



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

CLEOMAR BIZONHIN LOPES

DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DA BANANEIRA PRATA
ANÃ EM MISSÃO VELHA - CE

FORTALEZA

2018

CLEOMAR BIZONHIN LOPES

DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DA BANANEIRA PRATA
ANÃ EM MISSÃO VELHA - CE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L851d Lopes, Cleomar Bizonhin.
 Diferentes lâminas de irrigação no cultivo da bananeira Prata anã em Missão Velha-CE / Cleomar Bizonhin Lopes. – 2018.
 61 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2018.
 Orientação: Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra.
1. Musa spp. 2. Estresse hídrico. 3. Evapotranspiração. I. Título.

CDD 630

CLEOMAR BIZONHIN LOPES

DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DA BANANEIRA PRATA
ANÃ EM MISSÃO VELHA - CE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 28/06/2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dr. Almiro Tavares Medeiros (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dra. Antônia Leila Rocha Neves (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa (Conselheiro)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro - Brasileira - UNILAB

AGRADECIMENTOS

A Deus, todo poderoso.

A Universidade Federal do Ceará.

Ao orientador Professor Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra.

Aos conselheiros Dra. Antônia Leila Rocha Neves, Dr. Almiro Tavares Medeiros e Dr. Geocleber Gomes de Sousa.

A empresa Sítio Barreiras Fruticultura Ltda.

Aos professores do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Aos amigos Roberto Nunes Maia, Francisco Thiago de Albuquerque Aragão, Cleiton Soares dos Santos e Gilberto Quevedo Rosa.

Aos colegas de mestrado.

A minha família.

RESUMO

Diante da importância econômica que tem o cultivo na bananeira no Brasil e no nordeste brasileiro; a alta exigência hídrica dessa cultura, a crescente competição pelo uso da água, das pressões econômicas sobre os produtores e dos impactos ambientais causados pelo uso da irrigação, o presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da redução das lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura da bananeira. O experimento foi conduzido na fazenda comercial da empresa Sítio Barreiras fruticultura Ltda, localizada no município de Missão Velha - CE. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos com diferentes lâminas de irrigação estabelecida com base em frações da evapotranspiração da cultura (34; 56; 78; 100 e 122% da ET_c) com cinco repetições. Avaliou-se o desenvolvimento vegetativo da cultura, as variáveis produtivas e o custo da água e energia na renda bruta total. Os resultados indicam que o tratamento correspondente a 122% da ET_c , nas condições em que foi realizado o trabalho, proporcionou produtividade superior aos demais tratamentos estudados, no entanto o tratamento com 78% da ET_c apresentou maior produtividade da água, por tanto reduzir a lâmina de irrigação para 78% da ET_c é uma opção viável economicamente, para situações de escassez de água, em bananais de prata anã estabelecidos. As lâminas de irrigação não influenciaram na qualidade dos frutos, na pós-colheita, porém afetaram a qualidade dos frutos na colheita, sendo que a lâmina de 122% da ET_c foi superior quanto as porcentagens de frutos de primeira e segunda, em relação aos outros tratamentos. Os custos da água e da energia elétrica em relação à receita bruta nos tratamentos de 34; 56; 78; 100 e 122% da ET_c corresponderam a 8,25; 8,42; 5,14; 5,09 e 4,98%, respectivamente.

Palavras-chave: *Musa spp.* Estresse hídrico. Evapotranspiração.

ABSTRACT

Given the economic importance of banana cultivation in Brazil and in the Brazilian Northeast, the high water requirement of this crop, the increasing competition for water use, economic pressures on producers and the environmental impacts caused by the use of irrigation, the main purpose of this research is to study the effects of the reduction of irrigation on the development and productivity of banana plantation. The experiment was carried out at the commercial farm of Barriers Site Fruticulture Ltda, located in the municipality of Mission Valhi - CE. The experimental design was a randomized block, with five treatments with different irrigation plates based on fractions of crop evapotranspiration (34, 56, 78, 100 and 122% of ET_c), and five replications. The vegetative development of the crop, the productive variables and the cost of water and energy in the total gross income were evaluated. The results evince that the treatment corresponding to 122% of ET_c , under the conditions in which the research was performed, provided higher productivity than the other studied treatments, however the treatment with 78% of ET_c presented higher water productivity, therefore reducing the irrigation plate to 78% of ET_c is a viable option for water scarcity situations in established banana plantations. Irrigation treatments did not influence on fruit quality at post harvest, however, they affected fruit quality at harvest, but the irrigation plate at 122% of ET_c had better results in obtaining higher percentages of fruits of first and second quality, when compared to other treatments. The water and electricity costs in relation to the gross income in the 34, 56, 78, 100 and 122% ET_c treatments were, respectively, 8.25%, 8.42%, 5.14%, 5.09 % and 4.98%.

Keywords: Musa spp. Hydric stress. Evapotranspiration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Disposição geográfica da fazenda comercial onde foi conduzida a pesquisa. Missão Velha, Ceará, 2016.....	30
Figura 2 – Distribuição dos tratamentos no campo em Missão Velha -CE, 2016.....	32
Figura 3 – Escala de maturação de Von Loesecke (CEAGESP, 2006).....	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Efeito da lâmina de irrigação acumulada no ciclo na altura de plantas no momento da emissão do cacho da bananeira cv. Prata Anã, em Missão Velha – Ceará, 2018.....	40
Gráfico 2	– Efeito da lâmina de irrigação acumulada no ciclo na circunferência do pseudocaule das plantas na emissão do cacho da bananeira cv. Prata Anã, em Missão Velha – Ceará, 2018.....	41
Gráfico 3	– Efeito da lâmina de irrigação acumulada no ciclo no número de folhas funcionais na emissão do cacho da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018.....	42
Gráfico 4	– Efeito da lâmina de irrigação acumulada no ciclo na massa média do cacho da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018.....	43
Gráfico 5	– Efeito da lâmina de irrigação acumulada no ciclo no número de pencas da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018.....	44
Gráfico 6	– Efeito da lâmina de irrigação acumulada na massa da segunda penca da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018.....	45
Gráfico 7	– Efeito da lâmina de irrigação acumulada no comprimento do fruto central da segunda penca da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha - Ceará, 2018.....	46
Gráfico 8	– Efeito da lâmina de irrigação acumulada no diâmetro do fruto central da segunda penca da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018.....	46
Gráfico 9	– Efeito da lâmina de irrigação acumulada na produtividade da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018.....	47
Gráfico 10	– Efeito da lâmina de irrigação acumulada no pH da polpa da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de distribuição (CUD) para irrigação localizada.....	26
Tabela 2 – Atributos físicos do solo da área experimental em Missão Velha/CE (2016)	31
Tabela 3 – Classificação de banana prata segundo comprimento e diâmetro.....	37
Tabela 4 – Lâmina de irrigação acumulada, Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de distribuição (CUD) obtido no sistema de irrigação de cada tratamento em Missão Velha, Ceará, 2016.....	39
Tabela 5 – Análise de variância do efeito de diferentes lâminas de irrigação acumuladas no ciclo sobre os parâmetros de crescimento vegetativo da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018.....	40
Tabela 6 – Análise de variância do efeito de diferentes lâminas de irrigação acumuladas no ciclo sobre os parâmetros produtivos da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018.....	43
Tabela 7 – Produtividade e produtividade da água obtida em função das lâminas de irrigação acumuladas no ciclo em Missa Velha – Ceará, 2018.....	48
Tabela 8 – Produtividade e produtividade da água obtida em função das lâminas de irrigação acumuladas no ciclo em Missa Velha – Ceará, 2018.....	48
Tabela 9 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada na porcentagem de frutos de primeira, de segunda e de descarte em Missa Velha – Ceará, 2018.....	48
Tabela 10 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada na quantidade de caixas de primeira, segunda e descarte, por hectare em Missa Velha – Ceará, 2018....	49
Tabela 11 – Análise de variância do efeito de diferentes lâminas de irrigação acumuladas no ciclo sobre os parâmetros de pós-colheita da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018.....	50
Tabela 12 – Custo com água e energia elétrica.....	51
Tabela 13 – Renda bruta obtida da venda das caixas de banana, em função do preço médio obtido e da classificação da fruta de cada tratamento em Missa	

