

PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA EM CULTIVARES DE BANANEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM DÉFICIT CONTROLADO

EUGÊNIO FERREIRA COELHO¹; MARCELO ROCHA DOS SANTOS²; SÉRGIO LUIZ RODRIGUES DONATO²; JOÃO BATISTA RIBEIRO DA SILVA REIS³ E ARIANE CASTRICINI³

¹ Pesquisador, PhD, Embrapa Mandioca e Fruticultura, R. Embrapa, s/n – CEP: 44380-000 – Cruz das Almas, BA – Brasil, E-mail: eugenio.coelho@embrapa.br

² Professor, Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Guanambi, Zona Rural, Distrito de Ceraíma, CEP: 46.430-000 – Guanambi, BA – Brasil, E-mail: marcelo.rocha@ifbaiano.edu.br, sergio.donato@ifbaiano.edu.br

³ Pesquisador, Doutor, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Rod. MGT 122, km 155 – CEP: 39525-000 – Nova Porteirinha, MG – Brasil, E-mail: jbrsreis@epamig.br, ariane@epamig.br

1 RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade, a eficiência de uso da água e o tamanho dos frutos de diferentes cultivares de bananeira sob irrigação com déficit controlado no norte de Minas Gerais. O experimento foi conduzido no quarto ciclo de produção de bananeiras ‘Grande Naine’, ‘Galil-18’ (FHIA-18), ‘BRS Platina’, ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Princesa’. A irrigação com déficit controlado (RDI) de 70 e 50% da evapotranspiração da cultura (ETc) foi realizada em um, dois ou três períodos de julho de 2016 a julho de 2017. Independentemente das cultivares, a altura da planta foi reduzida quando aplicado dois déficits de 50% da ETc, já a área foliar aumentou quando aplicados RDI em um período, RDI com 70% da ETc em dois períodos e RDI com 50% da ETc em três períodos. A RDI de até 50% da ETc em três períodos durante o ciclo da cultura não causa redução na produtividade em nenhuma cultivar avaliada, comparada à irrigação plena. A RDI com 70% da ETc em apenas um período, entre novembro e fevereiro, período chuvoso, possibilitou maior produtividade e maior eficiência de uso da água na ‘Grande Naine’, formando mesmo agrupamento com a ‘BRS Princesa’ e a ‘Prata-Anã’.

Palavras-chave: *Musa* spp., manejo da irrigação, semiárido.

COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; REIS, J. B. R. S.; CASTRICINI, A.

PRODUCTION AND WATER USE EFFICIENCY IN BANANA CULTIVARS UNDER REGULATED DEFICIT IRRIGATION

2 ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the productivity, water use efficiency and fruit size of different banana cultivars under regulated deficit irrigation in the north of Minas Gerais. The experiment was conducted in the fourth cycle of banana production ‘Great Naine’, ‘Galil-18’ (FHIA-18), ‘BRS Platinum’, ‘Prata-Anã’ and ‘BRS Princesa’. Regulated deficit irrigation (RDI) of 70 and 50% of crop evapotranspiration (ETc) was carried out in one, two or three periods from July 2016 to July 2017. Regardless of cultivars, plant height was reduced when

two 50% ETc deficits were applied, while leaf area increased when RDI was applied in one period, RDI with 70% ETc in two periods and RDI with 50% ETc in three periods. RDI of up to 50% of ETc in three periods during the crop cycle does not reduce yield in any evaluated cultivar compared to full irrigation. The RDI with 70% of ETc in only one period, between November and February, rainy season, enabled higher productivity and greater water use efficiency in 'Grande Naine', forming even grouping with 'BRS Princesa' and 'Prata-Anã'.

Keywords: *Musa* spp., irrigation management, semi-arid.

3 INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta de grande importância para o agronegócio brasileiro, o que coloca o Brasil como um dos maiores produtores mundiais da fruta. Em 2017, a produção do País alcançou 6.675.100,00 t (IBGE, 2021), da qual, mais de 98% abastece o mercado interno (KIST et al., 2018). De toda produção nacional, 23% é obtida no Semiárido, com destaque para o norte de Minas Gerais que contribui com aproximadamente 19% da produção semiárida (IBGE, 2021).

Para obtenção de produtividades rentáveis de banana no Semiárido brasileiro, dada a baixa disponibilidade e irregularidades de recursos hídricos, o uso da irrigação é obrigatório e demanda manejo preciso. Assim, é recomendável a adoção de técnicas que possibilitem a redução da quantidade de água aplicada (irrigação com déficit) em alguma fase de desenvolvimento da cultura ou em período que não cause comprometimento significativo na produção e na qualidade do fruto. Outra opção é o uso de cultivares que toleram mais o déficit hídrico e concorrem para aumentar a eficiência de uso da água.

Entre as estratégias de irrigação com déficit, destaca-se a irrigação lateralmente alternada (SANTOS et al., 2017; COELHO et al., 2019) e a irrigação com déficit controlado (SANTOS et al., 2016, 2019). Esta última consiste em reduzir a quantidade de água aplicada em fases de desenvolvimento da cultura com menor

sensibilidade ao déficit hídrico. Isso não compromete significativamente a produção e a qualidade do fruto e possibilita maior eficiência de uso da água. No entanto, para indicação da técnica ao produtor é necessário realizar ensaios com diferentes combinações de cultivares e estratégias de irrigação com déficit para obtenção de respaldo científico. Em estudos com irrigação por déficit controlado, Santos et al. (2016) utilizaram as cultivares Prata-Anã e BRS Platina e Santos et al. (2019) a BRS Platina. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade, a eficiência de uso da água e o tamanho dos frutos de diferentes cultivares de bananeira sob irrigação com déficit controlado no norte de Minas Gerais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Experimental do Gortuba, pertencente à EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) Norte, em Nova Porteirinha, MG. A altitude local é de 516 m, com latitude de 15° 47' 29" S, longitude de 43° 17' 88" E, precipitação pluvial média anual de 800 mm, sendo o clima classificado com Aw (tropical de savana), pela classificação de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013). O solo da área experimental, cujas características físico-hídricas constam na Tabela 1 foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média.

