda São Francisco, de propriedade do GRUPO BANARICA, localizada em Matias Cardoso-MG, com coordenadas geográficas centrais correspondentes a 14° 56' 49" S e 43° 57' 21" W, e altitude de 461 m. O solo é de textura arenosa, relevo plano a suavemente ondulado, cujos atributos químicos e textura encontram-se descritos na Tabela 1. O clima da região é do tipo Aw (Tropical, com inverno seco), segundo classificação de Köppen.

Tabela 1. Resultados de análise de solo do local do experimento

Identif.	.....Composição Química.....																			..Comp Física..			
	pH ¹	MO ²	P ³	K	Ca ⁴	Mg ⁴	Al ⁴	H+Al ⁵	SB	t	T	V	m	B ⁶	Cu ³	Fe ³	Mn ³	Zn ³	Prem ⁸	CE	Areia	Silte	Argila
	dag/kg	...mg/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³	.....cmolc/dm ³
B4-5	6,6	0,7	84,6	82	2	0,6	0	2,9	2,9	2,9	4,1	72	0	0,2	0,6	36,9	40,2	5,3	47,8	0,5	86	6	8

1 pH em água; 2/Colorimetria; 3/Extrator: Mehlich-1; 4/Extrator: KCl 1 mol/L; 5/pH SMP; 6/Extrator: CaCl₂; 7/Extrator: Ca(H₂PO₄)₂, 500 mg/L de P em HOAc 2mol/L; 8/Solução equilíbrio de P; SB, Soma de bases; t, CTC efetiva; T, CTC a pH 7; V, Saturação por bases; m, Saturação por alumínio; P-rem, Fósforo remanescente; CE, Condutividade elétrica. dag/kg = %; mg/dm³ = ppm; cmolc/dm³ = meq/100 cm³

O plantio da lavoura foi realizado entre os dias 1 a 6 de abril de 2016, utilizando mudas de cultura de tecido da cultivar ‘Prata-Anã’, clone Gorutuba (Rodrigues et al., 2012), em espaçamento de 3 x 2 m. A implantação e tratos culturais seguiram as práticas comumente adotadas na propriedade.

Para a irrigação, foi utilizado microaspersores Plastro[®] Rondo[®], com vazão nominal de 102 L h⁻¹ à pressão de 201 kPa, diâmetro molhado de 9,4 m, espaçados 6 m entre si e 6 m entre linhas laterais. As lâminas de irrigação foram calculadas e aplicadas com base na evapotranspiração de referência (ET_o), determinada diariamente pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 2006), baseada nos dados coletados de uma estação meteorológica automática instalada a 500 m do experimento. Os coeficientes de cultivo (K_c) para determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c) foram definidos em função das fases fenológicas da cultura, conforme Coelho et al. (2006). A capacidade total de armazenamento de água do solo (CTA) foi determinada à partir das curvas de retenção (Equação 1, 2 e 3), considerando a profundidade efetiva do sistema radicular igual a 60 cm e valores de densidade do solo conforme a Tabela 3. A capacidade real de água do solo (CRA) foi determinada considerando-se um fator de disponibilidade (f) igual a 0,3 (ALLEN et al., 2006). A

frequência de irrigação mínima, ou turno de rega máximo possível (TR possível) foi determinado dividindo-se a CRA pela ETc máxima.

Tabela 2: Curvas de retenção de água no solo da área experimental.

Curva*	R ²	D _s
$\theta_{0-20} = 0,0383$ $+ \frac{(0,1250 - 0,0383)}{[1 + (0,0745 * \tau)^{1,8489}]^{0,4591}}$	0,9888	1,84
$\theta_{20-40} = 0,0442$ $+ \frac{(0,1200 - 0,0442)}{[1 + (0,0820 * \tau)^{1,8240}]^{0,4518}}$	0,9810	1,82
$\theta_{40-60} = 0,0526$ $+ \frac{(0,1250 - 0,0526)}{[1 + (0,1117 * \tau)^{2,1801}]^{0,5413}}$	0,9952	1,86

*Dados ajustados ao modelo de Van Genuchten (VAN GENUCHTEN, 1980); θ = Umidade do solo ($g\ g^{-1}$); τ = tensão de água no solo (kPa); D_s = densidade relativa do solo (decimal).