Velha, Ceará, 2018.....	52
Tabela 14 – Custos totais relativos à água e energia elétrica, em função dos tratamentos de irrigação em Missa Velha, Ceará, 2018.....	53
Tabela 15 – Receitas e despesas com água e energia, e a participação das despesas com água e energia elétrica nas rendas brutas totais, para cada tratamento de irrigação.....	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos.....	16
3	REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1	A cultura da bananeira.....	17
3.1.1	<i>Origem e evolução da bananeira.....</i>	17
3.1.2	<i>Aspectos botânicos da bananeira.....</i>	17
3.2	Exigências edafoclimáticas da bananeira.....	18
3.3	Exigências hídricas e nutricionais da bananeira.....	19
3.4	Manejo da irrigação na cultura da bananeira.....	21
3.5	Uniformidade e eficiência de irrigação.....	24
3.6	Qualidade do fruto da bananeira na colheita e pós-colheita.....	26
3.6.1	<i>Relação polpa casca.....</i>	28
3.6.2	<i>Textura.....</i>	28
3.6.3	<i>Potencial Hidrogeniônico (pH).....</i>	28
3.6.4	<i>Acidez total titulável (ATT).....</i>	29
3.6.5	<i>Sólidos solúveis (SS).....</i>	29
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4.1	Caracterização da área experimental.....	30
4.2	Solo da área experimental.....	31
4.3	Delineamento experimental e tratamentos.....	31
4.4	Instalação e condução da cultura.....	32
4.5	Manejo da irrigação.....	33
4.6	Parâmetros avaliados.....	35
4.6.1	<i>Planta.....</i>	28
4.6.2	<i>Produção de frutos.....</i>	28
4.6.3	<i>Classificação dos frutos.....</i>	28
4.7	Análise estatística.....	37
4.8	Análise econômica.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39

5.1	Avaliação do sistema de irrigação na área experimental.....	39
5.2	Parâmetros de desenvolvimento vegetativo.....	39
5.3	Produtividade.....	42
5.3.1	<i>Produtividade em função dos tratamentos de irrigação.....</i>	47
5.4	Qualidade da colheita e pós-colheita.....	48
5.5	Custo da água e energia elétrica em relação à renda bruta.....	51
5.5.1	<i>Renda bruta.....</i>	52
6	CONCLUSÃO.....	55
	REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

A cultura da bananeira (*Musa* spp.) alcançou no ano de 2017 uma produção mundial de 106,5 milhões de toneladas. Os dados mais recentes, referentes à safra de 2017 mostram o Brasil na quinta posição mundial na produção de bananas, com uma produção de 7,13 milhões de toneladas. A área colhida com a cultura da bananeira no Brasil, na safra de 2017, foi de 533.323 ha, com uma produção de 7.195.703 toneladas e produtividade média em torno de 13,49 t ha⁻¹ (IBGE, 2018).

Apesar da escassez e irregularidade de distribuição de chuvas, o semiárido brasileiro é uma região bastante favorável à bananicultura, devido o favorecimento dos fatores climáticos como luminosidade e temperaturas adequadas, para proporcionar uma boa produtividade da cultura, principalmente sob condições de irrigação.

A irrigação tem como objetivo principal suprir as necessidades hídricas da planta. Funciona integrada a outras práticas agrícolas para beneficiar a cultura, a sociedade de maneira geral e particularmente o produtor. Em regiões áridas, onde o fator limitante é a água, pesquisas são desenvolvidas visando planejar irrigações para se alcançar a máxima produção por unidade de água aplicada. No conceito moderno, a irrigação passou da simples aplicação de água na agricultura para um instrumento no aumento da produtividade e rentabilidade (MANTOVANI; BERNARDO e PALARETTI, 2012).

Como a bananeira é uma frutífera bastante sensível ao déficit hídrico, que acondicionando para o seu potencial produtivo, uma apreciável taxa de transpiração e uma boa uniformidade de distribuição de umidade durante todo o ano. A irrigação bem manejada é, portanto, uma prática de vital importância para a cultura, principalmente em regiões semiáridas, onde as precipitações são poucas e mal distribuídas, durante o ano, e a evapotranspiração atinge valores elevados na maioria dos meses do ano.

A irrigação tem sido fundamentalmente adotada para suprir a demanda hídrica das lavouras e maximizar a produtividade. No entanto, de acordo com Frizzone (2004), nos próximos anos deverá ocorrer uma mudança substancial na prática da irrigação, em decorrência da crescente competição pelo uso da água, das pressões econômicas sobre os produtores e dos impactos ambientais causados pelo uso da irrigação. Tais fatores devem motivar mudanças no paradigma da irrigação, tendo mais ênfase a eficiência econômica do que o suprimento da demanda plena de água das lavouras.

A eficiência econômica, no sentido de “otimização”, abrange os aspectos econômicos, como custos e lucros, que normalmente não são ponderados no manejo tradicional da irrigação, comumente empregada para maximizar a produtividade. Entretanto empregar a irrigação para maximizar o lucro é mais abstruso e desafiador que irrigar somente para obter o máximo rendimento produtivo da cultura (FIGUEIREDO et al., 2008).

Quando a água é fator limitante à produção agrícola, a utilização de irrigação com déficit hídrico controlado às plantas permite maior retorno econômico do que sem déficit hídrico. A definição de um intervalo de manejo da água de irrigação, a partir de uma função de produção conhecida, permite a utilização racional da irrigação com déficit hídrico controlado. A definição deste intervalo de manejo de irrigação, ao se considerar uma abordagem econômica, pode ser definida como uma estratégia ótima para o manejo da água (RAMOS et al., 2012).

Além das pesquisas direcionadas a quantificar as necessidades hídricas das culturas agrícolas, conhecer o dinamismo e o potencial produtivo da cultura da bananeira com uma lamina menor do que a utilizada frequentemente, sem prejuízos para a cultura, pode ser uma boa alternativa de produção para regiões semiáridas.

A escassez de informações a respeito de irrigação com déficit hídrico, na cultura da bananeira, aliada a importância econômica e social da bananicultura no nordeste brasileiro, justificou a realização do presente trabalho, comparando os efeitos de diferentes lâminas de irrigação sobre sua produtividade e qualidade dos frutos.

Em fase de importância da cultura da bananeira, bem como, da necessidade da melhoria do seu sistema produtivo, foi instalado um experimento com o objetivo geral de avaliar o efeito das lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura da bananeira para as condições edafoclimáticas de Missão Velha – CE.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito das laminas de irrigação sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura da bananeira para as condições edafoclimáticas de Missão Velha – CE

2.2 Objetivos específicos

- Estudar o crescimento, a qualidade dos frutos e a produtividade da bananeira sob diferentes laminas de irrigação;
- Avaliar a eficiência do uso da água (produtividade da água);
- Realizar análise econômica, do custo da água e energia elétrica em relação a renda bruta da cultura, considerando produtividade e aproveitamento de fruta para comercialização em cada lamina de irrigação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura da bananeira

3.1.1 Origem e evolução da bananeira

A banana (*Musa spp.* L.) é originária principalmente do sudeste Asiático, tendo como centros secundários de diversidade a África Ocidental, Central e as terras altas da África Oriental. Nessas regiões as variedades encontradas evoluíram a partir das espécies silvestres *Musa acuminata* Colla e *M. balbisiana* Colla e apresentam três níveis de ploidia, podendo ser diploides (2n) com 22 cromossomos, triploides (3n) com 33 cromossomos e tetraploides (4n) com 44 cromossomos, sempre múltiplos do número básico de (n=11) cromossomos (DANTAS et al., 1999b).