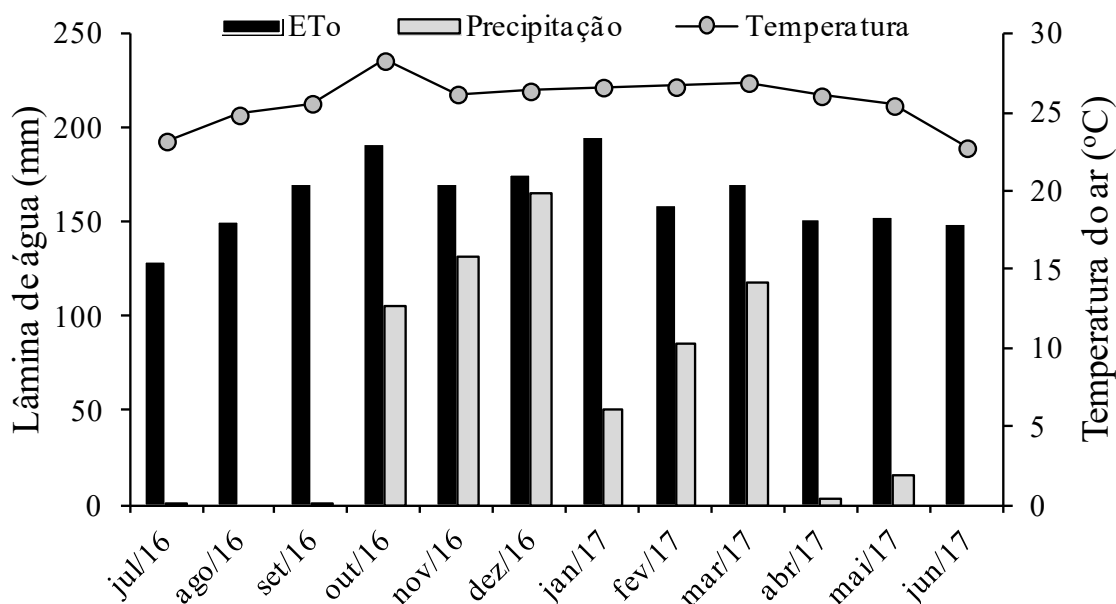
Tabela 1. Características físico-hídricas do solo da área experimental nas profundidades de 0,00 a 0,20, de 0,20 a 0,40 e de 0,40 a 0,60 metros, Nova Porteirinha, MG.

Características físicas/hídricas	Profundidade (m)		
	0,00 - 0,20	0,20 - 0,40	0,40 - 0,60
Densidade do solo (g cm^{-3})	1,43	1,53	1,34
Areia (g kg^{-1})	766	699	547
Silte (g kg^{-1})	61	47	81
Argila (g kg^{-1})	173	254	372
Macroporosidade (%)	15,53	10,95	13,45
Microporosidade (%)	15,09	17,79	19,79
Classe textural	Franco Arenoso	Franco Argilo Arenoso	Argila Arenosa
Teor de água a - 10 KPa ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	0,268	0,265	-
Teor de água a - 1500 KPa ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	0,214	0,214	-

As temperaturas médias mensais, a evapotranspiração de referência e as precipitações nos três períodos: de julho

(2016) a outubro (2016), de novembro (2016) a fevereiro (2017) e de março (2017) a junho (2017) são apresentadas na Figura 1.

Figura 1. Evapotranspiração de referência (ET_o), precipitação média mensal e temperatura média mensal nos três períodos do ano: entre julho de 2016 e outubro de 2016, entre novembro de 2016 e fevereiro de 2017 e entre março e junho de 2017.



O experimento foi conduzindo no quarto ciclo de produção de cinco cultivares de banana: Grande Naine, Galil-18 (FHIA-18), BRS Platina, Prata-Anã e BRS Princesa, no espaçamento 2,0 x 2,5 m, sob irrigação por microaspersão com um emissor para quatro plantas. Foram escolhidas plantas das diferentes cultivares na fase de

crescimento no período de julho de 2016 que foram avaliadas até julho de 2017.

Avaliou-se sete estratégias de redução da lâmina total de água de irrigação aplicada nas cinco cultivares de banana, sendo cada estratégia imposta em um período de quatro meses entre julho de 2016 e julho de 2017. O delineamento

experimental foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições e com seis plantas úteis por parcela experimental. Para avaliação das estratégias de redução da lâmina bruta aplicada em relação às cultivares, considerou-se o DBC, em esquema de parcelas subdivididas com o tratamento de redução da lâmina bruta aplicada na parcela e a cultivar na subparcela.

Cada estratégia de irrigação correspondeu a uma redução de 30 ou 50% das lâminas de irrigação calculadas (LIC), sendo essas impostas durante três períodos do ano: período 1 (P1): de julho a outubro de 2016, período 2 (P2): de novembro de 2016 a fevereiro de 2017 e período 3 (P3): de março a junho de 2017. Em uma estratégia (E), uma redução de 30 ou 50% era aplicada em apenas um período (P1, P2 ou P3); nos dois outros a irrigação retornava a lâmina bruta (irrigação plena). Os tratamentos representados por essas estratégias de redução da lâmina de irrigação (RDI) nesses três períodos do ano foram: P1R30, P1R50, com irrigação de 70 e 50% da ETc, respectivamente, no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017 e irrigação plena (IP) nos outros dois períodos; P2R30, P2R50, com irrigação de 70 e 50% da ETc, respectivamente, no período de março a junho de 2017 e IP nos outros dois períodos; P3R30, P3R50, com irrigação de 70 e 50% da ETc no período de julho a outubro de 2016, nos outros dois períodos, irrigação plena. O sétimo tratamento, IP, correspondeu a irrigação plena (100% da ETc) em todos os três períodos.

Para avaliar o efeito individual do período de quatro meses do ano, em que cada estratégia foi aplicada e o efeito da lâmina reduzida de cada estratégia nas cinco cultivares, adotou-se o DBC em um esquema de parcelas sub-subdivididas. Nas parcelas foram considerados os três períodos do ano, nas subparcelas foram dispostas as cinco cultivares: 'Grande Naine', 'Galil-18', 'BRS Platina', 'Prata-Anã' e 'BRS Princesa'. Nas

sub-subparcelas considerou-se a percentagem de redução da lâmina bruta calculada.

A programação da irrigação foi feita com base na evapotranspiração da cultura estimada pela evapotranspiração de referência (ET_o) diária tomada em estação meteorológica automática, e com uso de coeficientes de cultura conforme Coelho et al. (2012) e coeficientes de localização conforme Bernardo, Soares e Mantovani (2006). A irrigação foi realizada com turno de rega de dois dias. As diferenciações das lâminas de irrigação foram obtidas com uso de registros no cabeçal de controle do sistema de irrigação, localizados no início da área experimental, sendo que cada estratégia de redução de lâmina de irrigação calculada correspondeu a uma linha de derivação.