Tabela 3. Capacidade de campo (CC), ponto de Murcha Permanente (PMP), densidade do solo (da), capacidade de armazenamento real (CRA) e total (CTA) do solo, ETc máxima e turno de rega (TR)

Profundidade	CC	PMP	da (gr/cm3)	CRA (mm)	CTA (mm)	Etc max (mm/dia)	TR possível (dias)
0-20	11%	4%	1,84	24	81	8,4	2,89
20-40	11%	4%	1,82	23	76	8,2	2,77
40-60	12%	5%	1,86	21	71	8	2,66

Os tratamentos, dois turnos de rega (diário e a cada dois dias) e quatro alturas de emissores (50, 70, 90, 110 cm) foram dispostos num delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições e parcelas constituídas por quatro plantas úteis.

As avaliações das trocas gasosas, da temperatura foliar e da radiação incidente nas folhas foram realizadas sempre na terceira ou quarta folha (folha três ou quatro) a contar do ápice para a base, com auxílio do analisador de gás a infravermelho (IRGA) modelo Lcpro⁺® Portable Photosynthesis System (ADC BioScientific Limited, UK), com temperatura e irradiância ambiente e fluxo de ar de 200 mL min⁻¹, sempre com o escudo de radiação voltado para o sol (Arantes et al., 2016).

As coletas dos dados foram realizadas no período de setembro de 2016 a fevereiro de 2017, correspondente à época de maior estresse climático (Donato et al., 2013) até o florescimento do primeiro ciclo de produção.

Os caracteres produtivos foram avaliados no momento da colheita, sendo estes o número de pencas por cacho, o peso do engaço, o peso total de frutos por cacho e o número de folhas por planta. A eficiência econômica do uso da água foi relacionada diretamente ao peso total de frutos, visto que a lâmina total de água aplicada foi a mesma para todos os tratamentos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,1$). Adotou-se 10% de probabilidade para atender à dinâmica de produção, onde os fatores que podem influenciar o desenvolvimento da lavoura são diversos e incontáveis, possibilitando a ocorrência de erros tipo II, decorrente de maior rigor no teste de Tukey para identificação de diferenças significativas entre tratamentos (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura máxima, mínima e umidade relativa registrados durante o ciclo da cultura estão apresentados na Figura 2, e os dados de evapotranspiração, precipitação e lâmina bruta estão apresentados na Figura 3. As flutuações dos dados meteorológicos permitem sugerir que, durante a maior parte do ciclo, as condições não estavam ideais para o desenvolvimento vegetativo da bananeira. Segundo Robinson & Galán Saúco (2012), a temperatura ótima para maior eficiência de carboxilação do CO₂ (A/C_i) em plantas com mecanismo fotossintético C₃, está em torno de 22 °C, e a temperatura ótima para metabolismo de crescimento é de 27 °C.