Por meios dos cruzamentos interespecíficos entre as espécies diploides silvestres *Musa acuminata* Colla, que representa o genoma denominado pela letra A, e *Musa balbisiana* Colla, representando o genoma B, originou-se as cultivares de bananas comestíveis dos diversos grupos hoje existentes, que cujas combinações resultam AA, BB, AB, AAA, AAB, ABB, AAAA, AAAB, AABB e ABBB (SIMMONDS; SHEPHERD, 1955).

A grande mutabilidade de alguns genótipos é um aspecto destacado em plantios extensivos, isso permite a ampliação do número de cultivares conhecida. Caso as mutações apresentam efeitos positivos relacionados ao seu uso e comercialização. Simmonds e Shepherd (1973) propõem a utilização do termo “subgrupo”, abrangendo cultivares originárias por mutação de uma única forma ancestral.

3.1.2 Aspectos botânicos da bananeira

As bananeiras são plantas pertencentes a classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, onde se encontram as subfamílias Heliconioideae, Strelitzioideae e Musoideae. Essa última caracteriza-se por seus sistemas foliares dispostos em espirais e suas flores funcionalmente unissexuais. É composta pelos gêneros Ensete e Musa, sendo o gênero Musa constituído por quatro seções: Australimusa, Callimusa, Rhodochlamys e Eumusa (SIMMONDS; SHEPHERD, 1973).

A seção Eumusa apresenta ampla distribuição geográfica, compreende a maioria das espécies do gênero, além de abranger as espécies produtoras de frutos partenocárpicos, ou seja, frutos originados sem a fecundação do óvulo pelo grão de pólen e portanto sem sementes, de abundante polpa e ideal para o consumo (DANTAS et al., 1999a).

A bananeira é uma planta herbácea, cujo caule é subterrâneo também chamado de rizoma que constitui um órgão de reserva e serve de apoio para todos os demais órgãos. A parte externa é denominada pseudocaule que é resultante da união das bainhas foliares e termina com uma copa de folhas largas, longas e com nervura central desenvolvida (MANICA, 1997).

A maior parte do sistema radicular da bananeira se encontra nas camadas superficiais do solo, geralmente em torno de 70% das raízes são encontradas a 20 cm de profundidade e a 150 cm do pseudocaule, no entanto podem atingir comprimento de até 10 metros, dependendo da cultivar e das condições do solo (SIMÃO, 1998).

A inflorescência é uma extensão do rizoma, emerge do centro da copa com brácteas ovaladas e em suas axilas nascem as flores. Isso ocorre após a planta produzir um número definido de folhas, que é variável dependendo da cultivar (MANICA, 1997).

O cacho da bananeira é formado por pedúnculo (engaço ou mangará), *ráquis*, pencas (palma ou mão), dedos (frutos) e botão floral (coração). O engaço ou pedúnculo da inflorescência é o alongamento do cilindro central do rizoma, iniciando-se no ponto de fixação da última folha e terminando na inserção da primeira penca (DANTAS et al., 1999a).

A *ráquis* é a continuação do pedúnculo, nela são inseridas as flores iniciando no ponto de inserção da primeira penca e terminando no coração, que é um conjunto de pencas de flores masculinas ainda em desenvolvimento com suas respectivas brácteas. A penca é o conjunto de frutos reunidos pelos seus pedúnculos, em uma estrutura chamada de almofada, em duas fileiras paralelas (MOREIRA, 1987).

3.2 Exigências edafoclimáticas da bananeira

Para a bananeira se desenvolver satisfatoriamente, ter alta produtividade e frutos de qualidade, a temperatura ideal está entre 21 e 27 °C. Podem ser considerados como limites extremos e tolerados as temperaturas mínimas de 16 °C e máximas de 37 °C, em termos de crescimento da planta, raízes, folhas e desenvolvimento dos frutos,

visto que a temperatura tem influência nos processos respiratórios e fotossintéticos da planta (MANICA, 1997).

Em função de suas características morfológicas e da hidratação de seus tecidos a bananeira necessita de uma grande e contínua disponibilidade hídrica no solo, por tanto o consumo de água pela planta é elevado e constante. Alves et al. (1999) e Borges e Souza (2004) associam consideradas produções de frutos a uma precipitação total anual de 1.900 mm, bem distribuídas ao longo do ano.

Em regiões com estação seca prolongada, para produção de banana, é necessário o uso da irrigação complementar para suprir a necessidade hídrica da planta. No entanto, o excesso de água no solo acarreta no desenvolvimento retardado da bananeira e até a morte caso o período seja prolongado (MOREIRA, 1987).

A bananeira requer alta intensidade de luz, ainda que o comprimento do dia, aparentemente, não influencie no seu crescimento e frutificação, o efeito da luminosidade sobre o ciclo vegetativo da bananeira é evidente, podendo variar de 8,5 meses nos cultivos bem expostos à luz a 14 meses, em cultivos que crescem em penumbra. O mesmo efeito também altera a duração de desenvolvimento do fruto, nas regiões com baixa luminosidade, o período para que o cacho atinja o ponto de colheita após a sua emissão, chega a ser 30 dias superior quando comparado a regiões de alta luminosidade (SOTO BALLESTERO, 1992).

3.3 Exigências hídricas e nutricionais da bananeira

A bananeira é uma planta herbácea de rápido crescimento, que chega a produzir mais de 300 toneladas de matéria fresca por hectare por safra, por tanto consome altos volumes de água e de nutrientes. Em grande parte das regiões aonde é cultivada, a precipitação pluvial é insuficiente para o crescimento e desenvolvimento das plantas, causando, portanto, reduções na quantidade e qualidade dos frutos (OLIVEIRA, 1997). Para obter-se colheitas economicamente rentáveis considera-se necessário precipitação efetiva anual de 1.200 a 1.800 mm ano⁻¹, bem distribuído (BORGES; SOUZA, 2004).

A determinação da necessidade hídrica é baseada na evapotranspiração da cultura (ETc), normalmente definida a partir do produto entre o coeficiente de cultura (Kc) e a evapotranspiração de referência (ETo), que pode ser definido por vários métodos.

O coeficiente de cultura (K_c) varia de acordo com as fases fenológicas e seus valores para a banana são 0,4; 0,7; 1,0; 0,9 e 0,75 nas fases inicial, de desenvolvimento, intermediária, final do ciclo e colheita, respectivamente (DOORENBOS; KASSAM, 1994). Entretanto, de acordo com Cordeiro (2003), nas regiões semiáridas a demanda de água pela bananeira em seu primeiro ciclo se inicia com 45% da evapotranspiração de referência (E_{To}) nos primeiros 70 dias, elevando-se para 85% da E_{To} aos 210 dias (fase de formação dos frutos) atingindo o máximo de 110% da E_{To} aos 300 dias.

A bananeira é considerada muito sensível ao déficit hídrico no solo e responsiva à irrigação. No entanto, as suas folhas permanecem altamente hidratadas, mesmo sob condições de estresse hídrico (MAHOUACHI, 2009). Isso acontece provavelmente pelo fechamento dos estômatos causado por um sinal emitido pelas raízes, síntese do hormônio vegetal ácido abscísico (ABA), e transporte para a parte aérea via xilema em resposta ao déficit hídrico no solo. Esse mecanismo conserva a água na planta, mas interfere na assimilação de CO_2 e, conseqüentemente, na produtividade (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As bananeiras devido ao seu desenvolvimento rápido e à sua grande área foliar e produção, são muito exigentes em adubação quando comparadas a outras frutíferas, principalmente em N e K (RATKE et al., 2012). Ainda que a maior parte dos nutrientes absorvidos seja reciclada e retorna ao solo, é alta a necessidade de reposição de nutrientes, devido à exportação dos mesmos pelas colheitas e as perdas no ciclo dos nutrientes no solo (LICHEMBERG et al., 2011).