A eficiência do uso da água (EUA) foi obtida pela relação entre a produtividade e a lâmina bruta de irrigação calculada, expressa em kg ha⁻¹ mm⁻¹, conforme usado por Santos et al. (2016).

$$EUA = \frac{\text{Prod}}{\text{LBA}} \quad (1)$$

Em que:

EUA é a eficiência de uso da água (kg ha⁻¹ mm⁻¹);

Prod é a produtividade de pencas de cada tratamento (kg ha⁻¹);

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

As variáveis biométricas avaliadas no período de emissão de cachos foram as seguintes: altura da planta, correspondente ao comprimento do pseudocaule, que vai do nível do solo até saída do engarço na roseta foliar, diâmetro do pseudocaule a 0,20 m da superfície do solo, número de folhas vivas e área foliar total conforme utilizado por Oliveira, Coelho Filho e Coelho (2013). Na ocasião da colheita foram tomados dados de produção: peso de pencas, comprimento e

diâmetro do fruto mediano da segunda penca do segundo ciclo. A condutância estomática da terceira folha a partir do ápice foi medida durante o período 3 (período no qual a evapotranspiração da cultura é maior).

Os dados de produtividades de pencas, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, massa do fruto, número de pencas por cacho, número de frutos por cacho, eficiência de uso da água, circunferência do pseudocaule, altura da planta (comprimento do pseudocaule), número de folhas e área foliar foram submetidos à análise de variância. Em caso de interação entre os fatores foram procedidos desdobramentos e na ausência de interação foram analisados os efeitos independentes. Em ambos os casos, as médias foram agrupadas pelo critério de Scott-Knott a 5% de significância. Os dados de produtividade, número, diâmetro e comprimento do fruto e eficiência de uso da água foram também organizados para comparação entre os fatores período de déficit e redução de lâmina, independente das cultivares; para comparação entre cultivares e redução de lâminas, independentes do período, sendo, nestes casos, aplicado o teste de Tukey a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variáveis vegetativas das cultivares sob irrigação com déficit controlado

Houve interação entre as estratégias de irrigação com déficit controlado (RDI) e cultivares de bananeiras para circunferência do pseudocaule. Entre as cultivares, a Grande Naine e a BRS Princesa apresentaram menor circunferência do pseudocaule e esta característica não foi influenciada negativamente pela RDI (Tabela 2). Por outro lado, a BRS Platina e Prata-Anã foram as cultivares que apresentaram maiores circunferências do pseudocaule sem redução quando sob regulação da lâmina aplicada (RDI). Esse comportamento, considerando os valores, é compatível com os resultados encontrados por Arantes et al. (2017) e expressa as diferenças entre grupos varietais, cujas circunferências do pseudocaule foram menores em ‘Grande Naine’ e ‘BRS Princesa’ comparadas à ‘Prata-Anã’, ‘BRS Platina’ e ‘FHIA-18’.

Tabela 2. Médias de circunferência do pseudocaule (m) das diferentes cultivares de bananeira na época do florescimento, sob diferentes estratégias de irrigação com déficit controlado, Nova Porteirinha, MG.

Cultivar	Estratégia de irrigação						
	P1R30	P1R50	P2R30	P2R50	P3R30	P3R50	IP
Grande Naine	0,80 Ba	0,76 Da	0,78 Ba	0,65 Ba	0,72 Ba	0,76 Da	0,71 Ba
BRS Platina	1,05Ab	1,18 Aa	0,99 Ac	0,90 Ac	1,04Ab	1,06 Ba	0,92 Ac
Galil 18	1,12Aa	1,03Bb	0,93Ab	0,94Ab	0,96Ab	1,18 Aa	1,02 Ab
Prata-Anã	1,04Aa	1,08 Ba	0,94 Aa	0,96 Aa	1,01 Aa	0,98 Ca	0,99 Aa
BRS Princesa	0,88 Ba	0,87 Ca	0,79Bb	0,73Bb	0,97 Aa	0,92 Ca	0,80 Bb

CV = 15,85%

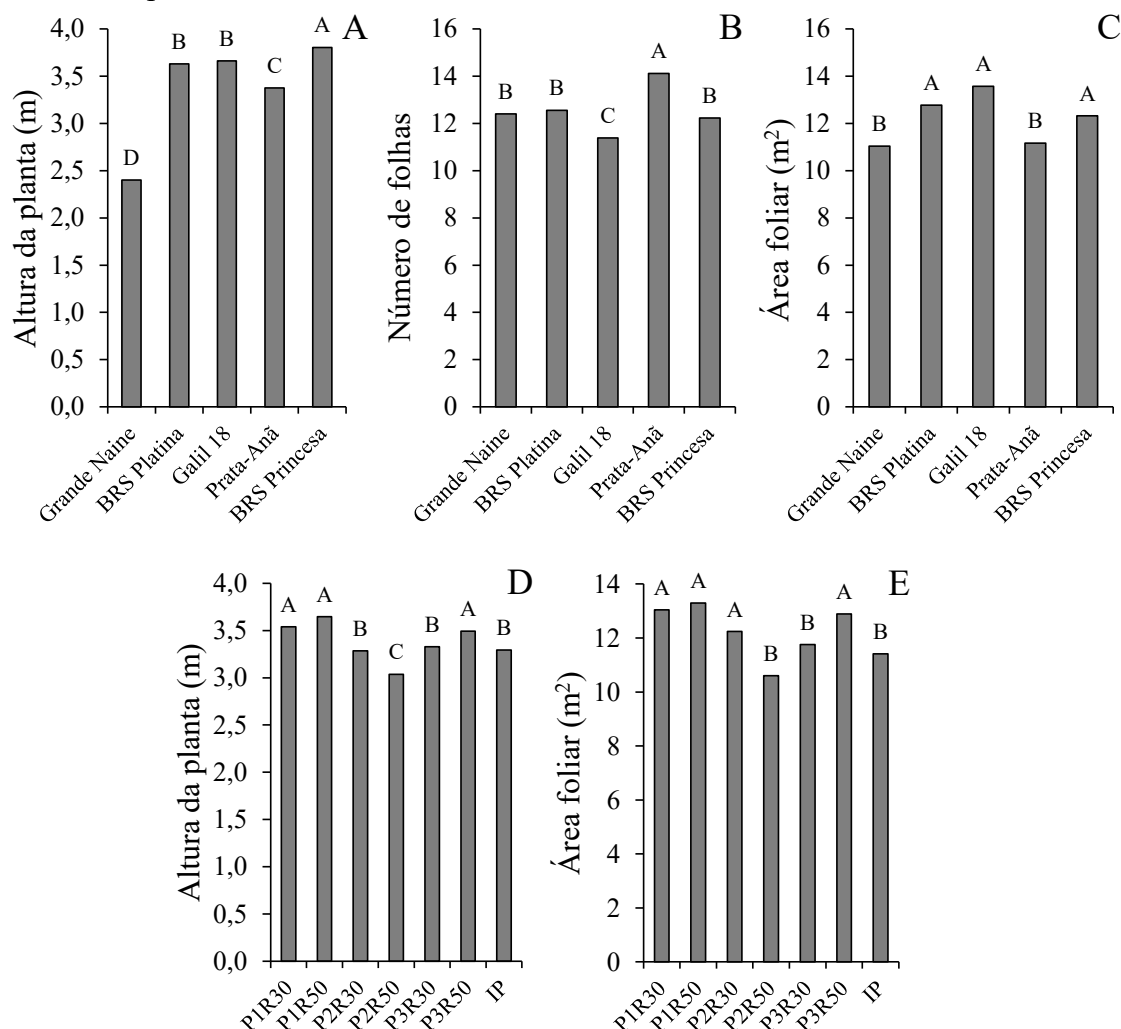
P1R30: RDI com redução de 30% da ETc no período de julho a outubro de 2016; P1R50: RDI com redução de 50% da ETc no período de julho a outubro de 2016; P2R30: RDI com redução de 30% da ETc no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017; P2R50: RDI com redução de 50% da ETc no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017; P3R30: RDI com redução de 30% da ETc no período de março a junho de 2017; P3R50: RDI com redução de 50% da ETc no período de março a junho de 2017; IP: Irrigação plena.