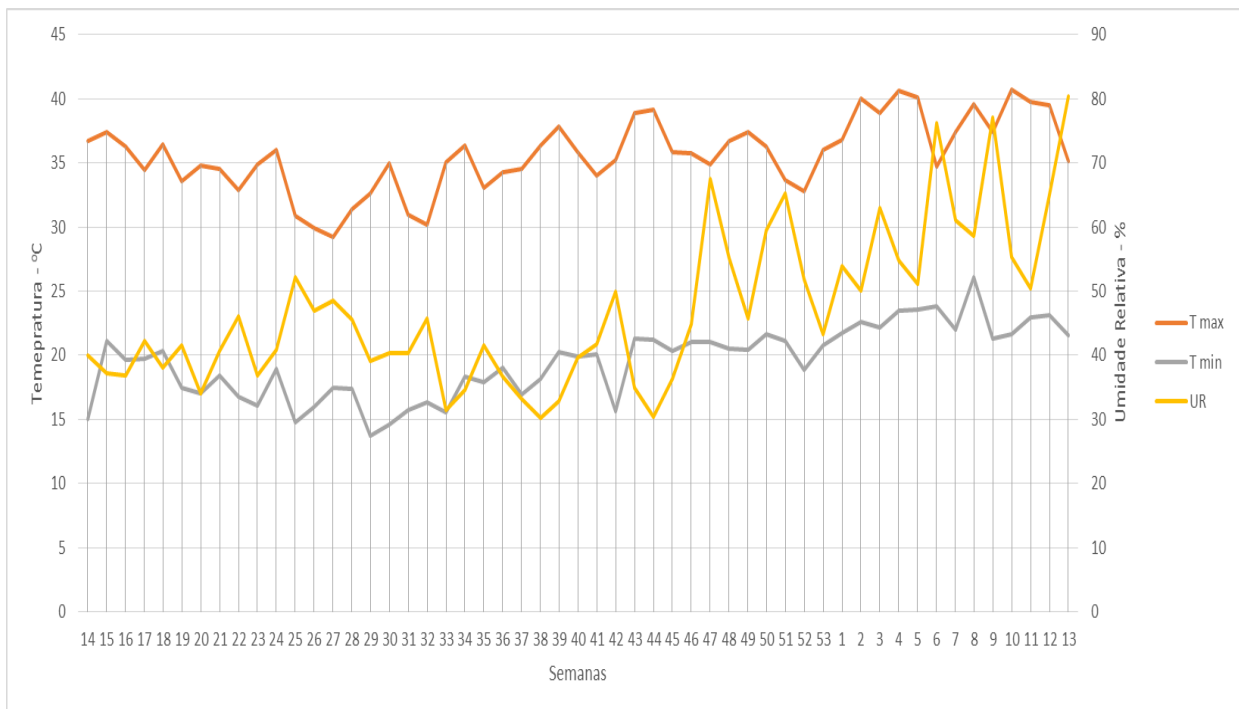


Figura 2. Médias semanais de temperaturas máxima, temperatura mínima e umidade relativa do ar registradas durante o período experimental, de abril de 2016 a maio de 2017, no local do experimento

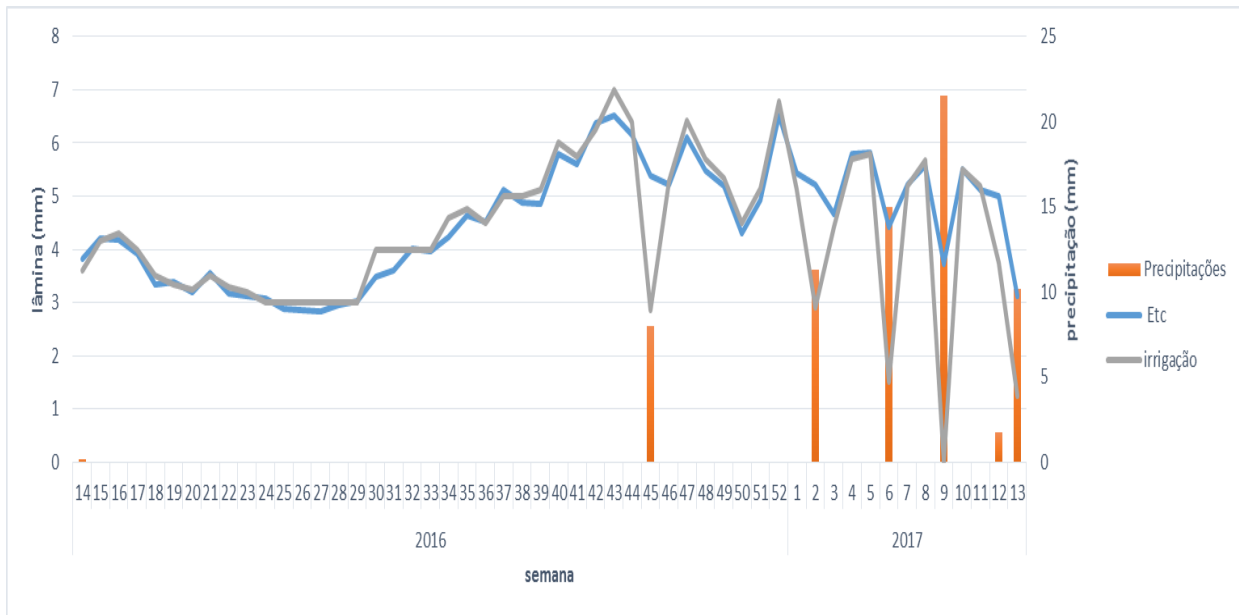


Figura 3. Medidas semanais de evapotranspiração, precipitação total e lâmina bruta registradas durante o período experimental, de abril de 2016 a maio de 2017

Não houve influência do turno de rega sobre as variáveis agrônômicas avaliadas (número de pencas por cacho, o peso do engajo, o peso total de frutos por cacho e o número de folhas por planta), corroborando os resultados apresentados por Coelho et al. (2006b), onde ficou evidenciado que mesmo com turno de rega de seis dias de irrigação, a produtividade final não foi influenciada, apesar das diferentes características de solo entre os experimentos. Tal resultado pode estar associado a forma de aplicação da lâmina fracionada em 3 aplicações durante o dia de irrigação, mesmo no turno de rega de 2 dias, o que possibilita otimizar o manejo operacional de manutenção do sistema de irrigação, através de maior tempo para correção do sistema, considerado hoje um dos pontos críticos de produção.