As técnicas de irrigação e adubação podem ser utilizadas para suprir as demandas hídricas e nutricionais da cultura. Para repor a quantidade de nutrientes exportada pelos frutos, a bananeira necessita de grande volume de adubação o que acaba encarecendo o processo produtivo (BORGES; SOUZA, 2004). Em ordem decrescente a bananeira absorve os seguintes macronutrientes: potássio (K) > nitrogênio (N) > cálcio (Ca) > magnésio (Mg) > enxofre (S) > fósforo (P) e os micronutrientes: cloro (Cl) > manganês (Mn) > ferro (Fe) > zinco > boro (B) > cobre (Cu). Em média um bananal adulto retira, por tonelada de frutos, 3,1 a 8,2 kg de K; 1,2 a 2,4 kg de N; 0,13 a 0,38 kg de Ca; 0,20 a 0,37 kg de Mg e 0,11 a 0,30 kg de P. Os micronutrientes exportados pelo cacho representam 49% para o Cu, 42% para o Zn e 28% para o B, em relação ao total absorvido (IBRAF, 2008).

De acordo com Aular e Natale (2013) não existe comportamento único para os efeitos dos nutrientes sobre a qualidade dos frutos. As condições edafoclimáticas, a

cultivar e a dose e o equilíbrio nutricional, são determinantes desta. Desse modo, a relação (proporção) entre os elementos no tecido vegetal desempenha papel mais importante que o teor absoluto de cada nutriente.

Segundo Silva et al. (2003) o desbalanço entre nitrogênio (N) e potássio (K) causa problemas na pós-colheita, pois o baixo suprimento de potássio favorece o acúmulo de nitrogênio amoniacal, que induz o amadurecimento precoce e a produção de frutos magros. O excesso de N atrasa a emergência do cacho, o que favorece a produção de cachos fracos e pencas separadas. O K é o nutriente exigido em maior quantidade pela bananeira, que, em deficiência, produz cachos pequenos, com frutos finos e baixo peso (SILVA et al., 2011).

3.4 Manejo da irrigação na cultura da bananeira

A água faz parte da constituição da bananeira e é elemento essencial para sua manutenção, desenvolvimento e produção. A quantidade de água que a planta precisa depende do seu estágio de desenvolvimento, da cultivar e das condições de solo e clima onde está sendo cultivada. A bananeira é muito sensível às condições de umidade na zona radicular e sua atividade fisiológica normal depende de uma estreita faixa de água disponível no solo. As raízes dependem diretamente da porcentagem de água no solo sendo muito sensíveis ao excesso ou falta de água.

A bananeira é uma planta que mantém ritmo de crescimento e desenvolvimento contínuo, em clima tropical e com água suficientemente disponível, pode emitir uma folha em intervalos de 5 a 8 dias, portanto necessita de um fornecimento hídrico permanente seja por chuva ou irrigação.

O déficit hídrico em solos cultivados com bananeiras diminui o número e o crescimento das raízes, aumenta o tempo para emissão completa de uma folha, a bainha não desenvolve por completo, as folhas ficam amontoadas, o limbo dobra-se sobre a nervura central da folha e em déficit muito intenso o pecíolo pode se romper. Apesar de a bananeira possuir um teor de água em torno de 90% de sua constituição, suas reservas são mínimas e podem ser consumidas em poucas horas de transpiração normal.

A planta é obrigada a equilibrar constantemente as perdas nas folhas com os ganhos renovados pela absorção das raízes. A perda de água somente por transpiração pode variar em um dia de 3 a 4 mm dependendo de condições climáticas como velocidade do vento, grau de insolação e umidade relativa. Uma plantação de bananeiras

pode consumir de 900 a 1800 mm de água do crescimento até a colheita do cacho (MANICA, 1997).

A irrigação tem como objetivo principal suprir as necessidades hídricas da planta. Funciona integrada a outras práticas agrícolas para beneficiar a cultura, a sociedade de maneira geral e particularmente o produtor. Faz-se necessária onde os níveis pluviométricos naturais não atendem às necessidades das plantas durante seu ciclo ou parte dele (ALVES, 1999).

Em regiões áridas, onde o fator limitante é a água, pesquisas são desenvolvidas visando planejar irrigações para se alcançar a máxima produção por unidade de água aplicada. No conceito moderno, a irrigação passou da simples aplicação de água na agricultura para um instrumento no aumento da produtividade e rentabilidade. Para tanto é preciso fazer uso de sistemas de irrigação que possibilitem alta eficiência de uso da água.

Alguns princípios devem ser seguidos para alcançar este nível de eficiência. Devem-se selecionar culturas e práticas culturais que visem o aumento da produtividade e a diminuição do ciclo vegetativo aumentando a eficiência de uso da água. É ainda essencial considerar os fatores tipo de solo, clima, planta e suprimento de água; visando sempre à obtenção da melhor função econômica (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2012).

A escolha correta do método de irrigação é de muita importância, dele vai depender a viabilidade econômica do investimento. Na cultura da bananeira não há restrições quanto aos métodos de irrigação de uso corrente, a escolha depende do local de cultivo, tipo de solo, tipo de clima, custo de implantação e custo de operação do sistema.

Entre os diferentes métodos de irrigação localizada está o sistema de irrigação por gotejamento, que é o sistema em que a água é aplicada diretamente na região radicular em pequenas intensidades (baixa vazão) e alta frequência (turno de rega pequeno) mantendo esse solo próximo à capacidade de campo.

A aplicação da água é feita por tubos perfurados com orifícios de pequeno diâmetro ou por gotejadores denominados emissores encontrados de diferentes tipos e modelos. Neste sistema as vazões aplicadas variam de 1 a 20 L h⁻¹ por emissor, e o sistema trabalha com pressões variando de 5 a 25 mca, porém a pressão de serviço da maioria dos gotejadores é em torno de 10 mca.

No gotejamento a aplicação de água é na forma de “ponto fonte”, a superfície do solo fica com uma área molhada de formato circular e seu volume molhado com forma

de bulbo. Com os pontos de gotejamento muito próximos uns dos outros se forma uma faixa molhada contínua.

Esse tipo de irrigação é usado em sistemas fixos constituídos de tantas linhas laterais para suprir a demanda de toda a área, não havendo movimentação das linhas laterais. Entretanto somente um determinado número de linhas funciona por vez, com finalidade de minimizar a capacidade do cabeçal de controle (BERNARDO, 2008).

Esse sistema é caracterizado por: possibilidade de controle rigoroso da quantidade de água fornecida às plantas, grande economia de água e energia, redução da incidência de pragas e doenças e do desenvolvimento de plantas daninhas, possibilidade de cultivo em áreas com afloramentos rochosos e, ou, com declividades acentuadas e excelente uniformidade de aplicação de água.

A irrigação por gotejamento não molha a parte aérea da bananeira, portanto não cria um ambiente favorável ao desenvolvimento de patógenos e permite maior produtividade, visto que a irrigação localizada, por ser fixa, permite uma frequência elevada de aplicação de água resultando em menores variações nos níveis de umidade do solo. No caso da bananeira, além de maiores produtividades, os frutos desenvolvem-se mais uniformemente, resultando em melhor qualidade (OLIVEIRA, 2000).

No caso do gotejamento as principais limitações são: entupimento dos emissores, causado geralmente pelo uso de água contendo partículas minerais ou orgânicas; concentração da distribuição do sistema radicular provocado pela manutenção constante de um bulbo úmido onde as raízes tendem a permanecer com isso há diminuição da estabilidade de árvores podendo ocorrer tombamentos (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2012).