Letras maiúsculas e iguais nas colunas e minúsculas e iguais nas linhas formam mesmo agrupamento pelo Critério de Scott-Knott a 5% de significância.

As variáveis altura da planta, número de folhas e área foliar total não foram influenciadas pela interação dos fatores cultivares e estratégias (RDI), no entanto, essas variáveis variaram com as cultivares, independentemente das estratégias de irrigação. A ‘Grande Naine’ apresentou menor altura e a ‘BRS Princesa’ maior altura de plantas (Figura 2A), resultados semelhantes foram encontrados por Arantes et al. (2017), em que a ‘Grande Naine’ apresentou menor altura de planta. Apesar da ‘Prata-Anã’ apresentar maior número de folhas (Figura 2B), expressou a menor área foliar total (Figura 2C). A estratégia de RDI,

principalmente para a redução de 50% da ETc teve maior influência na altura da planta e na área foliar no período II, de março a junho (Figura 2D, 2E). Nesse período, entretanto, não houve redução na área foliar (AF) em relação à IP, embora tenha ocorrido redução da altura da planta (Figura 2D). No período de março a junho, as precipitações somaram 130 mm, com frequências de 20 a 30 dias, foram observadas menores médias de temperatura diária e evapotranspiração máxima e, conseqüentemente, menor evapotranspiração da cultura que as observadas no período I (novembro a fevereiro).

Figura 2. Variáveis vegetativas (A) altura da planta (CV = 6,03%), (B) número de folhas por planta (CV = 8,99%), (C) área foliar total das diferentes cultivares de bananeira (CV = 13,62%), independentemente das estratégias de irrigação com déficit controlado; (D) altura da planta (CV= 6,76%), (E) área foliar total das bananeiras sob diferentes estratégias de irrigação com déficit controlado (CV = 14,94%), efeitos independentes, Nova Porteirinha, MG.



P1R30: RDI com redução de 30% da ETc no período de julho a outubro de 2016; P1R50: RDI com redução de 50% da ETc no período de julho a outubro de 2016; P2R30: RDI com redução de 30% da ETc no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017; P2R50: RDI com redução de 50% da ETc no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017; P3R30: RDI com redução de 30% da ETc no período de março a junho de 2017; P3R50: RDI com redução de 50% da ETc no período de março a junho de 2017; IP: Irrigação plena.

Mesma letra maiúscula na barra pertence ao mesmo grupo pelo Critério de Scott-Knott a 5% de significância.

5.2 Variáveis de produção das cultivares sob irrigação com déficit controlado

A redução de 30% da lâmina de irrigação calculada em qualquer dos três períodos não causou redução da produtividade de nenhuma cultivar, comparadas às produtividades sob irrigação

plena. A redução de 50% na lâmina de irrigação também não resultou em diferença entre as médias de produtividade das cultivares em qualquer dos períodos. Entretanto, esses valores foram 12,56% e de 6,94% menores nos períodos 1 e 2, respectivamente, quando reduziu a PRD (irrigação com secamento parcial do sistema

radicular) em 50% comparada à irrigação plena, para a ‘Grande Naine’, redução de 5,40% e de 8,45% nos períodos I e III, respectivamente, para a ‘BRS Platina’

comparada à irrigação plena, redução de no período III de 4,48% e de 16,94% para a ‘Galil 18’ e para a ‘BRS Princesa’, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de produtividade de pencas de cinco cultivares de bananeira sob aplicação da irrigação plena em todo o ciclo (IP), com redução de 30% LIC (R30) e com redução de 50%LIC (R50), nos períodos do ano, P1, P2 e P3, isto é, novembro-fevereiro, março-junho e julho-outubro, respectivamente; Nova Porteirinha, MG.

Cultivar	Estratégias de Irrigação						IP
	P1R30	P1R50	P2R30	P2R50	P3R30	P3R50	
Produtividade de pencas (t ha⁻¹)							
Grande Naine	62,00 A a	34,40 C b	48,12 B a	36,60 C a	40,01 C a	49,60 B a	39,33 C a
BRS Platina	37,42 A b	46,99 A a	37,43 A b	35,70 A a	41,70 A a	33,54 A b	37,74 A a
Galil 18	43,16 A b	51,81 A a	43,09 A a	43,13 A a	43,73 A a	39,40 A a	41,25 A a
Prata-Anã	31,68 B c	31,08 B b	31,30 B b	31,83 B a	42,88 A a	29,82 B b	28,65 B b
BRS Princesa	29,99 A c	29,10 A b	31,59 A b	23,30 A b	28,70 A b	19,27 A c	23,20 A b
CV = 15,20%							

P1R30: RDI com redução de 30% da ETc no período de julho a outubro de 2016; P1R50: RDI com redução de 50% da ETc no período de julho a outubro de 2016; P2R30: RDI com redução de 30% da ETc no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017; P2R50: RDI com redução de 50% da ETc no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017; P3R30: RDI com redução de 30% da ETc no período de março a junho de 2017; P3R50: RDI com redução de 50% da ETc no período de março a junho de 2017; IP: Irrigação plena.

Letras minúsculas e iguais nas colunas e maiúsculas e iguais nas linhas pertencem ao mesmo agrupamento pelo Critério de Scott-Knott a 5% de significância.

A comparação das médias de produtividades entre as reduções da lâmina de irrigação nos três períodos é apresentada na Tabela 4. Os efeitos da interação do período do ano com os níveis de redução da LIC indicaram no período 1, julho a outubro e no período 2, novembro a fevereiro (período chuvoso), que as médias de

produtividade nas parcelas com redução da LIC foram similares entre si e superiores à média da produtividade sem redução da lâmina. No período 1, de julho a outubro, a redução de 50% da LIC promoveu decréscimos significativos nas médias das produtividades das cultivares em comparação à aplicação de 70%.