Para as trocas gasosas avaliadas em outubro/2016, período de maior estresse climático (Donato et al., 2013), não houve efeito significativo para a interação altura de emissores e turno de rega, bem como para a altura de emissores isoladamente sobre as variáveis analisadas, indicando que os efeitos de cada ação não são complementares, influenciando na eficiência de aplicação e efeitos fisiológicos respectivamente e isoladamente. Entretanto, houve efeito significativo do turno de rega para com a radiação incidente na folha (*Qleaf*) e temperatura foliar (*Tleaf*) (Tabela 4). Os valores coletados se assemelham aos apresentados por Arantes (2016) para bananeira ‘Prata-Anã’, reiterando o comportamento comum para o clone em regiões semiáridas.

Tabela 4. Taxas de radiação incidente na folha (*Qleaf*), fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*g_s*), concentração de CO₂ (*C_i*) e temperatura foliar (*Tleaf*) de bananeira ‘Prata-Anã’ clone Gorutuba, em dois períodos, sobre diferentes frequências de irrigação.

Frequência de irrigação	<i>Qleaf</i>		<i>A</i>		<i>g_s</i>		<i>C_i</i>		<i>Tleaf</i>		<i>E</i>	
	(μmol fótons m ⁻² s ⁻¹)		(μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)		(mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)		(μmol CO ₂ mol ⁻¹)		(°C)		(mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	
	08:00	14:00	08:00	14:00	08:00	14:00	08:00	14:00	08:00	14:00	08:00	14:00
diária	2039,48 Aa	2037,5 Aa	26,78 Aa	16,66 Ba	0,53 Aa	0,30 Aa	220,62 Aa	237,14 Aa	35,52 Ba	39,59 Aa	7,74 Aa	7,63 Aa
dois dias	1988,15 Ab	1653,94 Ab	26,10 Aa	17,12 Ba	0,48 Aa	0,34 Aa	211,72 Aa	212,2 Aa	36,08 Ba	38,36 Ab	7,70 Aa	7,79 Aa
CV (%)	24,17		21,19		38,15		13,77		5,03		26,00	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si (p<0,1), pelo teste de Tukey.

As taxas de fotossíntese apresentaram diferença significativa entre os horários, o que já era esperado, visto que é influenciada diretamente pela T_{leaf} e a C_i , efeito reiterado por Arantes (2016), caracterizado pelo efeito do clima em regiões semiáridas.

Para a T_{leaf} , houve efeito significativo quanto a frequência de irrigação para o período da tarde, onde observam-se menores valores para turno de rega de dois dias (Tabela 4), sugerindo um comportamento adaptativo da planta, possibilitando menor incidência de radiação sobre o limbo foliar e consequente maior dissipação de calor e menor temperatura foliar.

A Q_{leaf} não variou significativamente entre os horários, entretanto diferiu entre turno de rega. Os maiores valores de Q_{leaf} na folha da bananeira foram observados com o turno diário, entre 2.037 a 2.039 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, valores acima do ideal descrito por Robinson & Gal\u00e1n Sa\u00faco (2012), que considera entre 1.500 a 2.000 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, uma vez que, acima de 1.500 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ n\u00e3o h\u00e1 aumento da fotoss\u00edntese em fun\u00e7\u00e3o da radia\u00e7\u00e3o. No turno de dois dias, apesar dos valores de Q_{leaf} (1.653 – 1.988 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) permanecerem acima do ideal para a taxa fotossint\u00e9tica m\u00e1xima líquida (1.500 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$), o que provavelmente demonstra adaptabilidade ao clima quando comparadas com o turno di\u00e1rio. Este comportamento est\u00e1, provavelmente, associado \u00e0 flex\u00e3o dos semilimbos foliares, sem necessariamente arqueamento da nervura central, pois houve manuten\u00e7\u00e3o da transpira\u00e7\u00e3o (E), n\u00e3o diferindo da planta em turno de 1 dia. Raven et al. (2001) afirmam que este movimento \u00e9 um mecanismo associado \u00e0 mudan\u00e7as de turgor e \u00e0s contra\u00e7\u00f5es e expans\u00f5es concomitantes do par\u00eanquima, em fun\u00e7\u00e3o da sa\u00edda de \u00edons pot\u00e1ssicos para o apoplasto e ac\u00famulo de sacarose proveniente do floema.