Para o correto planejamento e manejo de um sistema de irrigação o cálculo da quantidade de água necessária a uma cultura é o parâmetro mais importante. Na determinação da quantidade de irrigação necessária, a evapotranspiração e a precipitação efetiva são os parâmetros mais importantes.

Em regiões onde a precipitação efetiva é pouco expressiva ou os cultivos são realizados em épocas secas a quantidade de irrigação necessária é baseada unicamente na evapotranspiração.

A evapotranspiração é a soma dos componentes de transpiração e evaporação durante determinado período. Sua aferição é de grande importância, pois torna visualizável o consumo de água pelas plantas e conseqüentemente a lâmina de irrigação a ser aplicada pelo sistema (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2012).

3.5 Uniformidade e eficiência de irrigação

As irrigações em que a água é aplicada diretamente sobre a região radicular, com pequena intensidade e alta frequência, de forma a fornecer quantidades necessárias de água e nutrientes às plantas, classificam-se como irrigação localizada, incluindo também, nesta categoria, a microaspersão (PIZARRO, 1987; BERNARDO, 2008).

A eficiência da irrigação normalmente é expressa em termos da quantidade de água armazenada na zona radicular. Os principais fatores que influem são: o tamanho do projeto, número e tipo de culturas que necessitam de ajustes no suprimento de água, tamanho das parcelas individuais, métodos e as práticas de irrigação, e as condições técnicas e administrativas para controle da água (DOORENBOS; KASSAM, 1994).

A estimativa precisa da uniformidade do sistema é o indicador mais importante da eficiência do uso da água (BRALTS et al., 1987). Ainda segundo BRALTS (1986), informações referentes à vazão dos emissores e sua uniformidade são essenciais ao dimensionamento e manejo dos sistemas de irrigação localizada.

Outro fator importante na avaliação de sistemas refere-se à uniformidade de distribuição de água no solo, na zona de absorção de água pelas raízes. Segundo BRALTS (1986), o crescimento uniforme das culturas irrigadas depende da uniformidade de aplicação de água na superfície e interior do solo.

O dimensionamento inadequado, como também o manejo e a manutenção deficientes dos sistemas, são responsáveis pela variação de vazão ao longo das linhas nos sistemas de irrigação, fator este importante na uniformidade de distribuição de vazão. A recomendação mais usual é que a variação máxima da vazão na linha seja de 10% da vazão média (KELLER; KARMELL, 1974).

Entretanto, há autores que consideram como admissível uma diferença de vazão entre o primeiro e o último emissor na linha lateral de irrigação, da ordem de 20%, para algumas situações especiais (BERNARDO, 2008). Com o desenvolvimento tecnológico, há uma tendência no sentido de facilitar a implementação do limite de 10%.

O desempenho dos sistemas de irrigação localizada é, usualmente, analisado em função da uniformidade de aplicação de água pelos emissores. Apesar de vários métodos serem utilizados na avaliação de sistemas de irrigação localizada, para determinação do coeficiente de uniformidade, os mais utilizados baseiam-se nos conceitos de uniformidade de emissão (KELLER; KARMELL, 1974), da variação da vazão do emissor (WU; GITLIN, 1974) e de uniformidade estatística (BRALTS, 1986).

Para determinar a uniformidade de distribuição de água de um sistema de irrigação localizada, pelo *método de Christiansen*, é necessário medir a vazão dos emissores ao longo de todas as linhas laterais e a pressão de funcionamento no início das linhas de derivação, requerendo muito tempo e muita mão de obra.

Para simplificar o trabalho e o tempo necessário, recomenda-se determinar o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) por linha lateral, escolhendo, ao acaso, quatro linhas laterais em cada unidade operacional, sendo o CUC do sistema a mediados CUC das linhas (BERNARDO, 2008).

De acordo com Merrian e Keller (1978), para avaliação de um sistema de irrigação localizada, são necessárias as seguintes medições: deficiência hídrica no solo, antes da irrigação, tempo de aplicação, vazão dos emissores, taxa de infiltração e uniformidade de aplicação. Usualmente, avaliam-se sistemas de irrigação por microaspersão através dos coeficientes de uniformidade, porque é também normal que se tenha um ou mais emissores por planta, importando, assim, também a uniformidade de distribuição de água pelos emissores.

Todavia, a irrigação é realizada por meio de um emissor por quatro plantas, tornando-se importante não só a determinação da uniformidade como também a da eficiência, para expressar a mensuração de outros parâmetros importantes e como meio para comparações entre sistemas. Assim, segundo Merrian e Keller (1978), a avaliação dos sistemas de irrigação por microaspersão pode ser realizada por meio do parâmetro de eficiência de irrigação, em que se considera não só o coeficiente de uniformidade através da eficiência de distribuição para uma área adequadamente irrigada como também as perdas por evaporação e arraste e por vazamentos, além dos coeficientes de déficit e percolação.

A análise da uniformidade de aplicação de água para o sistema é feita, utilizando-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição determinado (CUD) (BERNARDO, 2008; LÓPEZ; ABREU, 1991) conforme as Equações 1 e 2.

$$CUC = 100 \left(1 - \sum \frac{|Q_i - Q|}{nQ} \right) \quad (1)$$

$$CUD = 100 \frac{q}{Q} \quad (2)$$

Em que:

CU = coeficiente de uniformidade de Christiansen (%);

Qi = vazão coletada em cada microaspersor ($L h^{-1}$);

Q = média das vazões coletadas dos microaspersores ($L h^{-1}$);

n = número de microaspersores analisados;

CUD = coeficiente de uniformidade de distribuição (%);

q = média de 25% dos microaspersores com as menores vazões ($L s^{-1}$).

Segundo Smajstrla e Zazueta (1988) e Bernardo (2008), o CUC e o CUD na irrigação localizada podem ser classificados em distintos níveis, descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de distribuição (CUD) para irrigação localizada

Classe	CUC ¹ (%)	CUD ² (%)
Excelente	acima de 90	acima de 84
Bom	80 – 90	68 - 84
Razoável	70 – 80	52 - 68
Ruim	60 – 70	36 - 52
Inaceitável	abaixo de 60	abaixo de 36

Fonte: (1) Smajstrla e Zazueta (1988), (2) Bernardo (2008).

3.6 Qualidade do fruto da bananeira na colheita e pós-colheita

A Banana (*Musa spp.*) é um fruto climatérico que apresenta uma larga faixa de maturidade fisiológica em que pode ser colhido e induzido o amadurecimento sem perder qualidades organolépticas. Isso permite que a maturação comercial dessa fruta se tornasse uma operação de rotina (WILLS et al., 1981), caracterizando uma fruta de considerável importância socioeconômica para o Brasil (BOAS et al., 1996).

A classificação da fruta deve iniciar no momento do despencamento. Assim, as pencas de frutos maiores são colocadas em locais diferentes daquelas pencas de frutos menores. Para isto, utiliza-se a subdivisão dos tanques de lavagem, ou a construção de duas ou mais linhas de embalagem. O despencador elimina pencas queimadas pelo sol, pencas doentes, com frutos rachados ou maduros.

A seleção da fruta continua sendo feita pelos operários que confeccionam os buquês, descartam as pencas ou buquês que têm defeitos graves ou gerais, e eliminam frutos defeituosos. São considerados como frutos com defeitos graves: os rachados ou cortados, queimados pelo sol, com ponta de charuto, com lesão de traças, com podridões causadas por fungos ou outros agentes, e os intensamente atacados por tripés. São consideradas como defeitos gerais as lesões provocadas por insetos ou lesmas, pisaduras e outros danos mecânicos.

A seleção e a classificação final são realizadas pelos operários, que realizam a pesagem do fruto. Esses funcionários devem conhecer, perfeitamente, as normas e padrões de classificação de bananas. Desta forma, cada bandeja de pesagem deve conter buquês de apenas uma classificação (FIGUEIREDO, 2002).