Tabela 4. Médias de produtividade de pencas ($t\ ha^{-1}$) das cinco cultivares entre os períodos do ano em que foi aplicada a redução da LIC e entre os níveis de redução da lâmina de irrigação calculada (LIC).

% Redução LIC	jul-out (P1)	nov-fev (P2)	mar-jun (P3)
Sem redução	35,62 A ab	33,11 A b	33,11 A b
30%	39,40 A a	40,85 A a	38,30 A a
50%	34,33 AB b	38,68 A a	34,11 B ab

CV = 13,70%

Letras minúsculas e iguais nas colunas e maiúsculas e iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Apenas as médias de produtividade das ‘BRS Platina’ e ‘Galil 18’ diferiram devido à redução de 30 ou 50% da LIC. As demais cultivares apresentaram significativa redução de produtividade considerando a aplicação de 70% para 50% da LIC (Tabela 5). As produtividades médias sob condição de irrigação plena da lâmina aplicada foram, de modo geral, menores que as obtidas com

30% de redução da LIC, o que pode ser atribuído a uniformidade das plantas no início do ciclo de manejo da cultura (Tabela 4). A maior perda de produtividade devido diferença da aplicação de 70% para 50% da LIC ocorreu para a ‘Grande Naine’, o que era esperado dada a maior necessidade hídrica dessa cultivar (COELHO, LEDO E SILVA, 2006).

Tabela 5. Médias de produtividade de pencas ($t\ ha^{-1}$) de cinco cultivares de bananeira sob diferentes estratégias de irrigação com déficit hídrico controlado, Nova Porteirinha, MG.

% Redução LIC	Grande Naine	BRS Platina	Galil 18	Prata-Anã	BRS Princesa
Sem redução	39,33 Ab	37,74 Aa	41,25 Aa	28,65 Bb	23,20 B b
30%	50,04 Aa	38,85 ABa	43,32 BCa	35,29 CDa	30,09 D a
50%	40,20 Ab	38,74 Aa	44,78 Aa	30,91 B ab	23,89 C b

CV = 13,70%

Letras minúsculas e iguais nas colunas e maiúsculas e iguais nas linhas formam mesmo agrupamento pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A ausência de diferença entre as produtividades médias de todas as cultivares sob aplicação de 70% e 50% da LIC no período de novembro a fevereiro foi devido às melhores condições climáticas relativas à duração do dia, temperatura, incidências de chuvas, evapotranspiração mais elevada (Figura 1) e melhor condição hídrica do solo nesse período. Os poucos eventos de irrigação devido às condições mencionadas ofuscaram os efeitos das reduções de 30 e 50% da LIC. Nos demais períodos houve maior necessidade de irrigação, principalmente de julho a outubro, sendo que

os efeitos das reduções foram mais acentuados. O período de março a junho foi o de menor perda de água pela planta por transpiração e do solo por evaporação, devido ao comportamento das variáveis climáticas (Figura 1), o que contribuiu para uma menor redução da produtividade da aplicação de 70% para 50% da LIC (Tabela 2). No período de julho a outubro (P1), com aumento da evapotranspiração favorecido pelos acréscimos na temperatura e radiação e o aporte de água à cultura apenas por irrigação, condicionaram a diferença significativa da redução da média da

produtividade das cultivares sob aplicação de 70 para 50% da LIC. Nesse período de ausência de chuva no período (julho a outubro) e sob temperaturas mais elevadas (Figura 1), com conseqüente maior gradiente de pressão de vapor do ar (ARANTES et al., 2016; RAMOS et al., 2018), espera-se que esses fatores influenciem a produtividade (ROBINSON; ALBERTS, 1986), o que ocorreu com as ‘Grande Naine’, ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Princesa’.

As curvas de produtividade em função das lâminas de água aplicadas demonstram redução das produtividades em menor intensidade para aplicação contínua de 70% e em maior intensidade para aplicação contínua de 50% das lâminas adequadas no ciclo para ‘Grande Naine’ e ‘Prata-Anã’ (FIGUEIREDO et al., 2006; COELHO, LEDO E SILVA, 2006; LUCENA, 2013). Para ‘Galil 18’, Costa et al. (2012) aplicaram lâminas de irrigação equivalentes a 30, 60, 90 e 120% da ETc de forma contínua no ciclo e detectaram que a lâmina de 60% da ETc não reduziu significativamente a produtividade dessa cultivar, o que endossa os resultados deste trabalho, no qual a cultivar não foi afetada pela redução da LIC.

A sensibilidade demonstrada pela ‘BRS Princesa’ não é coerente com os resultados encontrados por Coelho et al. (2015), os quais verificaram menor variação de produtividade entre a aplicação de 50% da ETc e a aplicação da ETc durante todo o ciclo da cultura. A ‘BRS Princesa’ é um híbrido tetraploide (AAAB), factível de ser recomendado para uso em sistemas de cultivo com déficit hídrico, pois apresenta baixa resposta ao incremento da lâmina de irrigação, quando comparada às cultivares tipo Cavendish, por exemplo, ‘Grande Naine’ (AAA). As cultivares com genoma B possuem maior síntese de proteínas aquaporina (HENRY et al., 2011), que forma canais que são seletivos para o fluxo de água através da membrana, acúmulo de prolina e

síntese de ácido abscísico (VANHOVE et al., 2012).

Da mesma forma, a não redução da produtividade da ‘BRS Platina’ com aplicação de 50% da LIC no período de quatro meses não é coerente com os resultados relatados por Santos et al. (2016) que verificaram redução da produtividade da cultivar com a redução contínua da LIC durante o ciclo. Esse comportamento de redução de produtividade com a redução de 50% da LIC durante quatro meses era esperado quando comparado com a redução da produtividade com a redução próximo de 50% da LIC em todo o ciclo da cultura, uma vez que nessa condição o estresse hídrico do solo é contínuo em todo o ciclo. Entretanto, como a redução é apenas em quatro meses, os efeitos na produtividade vão depender das condições do bananal em termos de densidade, cobertura do solo e das condições meteorológicas no período.

O aumento da densidade da cultura implica em sombreamento do solo e menor condutância estomática e transpiração das folhas sombreadas; a cobertura do solo reduz significativamente a evaporação o que traduz em redução na evapotranspiração da cultura. Essa condição ocorreu em todo o ciclo como forma de evitar redução do crescimento e produção ocasionada pela redução da LIC por quatro meses. Essa condição foi favorecida pelos períodos de maior frequência e volume de precipitação (novembro-fevereiro, P2) ou por período de menor demanda de transpiração pelas plantas e evaporação do solo, isto é, de março a julho (P3) (Figura 1). Essa condição passou a ser desfavorável, entretanto, pela ausência de precipitações e elevação da temperatura (Figura 1) que proporcionaram o aumento da evapotranspiração, ocorridos no período de julho a outubro (P1).