Onde houve irriga\u00e7\u00e3o di\u00e1ria, o fluxo \u00e1gua-solo-planta-atmosfera provavelmente manteve-se constante. Com isso, a planta manteve-se com maior exposi\u00e7\u00e3o do limbo foliar, aumentando a incid\u00eancia de radia\u00e7\u00e3o no per\u00edodo da tarde, ocasionando aumento de temperatura foliar. Neste caso, a frequ\u00eancia di\u00e1ria de irriga\u00e7\u00e3o pode estar condicionando a planta a uma condi\u00e7\u00e3o de estresse a altos valores de Q_{leaf} (2.039,48 – 2.037,5 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$), absorvendo calor em n\u00edvel de dano termal ($T_{leaf} = 39,59 \text{ }^\circ\text{C}$), pr\u00f3ximo aos 40 $^\circ\text{C}$ (Donato et al., 2016), contribuindo para desarranjos fisiol\u00f3gicos.

Segundo Wang et al. (2003), os sinais iniciais de estresse ativam mecanismos responsivos para restabelecer a homeostase e proteger e reparar prote\u00ednas e membranas danificadas. Isso refor\u00e7a a ideia de que o ac\u00famulo de \u00edons na parte a\u00e9rea da bananeira ocorre em fun\u00e7\u00e3o da

síntese de ácido abscísico (ABA), desencadeada por sinais iniciais e/ou parciais de estresse, como o pré-secamento de horizonte superficial no intervalo entre irrigações de 2 dias.

Santos et al. (2004) concluíram que intervalo de irrigação maior ocasionam maior expansão horizontal do sistema radicular, onde raízes que contribuem efetivamente na absorção de água e nutrientes atingem distâncias maiores em relação à planta. Neste contexto, a menor perda de umidade na superfície do solo poderia desencadear a síntese de ABA e seu transporte, via xilema, da raiz para parte aérea, alterando o equilíbrio hormonal e a alocação de assimilados entre a raiz e parte aérea, promovendo o crescimento radicular em profundidade, acúmulo de sais na parte aérea e regulando o movimento estomático.

Com os dados observados na Tabela 4, pode-se inferir que houve manutenção da umidade no solo e na planta para frequência de irrigação de 2 dias, visto que não houve diferença significativa entre as frequências nas taxas de E , A , C_i e g_s , assim como para as relações entre elas, confirmando que a umidade do solo não chegou ao nível crítico devido a somatória de dois dias sequenciais com E_{Tc} máxima não atingirem o valor de CRA (Tabela 3), o que não elimina a hipótese de perda de umidade nos horizontes superficiais do solo. Segundo Donato et al. (2016), as trocas gasosas são influenciadas por fatores climáticos, processos fisiológicos e umidade do solo.

Tabela 5. Eficiência instantânea de uso da água (EUA), eficiência de carboxilação (A/C_i) e eficiência fotoquímica da fotossíntese (A/Q_{leaf}), em dois períodos (8:00 e 14:00 h) sobre diferentes frequências de irrigação (diária e dois dias)

Frequência de irrigação	EUA (A/E)		A/C_i		A/Q_{leaf}	
	$(\mu\text{mol CO}_2, \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$		$(\mu\text{mol CO}_2, \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol CO}_2, \text{mol}^{-1})$		$(\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol fótons m}^{-2}\text{s}^{-1})$	
	08:00	14:00	08:00	14:00	08:00	14:00
diária	3,46 Aa	2,18 Ba	0,12 Aa	0,078 Aa	0,013 Aa	0,008 Aa
dois dias	3,39 Aa	2,2 Ba	0,12 Aa	0,072 Aa	0,013 Aa	0,010 Aa
CV (%)	19,73		21,40		53,48	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si ($p < 0,1$), pelo teste de Tukey.

A taxa de carboxilação do CO_2 (A/C_i) não diferiu entre os tratamentos. Ela expressa a razão entre a taxa de fotossíntese (A) e concentração interna de CO_2 (C_i), sendo uma medida de

eficiência de carboxilação da enzima rubisco.

A eficiência do uso da água na folha ou eficiência de uso da água instantânea, representada pela relação entre a fotossíntese e a transpiração (A/E), apresentou variação significativa entre horários, semelhante aos dados de Arantes (2016). Os tratamentos não influenciaram na eficiência do uso da água. Os valores foram influenciados diretamente pela taxa fotossintética, que apresentou mesmo comportamento. Como observado por Arantes (2016), há uma relação entre a eficiência de uso da água e $Tleaf$, sendo um dos principais fatores que influenciam a taxa fotossintética e a transpiração em regiões semiáridas.