Em estudo realizado em diferentes lavouras da região Norte de Minas Gerais, por Rodrigues e Neto (1999), definiu-se o padrão de classificação de bananas da Associação dos Banicultores do Norte de Minas Gerais (ABANORTE), com as seguintes definições:

- Frutas consideradas de primeira qualidade: o diâmetro oscilou entre 26,99 mm a 34,92 mm. O comprimento do fruto encontrado foi de 13,5 a 18,0 cm.
- Frutas consideradas de segunda qualidade: o diâmetro oscilou entre 26,99 mm a 34,92 mm. O comprimento do fruto encontrado foi 12,0 a 16,5 cm.
- Frutas consideradas de primeira qualidade padrão exportação: comprimento mínimo de 16 cm para todos os frutos que formam os buquês dentro da caixa. Esta medida deve ser tomada na parte exterior da fruta, onde começa a polpa até à ponta do fruto. O diâmetro mínimo permitido, por cacho, é de 31,8 mm, e o máximo de 38,1 mm. Em função da presença ou ausência de alguns nutrientes, durante as fases fenológicas da bananeira, alguns frutos apresentam defeitos que impedem sua comercialização.

As transformações que ocorrem na constituição da banana, durante a maturação, tem sido objeto de constantes estudos nos diversos centros de pesquisa do mundo, procurando-se obter resultado satisfatório sobre o comportamento da fruta em todo o processo, desde o transporte até à maturação, o que é de grande importância tanto para o mercado de frutas frescas como para a indústria.

A qualidade pós-colheita dos frutos relaciona-se com o conjunto de atributos, ou propriedades, que os tornam apreciados como alimento. Esses atributos, por sua vez, dependem do mercado de destino, isto é, armazenamento, consumo *in natura* ou processamento. De modo abrangente, a qualidade pode ser definida como o conjunto de inúmeras características que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que têm significância na determinação do grau de aceitação pelo comprador.

Os atributos de qualidade dos produtos referem-se à sua aparência, sabor, odor, textura, valor nutritivo e segurança. Estes atributos têm importância variada, de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização, ou seja, desde o produtor até o consumidor (CHARLES; TUNG, 1973).

3.6.1 Relação polpa casca

Durante a maturação da banana, a polpa aumenta de maneira contínua o seu peso, devido à absorção da água proveniente da casca e, provavelmente, também do engaço, caso o cacho não seja colhido (LOESECKE, 1950). Com isto, a casca perde peso, podendo-se levar em consideração a relação polpa casca como índice de maturação da banana.

Esta relação também é conhecida como coeficiente de maturação e tem uma alteração muito rápida, pois, o valor entre 1,3 a 1,4 na banana verde pode significar, quando madura, valores acima de 2,0 indicam teores na banana Prata, para relação peso polpa casca, variando entre 1,25 a 1,6 para banana verde, e entre 2,24 a 2,6 para banana madura (CHARLES; TUNG, 1973; ROSSIGNOLI, 1983; CARVALHO; PÁDUA, 1984).

3.6.2 Textura

A textura é um dos mais importantes atributos de qualidade. Está relacionada ao sabor porque a liberação de compostos presentes no produto, que são perceptíveis pelo paladar, também se relaciona com a estrutura do tecido.

A polpa da banana é composta por um grande número de pequenas células. Na banana verde, cada uma dessas células possui uma rígida parede celular, composta principalmente por substâncias insolúveis, conhecidas como protopectina. Internamente, encontram-se numerosos grãos sólidos de amido.

Rossignoli (1983) e Carvalho e Pádua (1984) indicam teores de textura para a banana Prata variando de 11,51 a 12,40 lb na banana verde e de 1,2 a 1,62 lb na fruta madura.

3.6.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH da banana verde varia entre 5,0 e 5,6 e na banana madura entre 4,2 e 4,7. Dentro destes limites, podem ocorrer variações nos diferentes cultivares de banana. Rossignoli (1983) e Carvalho e Pádua (1984) indicam, para banana Prata um pH de 5,3 para fruto verde e 4,5 para o fruto maduro.

3.6.4 Acidez total titulável (ATT)

A banana caracteriza-se por apresentar baixa acidez, quando verde, a qual aumenta com a maturação até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, e depois decresce. Em geral, a acidez cresce paralelamente à velocidade da hidrólise do amido. Possivelmente, o aumento da acidez esteja relacionado ao processo de respiração da banana (LOESECK, 1950; BLEINROTH; COOPER, 1974).

Segundo Rossignoli (1983), as mudanças na acidez total titulável (ATT) da polpa associam-se com o processo de amadurecimento e, portanto, com o processo respiratório. O teor ácido é importante na determinação do estágio de maturação ou, ainda, é indicativo do sabor do fruto.

Há um pequeno decréscimo nos carboidratos totais em todos os cultivares, durante o amadurecimento, devido à utilização de parte da glicose na respiração (LOESECK, 1950). Rossignoli (1983) e Carvalho e Pádua (1984) encontraram, para a ATT na banana Prata, de 0,14 a 0,17% para fruto verde e 0,39 a 0,44% para fruto maduro.

3.6.5 Sólidos solúveis (SS)

Os sólidos totais da banana apresentam uma pequena redução à medida que a fruta amadurece, o que se atribui para a absorção de água pela polpa. No entanto, os sólidos solúveis aumentam rapidamente com a maturação da fruta, em decorrência de uma degradação do amido em açúcares solúveis.