O comprimento do fruto apenas foi influenciado pelo período do ano, quando sob redução da LIC, particularmente de 50%, isto é, a redução de 30% não causou redução das médias do comprimento do

fruto das cultivares em comparação às médias sob irrigação plena em todo o ciclo. A redução do comprimento do fruto foi mais acentuada com a aplicação de 50% da LIC no período de março a junho (Tabela 6). Não houve efeito do período nas médias do comprimento de frutos para qualquer cultivar, sendo que a redução da LIC foi significativa apenas para as cultivares

Grande Naine e Galil 18 (Tabela 7). No caso da ‘Grande Naine’ a redução de 50% da LIC reduziu o comprimento do fruto, o que não ocorreu para a ‘Galil 18’, cuja média de comprimento de fruto não diferiu da média sob redução de 30% da LIC, sendo a média da redução a 50% superior à irrigação plena em todo o ciclo (Tabela 7).

Tabela 6. Médias de comprimento do fruto (cm) das cinco cultivares entre os períodos do ano em que foi aplicada a redução da LIC e entre os níveis de redução da lâmina de irrigação calculada (LIC).

% Redução LIC	jul-out (P1)	nov-fev (P2)	mar-jun (P3)
Sem redução	18,43 A a	18,43 A a	18,43 A a
30%	19,52 A a	19,28 A a	19,05 A a
50%	17,16 A b	18,09 AB a	19,13 A a

CV = 7,70%

Letras minúsculas e iguais nas colunas e maiúsculas e iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 7. Médias do comprimento do fruto (cm) de cinco cultivares de bananeira sob diferentes estratégias de irrigação com déficit hídrico controlado, Nova Porteirinha, MG.

% Redução LIC	Grande Naine	BRS Platina	Galil 18	Prata-Anã	BRS Princesa
Sem redução	23,20 A a	19,53 B a	17,20 C b	17,28 C a	16,07 C a
30%	23,27 A a	19,43 B a	18,82 B ab	18,27 BC a	16,61 C a
50%	17,37 BC b	20,93 A a	18,93 B a	17,11 BC a	16,29 C a

CV = 7,70%

Letras minúsculas e iguais nas colunas e maiúsculas e iguais nas linhas formam mesmo agrupamento pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As cultivares Grande Naine, Galil 18 e Prata-Anã diferiram para diâmetro dos frutos entre os períodos do ano, independentemente da redução da LIC. A ‘Grande Naine’ apresentou maior diâmetro quando as reduções ou não da LIC ocorreram de novembro a fevereiro (P2) e de maio a junho (P3), enquanto a ‘Galil 18’ e a ‘Prata-Anã’ apresentaram maiores

diâmetros quando sob redução ou não de 30 ou 50% da LIC no período de março a junho (P3) (Tabela 8). Apenas a ‘BRS Princesa’ apresentou diâmetros dos frutos similares sob reduções de 30 e 50% da LIC. Todas as cultivares foram similares para as médias de diâmetro do fruto sem e com redução de 30% da LIC (Tabela 8).

Tabela 8. Médias de diâmetro do fruto (mm) de cinco cultivares de bananeira sob diferentes estratégias de irrigação com déficit hídrico controlado, Nova Porteirinha, MG.

Período do ano	Grande Naine	BRS Platina	Galil 18	Prata-Anã	BRS Princesa
jul-out (P1)	31,16 B b	33,87 AB a	35,22 A a	33,22 AB a	31,44 B a
nov-fev (P2)	35,44 A a	32,17 AB a	32,55 AB b	30,33 B b	33,11 AB a
mar-jun (P3)	32,77 A b	34,17 A a	34,11 A ab	31,44 A ab	31,78 A a
CV = 5,8%					
Redução da LIC					
Sem redução					
30%	33,33 A a	33,66 A ab	31,67 A b	33,00 A a	31,33 A a
50%	34,78 A a	31,44 B b	34,00 AB ab	31,89 AB ab	33,00 AB a
50%	30,55 B b	35,55 A a	36,62 A a	30,11 B b	32,00 B a
CV = 7,40%					

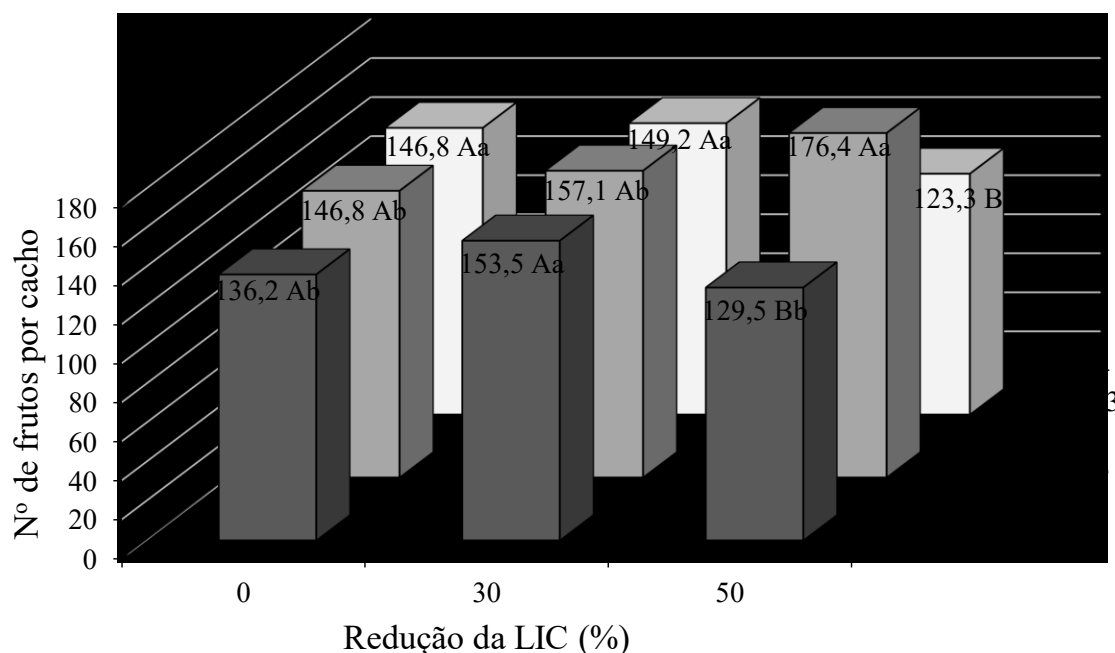
Letras minúsculas e iguais nas colunas e maiúsculas e iguais nas linhas formam mesmo agrupamento pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As características comprimento e diâmetro dos frutos contribuem para os resultados de produtividade das cultivares em relação ao período do ano e ao nível de redução da aplicação de água. A redução de 30% da LIC em qualquer período do ano, não causou redução dessas variáveis morfológicas e por consequência da produtividade de qualquer cultivar.