A eficiência fotoquímica da fotossíntese ($A/Qleaf$) não diferiu entre os tratamentos. Expressa a razão entre A e $Qleaf$, sendo uma medida de eficiência de assimilação da radiação no processo fotossintético. Reiterando o comentado acima, onde, mesmo havendo diferença na $Qleaf$ entre tratamentos, não houve diferença na eficiência fotoquímica, por apresentarem valores acima do ideal para a taxa fotossintética máxima líquida ($1.500 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$), obtida por Soto Ballesterro (2008). O que não descarta maior ac\u00famulo de fotoassimilados em frequ\u00eancia de 2 dias, em raz\u00e3o de maiores valores de efici\u00eancia fotoqu\u00edmica durante o dia.

A frequ\u00eancia de irriga\u00e7\u00e3o de 2 dias influenciou no maior peso total de frutos e, conseq\u00centemente, na maior produtividade, apesar do n\u00famero de pencas, peso do enga\u00e7o e n\u00famero de folhas n\u00e3o diferirem entre tratamentos, como apresentado na Tabela 6, indicando maior ac\u00famulo de fotoss\u00edntese l\u00edquida di\u00e1ria em fun\u00e7\u00e3o dos maiores valores de efici\u00eancia fotoqu\u00edmica, associado ao desenvolvimento radicular promovido pelo maior volume de \u00e1gua aplica e maior volume de solo molhado. Contrapondo o resultado de Coelho et al. (2006b), onde as frequ\u00eancias de irriga\u00e7\u00e3o n\u00e3o influenciaram a produtividade, mas o di\u00e2metro de frutos.

Tabela 6. M\u00e9dias de n\u00famero de pencas (N pencas), peso do enga\u00e7o, peso total de frutos, e n\u00famero de folhas por planta na colheita (N folhas), em diferentes frequ\u00eancias de irriga\u00e7\u00e3o

Tratamentos	N Pencas	Peso Enga\u00e7o	Peso Total Frutos	N folhas
TR1	6,98 A	1130,65 A	11080,81 B	9,53 A
TR2	7,27 A	1098,51 A	11638,06 A	9,20 A

M\u00e9dias seguidas de mesma letra na coluna n\u00e3o diferem significativamente entre si ($p < 0,1$), pelo teste de Tukey.

Por não haver diferença quanto ao número de pencas e peso de engaos, a diferença de peso dos frutos está relacionada à densidade dos frutos. Retomando o efeito da síntese de ABA e alocação de sais na parte aérea, justificando o aumento de densidade de frutos.

Apesar de não ter havido diferença na eficiência do uso da água instantânea, observa-se que, com a mesma lâmina de água aplicada, houve maior produção no turno de rega de 2 dias (TR2), reforçando o argumento de maior tolerância e adaptabilidade ao estresse climático, mantendo a planta ativa fisiologicamente por mais tempo durante o dia, resultando em maior quantidade de fotossíntese líquida diária.

As variáveis agronômicas não diferiram em relação a altura de emissores. Esperava-se efeito significativo, visto que, ao variar a altura de emissores, altera-se a distribuição da lâmina aplicada em função do raio de aplicação, aumentando assim os coeficientes de uniformidade de aplicação. Os microaspersores apresentam maior lâmina aplicada entre 0,5 a 1,35 m de sua base, com raio de alcance entre 4 a 5,7 m, apresentados por Dantas Neto et al. (1997), o que demonstra a concentração da lâmina próximo ao emissor, mesmo com ótimos valores dos coeficientes de uniformidade, condicionando a uniformidade de umidade ao movimento da água no solo. Nessa situação, há uma concentração de raízes ou mesmo um direcionamento do crescimento radicular para locais onde há maior umidade, de forma desuniforme no solo, como demonstrado por Coelho et al. (2006). Porém, houve diferença significativa para variáveis produtivas, corroborando com a expectativa de melhora de distribuição da lâmina (Tabela 7).

Tabela 7. Médias de número de pencas (N pencas), peso do engajo (g), peso total de frutos (g) e número de folhas na colheita (N folhas), em diferentes alturas de emissores

Tratamentos	N Pencas	Peso Engajo	Peso Total Frutos	N folhas
50	7,09 AB	1073,44 A	10807,81 B	9,26 AB
70	7,20 AB	1130,00 A	11840,00 A	8,52 B
90	7,28 A	1137,50 A	11935,94 A	9,88 A
110	6,97 B	1115,71 A	10964,57 B	9,57 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ($p < 0,1$), pelo teste de Tukey.