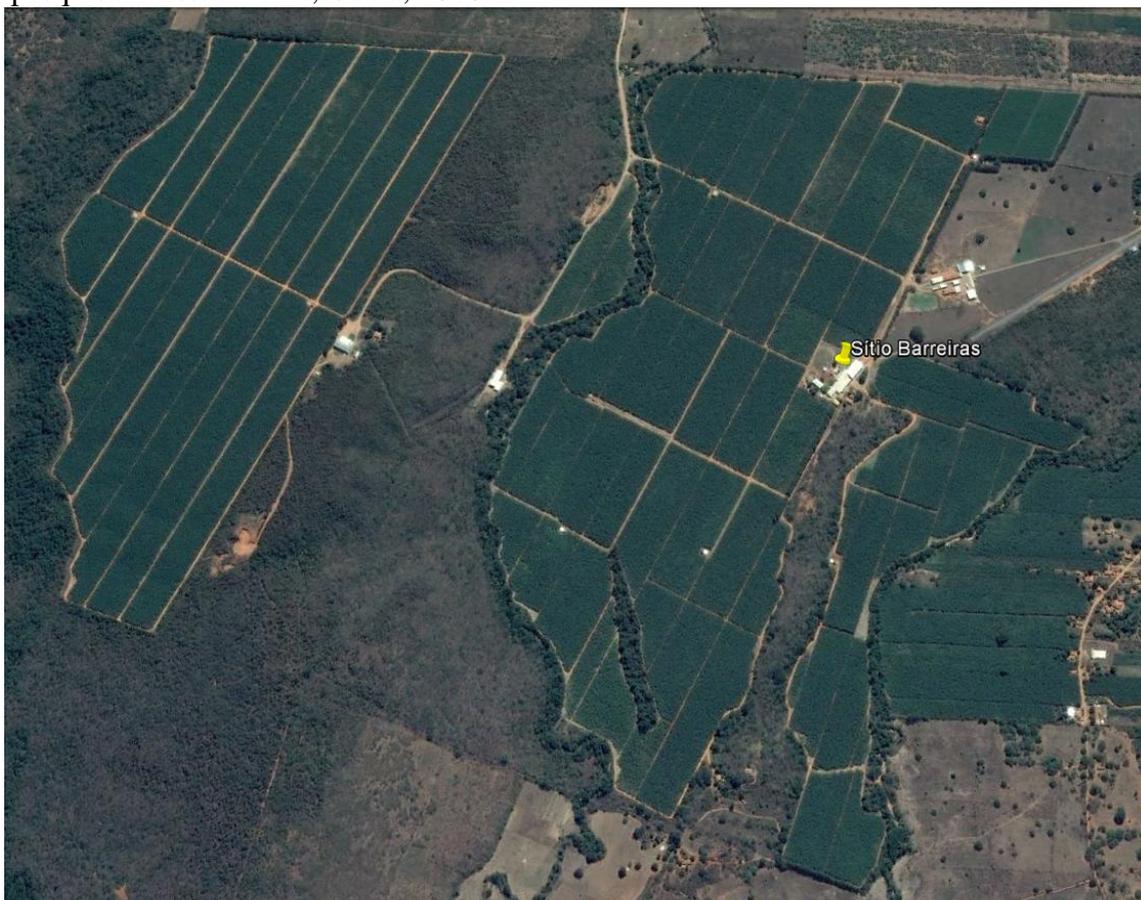
Rossignoli (1983) e Carvalho e Pádua (1984) indicam, para a banana Prata, teores de SST variando de 1,5 a 5,2% na banana verde e de 20,3 a 21% na banana madura. Oliveira (1995), trabalhando com bananas cultivar Prata com o objetivo de mostrar o grau de maturidade dos frutos na colheita (frutos verdes), obteve alguns parâmetros, cujas médias são referentes a 25 buquês, assim obtidos: relação polpa casca de 1,2; pH de 5,71; ATT de 0,21%; SST de 4,31%; comprimento do fruto 15,44 cm e diâmetro do fruto 3,55 cm. Figueiredo (2002), trabalhando com irrigação em bananeiras, obteve aos seguintes resultados: textura de 9,71 lb; relação polpa casca de 1,30; pH de 5,67; ATT de 0,17% e SS de 1,52%.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de setembro de 2016 a janeiro de 2018, na área comercial produtora de banana, da empresa Sítio Barreiras Fruticultura Ltda, situada no município de Missão Velha no Estado do Ceará, localizada geograficamente na microrregião do Cariri do Estado do Ceará, com coordenadas geográficas são 07° 14' 59" de latitude Sul e 39° 08' 35" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich, a uma altitude média de 361 m. De acordo com a FUNCEME/IPECE, o clima predominante é do tipo Tropical quente semiárido, com temperatura média de 24 a 26 °C, e com pluviometria média anual de 987,3 mm.

Figura 1 – Disposição geográfica da fazenda comercial onde foi conduzida a pesquisa. Missão Velha, Ceará, 2016



Fonte: Google Earth, 2016.

4.2 Solo da área experimental

Na área experimental o solo predominante pertence à classe dos Neossolos Flúvicos (EMBRAPA, 2013). Antes do plantio foram coletadas amostras nas camadas de (0 - 20) e (20 - 40) cm para caracterização textural do solo da área experimental. Para análise química, amostras alteradas foram coletadas em cinco posições da área e homogeneizadas. Os resultados das análises físicas e químicas estão apresentados na Tabela 2. Todas as análises foram realizadas no Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo (ICASA), que é o laboratório usado com frequência pela empresa.

Tabela 2 - Atributos físicos do solo da área experimental em Missão Velha/CE (2016)

Profundidade (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classificação textural
0 – 20	78,2	3,8	18,0	Franco arenoso
20 – 40	75,4	4,9	19,7	Franco arenoso

Fonte: elaborada pelo autor.

O solo da área experimental apresenta as seguintes características químicas: pH (água) = 7,1; CE = 0,36 dS m⁻¹; 0,75 g kg⁻¹ de N; 24 mg kg⁻¹ de P; 13,3 g kg⁻¹ de MO; CTC de 12,95 cmolc kg⁻¹; 92% de V; e 9,1; 2,2; 0,27; 0,99; 0,05; 0,38 cmolc kg⁻¹ de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, H⁺, Al³⁺, Al³⁺ e Na⁺, respectivamente.

4.3 Delineamento experimental e tratamentos

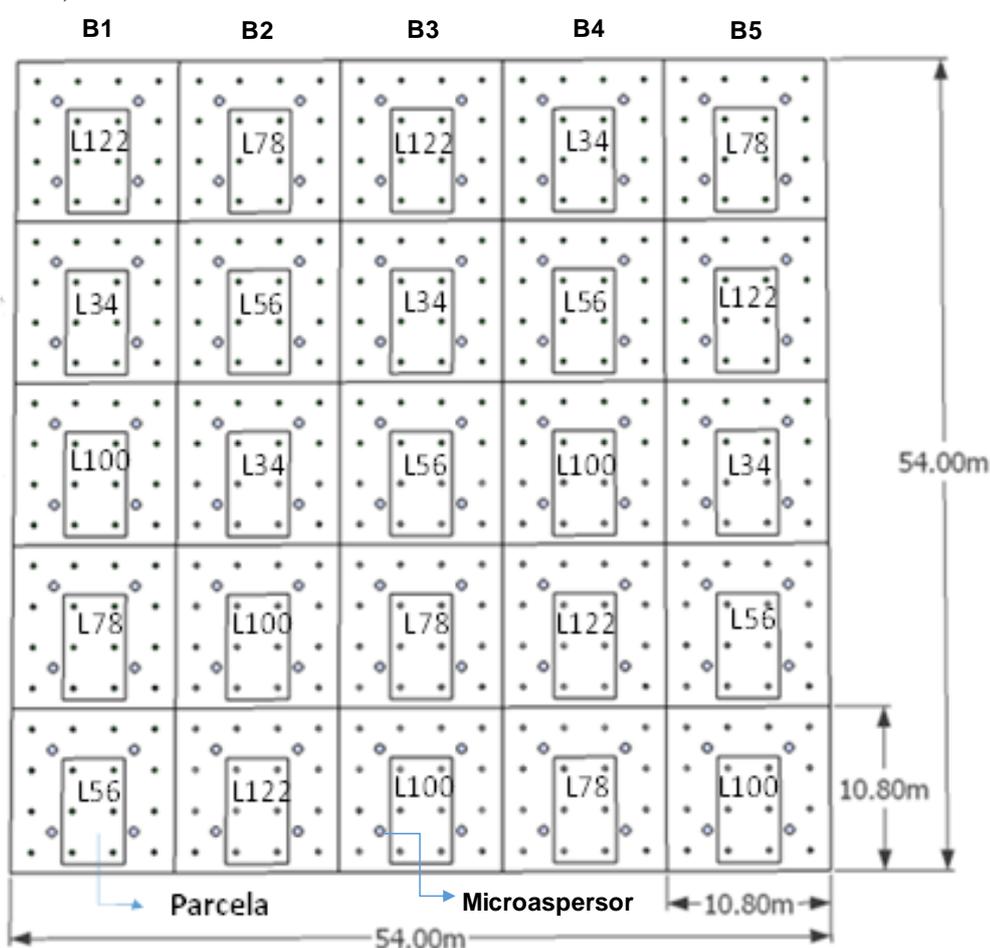
O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados. As parcelas foram de quatro fileiras e cada fileira com quatro plantas, totalizando dezesseis plantas. Somente seis plantas centrais foram avaliadas, uma vez que segundo Donato et al. (2008), parcelas com seis plantas já são apropriadas para a experimentação com a cultura.

Nas parcelas, foi avaliado o efeito de cinco lâminas de irrigação, estabelecidas com base em frações da evapotranspiração da cultura (ET_c), da bananeira Prata Anã, adotando Kc fixo de 1,1 durante todo o ciclo (34; 56; 78; 100 e 122%). Cada bloco era composto de cinco parcelas, com cinco repetições, totalizando vinte e cinco parcelas de 116,64 m² (10,80 m x 10,80 m).