Na ausência de redução e com 30% de redução da LIC o número de frutos por cacho foi similar nos três períodos, enquanto com redução de 50% da LIC o número de frutos por cacho foi maior no período (P2), novembro a fevereiro, coincidente com a época de maior ocorrência de chuvas (Figura 3). No período P1, de julho a outubro, período seco, o maior número de frutos por

cachos foi registrado com 30% de redução da LIC, no período P2 com 50% de redução da LIC, enquanto no período P3, março a junho, o menor número de frutos por cacho foi observado com 50% de redução da LIC. Essas variações no número de frutos por cacho colhidos num determinado período são influenciadas também pelas condições meteorológicas, temperatura e precipitação, e de manejo, redução da lâmina de irrigação, predominantes no período anterior, pois o número de pencas e de frutos é definido anteriormente em função das condições ocorrentes antes da diferenciação floral e corroboram com a sazonalidade da produção recorrente no Norte de Minas Gerais (DONATO et al., 2020).

Figura 3. Número médio de frutos por cacho das cultivares de bananeira em três períodos do ano de julho a outubro (P1), de novembro a fevereiro (P2) e de março a junho (P3) com e sem redução da lâmina de irrigação calculada em cada período, Nova Porteirinha, MG.



P1: Período correspondente a julho a outubro de 2016; P2: Período correspondente a novembro de 2016 a fevereiro de 2017; P3: Período correspondente a março a junho de 2017; LIC: lâmina de irrigação calculada.

Mesma letra maiúscula no eixo de período e mesma letra minúscula no eixo horizontal indica que o número médio de frutos não difere ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. CV = 13,40%.

As cultivares Grande Naine, BRS Platina e Galil 18 foram, de modo geral, as que apresentaram maior produtividade e a cultivar BRS Princesa a menor produtividade, independentemente do período e níveis de redução da LIC (Tabelas 3 e 5). Isso é justificável, pois reflete o potencial produtivo associado aos grupos genômicos das respectivas cultivares (ARANTES et al., 2017). As diferenças entre as características morfológicas e número de frutos das ‘Grande Naine’, ‘BRS Platina’ e ‘Prata-Anã’ nesse trabalho é coerente com os resultados de outros autores (SILVA, VALE e PEREIRA, 2019; ARANTES et al., 2017; MARQUES et al., 2011).

Do mesmo modo que ocorreu para produtividade, o comprimento de frutos não foi afetado pela redução de 30% da LIC. A aplicação de 50% da LIC não influenciou no comprimento de frutos das cultivares, exceto

para a ‘Grande Naine’, que demonstrou maior sensibilidade a redução de 50% da LIC, mesmo durante quatro meses, o que é justificado pelo seu genoma AAA (LUCENA, 2013; DONATO et al., 2015), mais sensível à redução da água no solo. A ‘Grande Naine’ e a ‘Prata-Anã’ foram as que tiveram o diâmetro de frutos mais influenciado pela redução de 50% da LIC, o que não ocorreu para a redução de 30% (Tabelas 7 e 8).

5.3 Eficiência de uso de água

A eficiência de uso de água (EUA) não foi influenciada pelo período do ano, mas sim pela redução da LIC em cada período (Tabela 9). Independentemente do período do ano em que foram aplicadas reduções da LIC, as médias com redução de 30% e 50% foram similares e maiores que as médias da condição sem redução da LIC

durante todo o ano. Esse comportamento repetiu-se para cada cultivar, sendo que as diferenças entre as médias de EUA foram significativas para a ‘Grande Naine’. Não

houve diferença estatística entre esses níveis de redução de 30 e 50% para as demais cultivares (Tabela 10).

Tabela 9. Médias de EUA ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$) das cinco cultivares entre os períodos do ano em que foi aplicada a redução da LIC e entre os níveis de redução da lâmina de irrigação calculada (LIC).

% Redução LIC	jul-out (P1)	nov-nev (P2)	mar-jun (P3)
Sem redução	16,96 A b	16,96 A b	16,96 A b
30%	21,25 A a	22,13 A a	20,72 A a
50%	20,48 A a	21,70 A a	19,22 A ab
CV = 14,66%			

Letras minúsculas e iguais nas colunas e maiúsculas e iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 10. Médias de EUA ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$) de cinco cultivares de bananeira sob diferentes estratégias de irrigação com déficit hídrico controlado ou entre os níveis de redução da LIC, Nova Porteirinha, MG.

% Redução LIC	Grande Naine	BRS Platina	Galil 18	Prata-Anã	BRS-Princesa
Sem redução	19,32 A c	19,06 A a	20,26 A b	14,46 B b	11,71 B b
30%	27,06 A a	21,00 C a	23,42 A ab	19,07 CD a	16,27 D a
50%	23,17 A b	22,16 A a	25,62 A a	17,72 B a	13,65 C ab
CV = 14,66%					

Letras minúsculas e iguais nas colunas e maiúsculas e iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

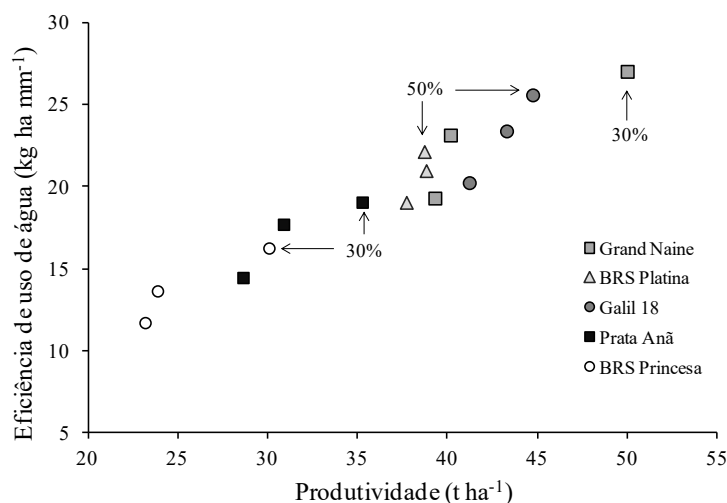
As cultivares BRS Platina e Galil 18 não apresentaram redução de produtividade em qualquer dos três períodos em relação à irrigação plena durante todo o ano. A ‘Galil 18’ manteve uma elevada produtividade associada à EUA mesmo com redução de 50% da LIC. Isso sugere que essas cultivares podem ser usadas com o método de regulação do déficit de irrigação, tanto em ciclos avançados como nesse trabalho em períodos de quatro meses consecutivos durante o ano, como possivelmente responderão em períodos menores com maior frequência. Contudo, as demais apresentaram maiores EUA e maiores produtividades para a redução de 30% da

LIC durante quatro meses consecutivos em um ano (Figura 4).