A altura de emissores influenciou no peso total de frutos, número de pencas e número de folhas. A altura de 90 cm proporcionou maiores valores de peso de frutos e número de folhas, apesar de não diferir estatisticamente da altura de 70 cm em peso de fruto; e das alturas de 50 e 110 cm em número de folhas. Fato que está associado a melhoria da distribuição da lâmina de irrigação a medida que se aumenta a altura de emissores, em função do comportamento dos emissores descrito por Dantas Neto et al. (1997), demandando sobreposição para atingir maiores valores de coeficientes de distribuição. Ao possibilitar maior eficiência de aplicação, decorrente de melhores coeficientes de distribuição, proporciona-se maior exploração de solo, em função de maior distribuição de raízes ocasionada pelo aumento da área molhada, bem como da uniformidade da umidade, efeito afirmado por Coelho et al. (2006), proporcionando maior capacidade de absorção de nutrientes e aumento da capacidade produtiva da planta.

Com relação à altura de 110 cm, não ocorreu o efeito esperado relacionado, provavelmente, ao dimensionamento da bordadura, a qual não permitiu a sobreposição da lâmina aplicada, visto que nesta condição parte da lâmina atingia o centro da bordadura, demandando o mesmo volume em sobreposição, o que não ocorreu pois a altura do emissor na bordadura e a padrão (50cm).

CONCLUSÕES

Não houve interação entre o turno de rega e a altura de emissores.

O turno de rega de dois dias possibilita menores valores de temperatura foliar (T_{leaf}) e de radiação fotossinteticamente ativa incidente na folha (Q_{leaf}), bem como maior peso total de frutos e maior eficiência de uso da água.

As maiores taxas de fotossíntese (A) e eficiência de uso da água momentânea (A/E) ocorrem no período da manhã, ao contrário da temperatura foliar (T_{leaf}) cujos maiores valores ocorrem durante a tarde.

As alturas de emissores de 70 e 90 cm proporcionam o maior peso total de frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G. et al. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Rome: Food & Agriculture Org., 2006. v. 56
- ARANTES, A. de M. Gas exchange in different varieties of banana prata in semi-arid environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal (SP), v.38, n. 2. 2016.
- COELHO, E.F.; DONATO, S.L.R.; ANDRADE NETO, T.M. Banana. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Org.). **Agrometeorologiadados cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Cachoeira Paulista: INMET, 2009. p. 321-332.
- COELHO, E. F.; PAMPONET, A. J. M.; NASCIMENTO JUNIOR, A. L.; COELHO FILHO, M. A.; SANTANA JUNIOR, E. B. Redução da irrigação e efeito na produtividade de bananeira BRS Tropical nos Tabuleiros Costeiros. **In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. 38.; 2009, Juazeiro (BA) Anais.... Petrolina (PE), 2009.
- COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; SILVA, A. J. P.; PINHO, R. E. C.; SANTANA, J. A. V. Sistema radicular da bananeira sob diferentes configurações de sistemas de irrigação localizada. In: **Anais... Congresso Nacional De Irrigação e Drenagem**, 16; 2006. Goiânia. Agricultura irrigada no Cerrado, 2006.
- COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; SILVA, A. J. P.; PINHO, R. E. C.; SANTANA, J. A. V. Sistema radicular da bananeira sob diferentes configurações de sistemas de irrigação localizada. In: **Anais... Congresso Nacional De Irrigação e Drenagem**, 16; 2006. Goiânia. Agricultura irrigada no Cerrado, 2006b.
- COSTA, E.L.; COELHO, E.F.; SIMÃO, F.R.; FILHO, M.A.C.; OLIVEIRA, P.M. Irrigação da bananeira. **Informe Agropecuário**, v.29, p.38-46, 2008.
- DANTAS NETO, J.; MEDEIROS, M. G. A. de.; AZEVEDO, C. A. V. de.; AZEVEDO, H. M. de. Performance Hidráulica e Perfil de Distribuição de Água do Microaspersor NAAN 7110, Sob Diferentes Condições de Vento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.1, p.57-61, 1997
- DONATO, S. L. R.; LÉDO, A. A.; PEREIRA, M. C. T.; COELHO, E. F.; COTRIM, C. E.; COELHO FILHO, M. A. Estado nutricional de bananeiras tipo prata sob diferentes sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.980-988, 2010.

- DONATO, S.L.R.; COELHO, E.F.; MARQUES, P.R.R.; ARANTES, A.M.; SANTOS, M.R.; OLIVEIRA, P.M. Ecofisiologia e eficiência de uso da água em bananeira. In: **Reunião Internacional da Associação para Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos)**, 2013, Fortaleza. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. p.58-72.
- DONATO S. L. R.; COELHO, E.F.; MARQUES, P.R.R.; ARANTES, A.M. Considerações ecológicas, fisiológicas e de manejo. In: **O agronegócio da Banana**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p.45-110.
- FAOSTAT (2016). **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anc> or. Acesso em: 18 de novembro de 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.
- FORTESCUE, J.A., TURNER, D.W., ROMERO, R. (2011). Evidence that banana (*Musa* spp.), a tropical monocotyledon, has a acultative long-day response to photoperiod. **Functional Plant Biology**, v.38, p.867-878.
- IBGE-SIDRA (2016). **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=28>. Acesso em 07 de outubro de 2016.
- INIESTA, F., TESTI, L., ORGAZ, F., VILLALOBOS, F. J. The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 30, p. 258–265, 2009.
- KISSEL, E.; VAN ASTEN, P.; SWENNEN, R.; LORENZEN, J.; CARPENTIER, S.C. (2015). Transpiration efficiency versus growth: Exploring the banana biodiversity for drought tolerance. **Sci. Hortic**. 185:175-182.
- LUCENA, C.C. Estratégias de manejo de irrigação de bananeiras baseadas em coeficientes de transpiração e área foliar. 2013. 152 f. **Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 2013.
- MARQUES, P. R. R.; DONATO, S. L. R.; PEREIRA, M. C. T.; COELHO, E. F.; ARANTES, A. de M. Características agronômicas de bananeiras tipo Prata sob diferentes sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.852-859, 2011.

- ODHIAMBO, I.; KRANZ, W.L. (2011). Irrigation efficiency, uniformity and crop water use efficiency. **University of Nebraska**. Lincoln Extension.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906p.
- ROBINSON, J.C.; GÁLAN SAÚCO, V. **Plátanos y bananos**. 2.ed. España: Ediciones Mundi-Prensa, 2012. 321 p.
- RODRIGUES, F.E.; LIBRELON, S.S.; NIETSCHKE, S.; COSTA, M.R.; PEREIRA, M.C.T. Genetic variability in clones of ‘Prata Anã’ - banana based on phenotypical molecular markers. **Bragantia**, v. 71, p. 182-189, 2012.
- SANT’ANA, J. A. do V.; COELHO, E. F.; FARIA, M. A. de; SILVA, E. L. da; DONATO, S. L. R. Distribuição de raízes de bananeira ‘Prata-anã’ no segundo ciclo de produção sob três sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.34, n.1, p.124-133, mar. 2012.
- SANTOS, M.R. dos, COELHO, E. F., COSTA, E. L. (2004). Distribuição de raízes de bananeira Prata-Anã irrigada por microaspersão em condições semiáridas. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura, Competitividade e Sustentabilidade.**, 18., Anais...Florianópolis: Sociedade Brasileira de fruticultura.
- SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L. R. Gas exchanges of Tommy Atkins mango trees under different irrigation treatments. **Bioscience Journal**, v.29, p.1141-1153, 2013.
- SANTOS, M. R. Dos; DONATO, S. L. R.; LOURENÇO, L. L.; SILVA, T. S.; FILHO, M. A. C. Irrigation management strategy for Prata-type banana. **Revista brasileira engenharia agrícola ambiental**. vol.20 no.9, Set. 2016.
- SOTO BALLESTERO, M. **Bananos**: técnicas de producción, poscosecha y comercialización. 3.ed. San José: Litografía e Imprensa LIL, 2008. 1 CD-ROM.
- SURENDAR K.K.; DEVI D.D.; JEYAKUMAR P.; VELAYUDHAM K.; RAVI I. (2015). Changes in Proline and Polyphenol oxidase enzyme activity in some Banana Cultivars and Hybrids under water stress. **Genom. Appl. Biol.** 6(4):1-6.
- SURENDAR K.K.; RAJENDRAN V.; DEVI D.D.; JEYAKUMAR P.; RAVI I.; VELAYUDRA M.K. (2013). Impact of water deficit on growth attributes and yields of banana cultivars and hybrids. **Afr. J. Agric. Res.** 8(48):6116-6308.

- VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils 1. Soil science society of America journal, v. 44, n. 5, p. 892–898, 1980.
- WANG, W.; VINOCUR, B.; ALTMAN, A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. **Planta**, v.218, n. 1, p. 1-14, 2003.
- ZUCOLOTO, M.; LIMA, J.S.S.; COELHO, R.I. Modelo matemático para estimativa da área foliar total de bananeira ‘Prata Anã’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 1152-1154, 2008.