As maiores produtividades associadas às maiores EUA ocorreram para a ‘Grande Naine’ e ‘Galil 18’, entre 25 e 30 kg mm^{-1} , para a ‘BRS Platina’ ficaram ente 20 e 35 kg mm^{-1} e entre 15 e 20 kg mm^{-1} para a ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Princesa’.

A eficiência de uso de água foi maior para as cultivares de maior potencial produtivo, em todas as lâminas, em razão do incremento da produtividade em resposta ao aumento da disponibilidade de água no solo, enquanto o contrário ocorre com cultivares mais tolerantes ao déficit hídrico do solo (LUCENA, 2013; DONATO et al., 2015).

Figura 4. Eficiência de uso de água (EUA) como função da produtividade para cinco cultivares de bananeira submetidas à redução de 30 e 50% da lâmina de irrigação calculada durante quatro meses consecutivos do ano.



São comuns indicadores de EUA acima de 20 kg mm⁻¹ e igual ou superior a 30 kg mm⁻¹ correspondentes às produtividades comerciais para bananeiras dos tipos varietais Prata e Cavendish, respectivamente (SANTOS et al., 2016; COELHO et al., 2015; COSTA et al., 2012).

6 CONCLUSÕES

A irrigação com déficit controlado aplicada durante quatro meses consecutivos do ano com redução da lâmina de irrigação calculada de 30% não acarreta perda de

produtividade para as cultivares Grande Naine, BRS Platina, Galil 18, Prata Anã e BRS Princesa nas condições do norte de Minas Gerais.

O uso da irrigação com déficit controlado não reduz a circunferência do pseudocaule, a altura da planta, o número de folhas e a área foliar total no período da colheita.

A redução de 50% da lâmina de irrigação calculada durante o período de quatro meses, independentemente da época do ano, contribuiu para redução da produtividade das cultivares, exceto pela BRS Platina e Galil 18.

7 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARANTES, A, M.; DONATO, S. L. R.; SILVA, T. S.; RODRIGUES FILHO, V. A.; AMORIM, E. P. Agronomic evaluation of banana plants in three production cycles in southwestern state of Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 39, n. 1, p. 1-12, 2017.

ARANTES, A. M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L.; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. Gas exchange in different varieties of banana prata in semi-arid environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 2, p. 1-12, 2016.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 625 p.

COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, P. M.; CASTRICINI, A. Soil-water-plant relationship and banana yield under partial root-zone drying irrigation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 76, n. 5, p. 362-367, 2019.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; DONATO, S. L. R.; SANTANA JUNIOR, E. B.; OLIVEIRA, P. M. Sistemas de irrigação localizada e manejo de água em bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 36, n. 288, p. 62-73, 2015.

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

COELHO, E. F.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O. Produtividade da bananeira 'Prata-Anã' e 'Grande Naine' no terceiro ciclo sob irrigação por microaspersão em tabuleiros costeiros da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 435-438, 2006.

COSTA, F. S.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L.; PAMPONET, A. J. M.; SILVA, A. A. S. M.; AZEVEDO, N. F. Crescimento, produção e acúmulo de potássio em bananeira 'Galil 18' sob irrigação e fertilização potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 409-416, 2012.

DONATO, S. L. R.; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; SÔNIGO, M.; MARQUES, P. R. R.; SANTOS, M. R.; ARANTES, A. M.; LICHTENBERG, L. A. Aspectos da ecofisiologia, fenologia e produção: *In*: DONATO, S. L. R.; BORÉM, A.; RODRIGUES, M. G. V. (Ed.). **Banana: do plantio à colheita**. 1 ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. p.45-76.

DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; ARANTES, A. M.; RODRIGUES, M. G. V. Eficiência de uso da água em bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 36, n. 288, p. 46-61, 2015.

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

HENRY, I.M.; CARPENTIER, S.C.; PAMPUROVA, S.; HOYLANDT, A. van; PANIS, B.; SWENNEN, R.; REMY, S. Structure and regulation of the *Asr* gene Family in banana. **Planta: an international journal plant and biology**, [Berlin], v. 234, n.4, p.785-798, Oct. 2011.

IBGE. SIDRA. **Pesquisa mensal de comércio – dezembro 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pmc/brasil>. Acesso em: 9 mar. 2021.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; TREICHEL, M.; SANTOS, C. E. **Anuário brasileiro da fruticultura 2018**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 88 p.

LUCENA, C. C. **Estratégias de manejo de irrigação de bananeiras baseadas em coeficientes de transpiração e área foliar**. 2013. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

MARQUES, P.; DONATO, S. L. R.; PEREIRA, M. C. T.; COELHO, E. F.; ARANTES, A. M. Características agronômicas de bananeiras tipo Prata sob diferentes sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 8, p. 852-859, 2011.

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.

RAMOS, A. G. O.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; COELHO FILHO, M. A.; RODRIGUES, M. G. V. Evaluation of gas exchanges and production of genotypes of Maçã banana type cultivated in the semi-arid region of Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 3, p. e-500, 2018.

ROBINSON, J. C.; ALBERTS, A. J. Growth and yield responses of banana (cultivar ‘Williams’) to drip irrigation under drought and normal rainfall conditions in the subtropics. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 30, n. 3, p. 187-202, 1986.

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**, Brasília, v. 49, e53036, 2019.

SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, P. M. Gas exchange in ‘BRS Princesa’ banana (*Musa* spp.) under partial rootzone drying irrigation in the north of Minas Gerais, Brazil. **Acta Agronômica**, Palmira, v. 66, n. 3, p. 378-384, 2017.

SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; LOURENÇO, L. L.; SILVA, T. S.; COELHO FILHO, M. A. Irrigation management strategy for Prata-type banana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 9, p. 817-822, 2016.

SILVA, W. R.; VALE, L. S. R.; PEREIRA, D. R. M. Desempenho de cultivares de bananeira sob condições edafoclimáticas de Ceres-GO. **Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agricultural and Environment Sciences**, Belém, v. 62, p. 1-6, 2019.

VANHOVE, A. C.; VERMAELEN, W.; PANIS, B.; SWENNEN, R.; CARPENTIER, S. C. Screening the banana biodiversity for drought tolerance: can an *in vitro* growth model and proteomics be used as a tool to discover tolerant varieties and understand homeostasis. **Frontiers Plant Science**, Lausanne, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2012.