As lâminas de irrigação foram: L122, lâmina de irrigação referente a 122% da

ET_c , nessa parcela os microaspersores tinham vazão de 110 L h^{-1} ; L100, lâmina de irrigação referente a 100% da ET_c , nessa parcela os microaspersores tinham vazão de 90 L h^{-1} ; L78, lâmina de irrigação referente a 78% da ET_c , parcela com microaspersores com vazão de 70 L h^{-1} ; L56, lâmina de irrigação referente a 56% da ET_c , nessa parcela os microaspersores tinham vazão de 50 L h^{-1} ; e L34, lâmina de irrigação referente a 34% da ET_c , microaspersores com vazão de 30 L h^{-1} . Na Figura 2 está o esquema de instalação e distribuição dos tratamentos no campo.

Figura 2 - Distribuição dos tratamentos no campo em Missão Velha - CE, 2016



Fonte: elaborada pelo autor.

4.4 Instalação e condução da cultura

O experimento foi instalado em uma área em produção com colheita do terceiro cacho, que foi plantada em agosto de 2013 com espaçamento de 2,80 m entre fileiras simples e 2,80 m entre plantas. As mudas de bananeira utilizadas foram

provenientes de cultivo de tecido, cultivar Prata Anã. Definiu-se a parcela de cada tratamento dia 16 de dezembro de 2016, no entanto somente em 31 de março de 2017 foram definidas as plantas a serem avaliadas, visto que já haviam passado o período chuvoso e iniciava-se o efeito das laminas reduzida. As plantas que pariram antes dessa data foram descartadas.

A adubação do bananal foi baseada na nutrição e adubação que a empresa Sítio Barreiras adota em áreas comerciais de Prata anã, sendo 270 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N; 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O; 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅; 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MgO; 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de CaO; 50 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de S; 5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de Zn e 2 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de B em aplicações semanais via fertirrigação.

Foram realizados todos os demais tratos culturais recomendados para a cultura, como: desbaste, a cada 45 dias, deixando-se uma família por touceira (planta-mãe, filha e neta); desfolhas quinzenais, retirando-se as folhas secas, pendentes e doentes; controle de plantas invasoras e eliminação do coração a 0,15 m de distância da última penca.

A colheita foi realizada, para todos os tratamentos, 18 semanas após a eliminação do coração, que é um padrão adotado pela empresa em função da exigência do mercado consumidor. A colheita dos cachos iniciou-se dia 04 de setembro de 2017 e finalizou 29 de janeiro de 2018. As colheitas foram realizadas por duas pessoas, sendo que uma desfolhava e cortava o pseudocaule e a outra recebia o cacho sobre o ombro a fim de evitar lesões.

4.5 Manejo da irrigação

O monitoramento dos dados climáticos foi feito, utilizando-se uma estação meteorológica automática, que a empresa dispõe, instalada em ponto estratégica da fazenda. A água usada para irrigação foi proveniente de dois poços com profundidades de 80 m, aproximadamente.

O método de irrigação adotado foi localizado, do tipo microaspersão, com emissores tipo autocompensantes, modelo Gyronet da Netafim, com vazões variando de acordo com cada tratamento (30; 50; 70; 90 e 110 L h⁻¹). No cálculo da lâmina necessária para a cultura foi considerando o microaspersor com vazão 90 L h⁻¹ que representa o 100% da ET_c. A pressão de serviço dos microaspersores foi de 200 kPa e o espaçamento de 5,60 por 5,60 m.

As lâminas de irrigação foram estimadas a partir da evapotranspiração potencial da cultura conforme Equação 3, sendo obtida pelo produto da evapotranspiração de referência ET_0 obtida por meio de equação do tanque classe “A”, que foi instalado nas proximidades da área experimental e o coeficiente de cultivo K_c , de acordo com as equações 3 e 4. O K_c foi fixo de 1,1 durante toda a pesquisa, visto que é um plantio formado e em produção do terceiro cacho.

$$ET_c = K_c ET_0 \quad (3)$$

Em que:

ET_c = Evapotranspiração potencial da cultura, mm dia^{-1} ;

ET_0 = Evapotranspiração de referência, mm dia^{-1} .

A evapotranspiração de referência foi estimada a partir da equação 4.

$$ET_0 = K_t ECA \quad (4)$$

Em que:

ECA = Evaporação medida no Tanque Classe “A”, mm dia^{-1} ;

K_t = Coeficiente de ajuste do tanque (adimensional), obtido da tabela do boletim da FAO 24, com os dados meteorológicos locais obtidos com auxílio de uma estação meteorológica DAVIS modelo 651.

O tempo de irrigação foi determinado em função da irrigação total necessária, espaçamento da cultura e vazão do microaspersor. Determinado pela Equação 5.

$$T_i = \frac{ITN S_1 S_2}{q_e} \quad (5)$$

Em que:

T_i = Tempo de irrigação(h);

ITN = Irrigação total necessária (mm) obtida pela Equação 6.

$$ITN = \frac{ET_c TR PAM}{CUD} \quad (6)$$

Em que:

ET_c = Evapotranspiração potencial da cultura (mm dia^{-1});

CUD = Coeficiente de uniformidade de distribuição, obtido do teste de avaliação do sistema;

PAM = Percentagem de área molhada (Valor adotado 1);

TR = Turno de rega (2 dias);

S_1 e S_2 = Espaçamentos da cultura entre plantas (m) e entre fileiras de plantas (m);

q_e = Vazão média dos emissores ($L h^{-1}$).

A determinação dos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e de distribuição foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1974), no qual se realiza a medição de vazão de quatro emissores em quatro linhas laterais distribuídas ao longo das unidades experimentais.

O sistema de irrigação usado foi composto de poço para captação de água com profundidade de 84 metros, bomba submersa de 20 cv, reservatório de água, bomba centrífuga de 30 cv, cabeçal de controle, linha principal com diâmetro interno de 200 mm, linha lateral com diâmetro interno de 100 mm, válvula hidráulica de 4 polegadas, linha de mangueiras de polietileno de 20 mm, microtubos de 6 mm, base pra microaspersores e microaspersores.

4.6 Parâmetros avaliados

4.6.1 Planta

Foi feita a análise foliar a fim de verificar o estado nutricional da bananeira em cada tratamento. Para esta análise, foi coletada a amostra internacional de referência (AIR), utilizando-se cinco folhas, correspondente à terceira folha de cada planta em cada tratamento (5 repetições, perfazendo um total de 25 folhas avaliadas).

Realizaram-se semanalmente, sempre em plantas paridas, medições das variáveis: altura da planta na emissão do cacho (ALTPEC), utilizando-se uma régua graduada, medindo-se da base até a inserção da roseta, sendo os resultados expressos em metros (m); circunferência da planta na emissão do cacho (CPC), a 0,30 m do solo, utilizando-se uma fita métrica, sendo os resultados expressos em centímetros (cm); número de folhas funcionais na emissão do cacho (FFEC), nas plantas após emissão do cacho, contagem das folhas com mais de 50% de sua superfície verde.

4.6.2 Produção dos Frutos

Os frutos foram colhidos no estágio 1 de maturação da escala de Von Loesechke, ou seja, frutos com máximo crescimento, ainda ligeiramente quinados, e com casca totalmente verde (Figura 3).

Figura 3 - Escala de maturação de Von Loesecke (CEAGESP, 2006)



Fonte: Adaptado por Delfino et al. (2010).

No momento da colheita foram avaliadas as seguintes variáveis de produção: massa do cacho com engaço (PC) em kg; número de pencas (NPEN); produtividade expressa em kg ha⁻¹, obtida a partir da multiplicação da massa dos cachos de cada tratamento pelo número de famílias de um hectare (1275 famílias) pelo número de cachos produzido por família durante o ciclo, e a produtividade da água (produtividade lâmina aplicada⁻¹), dividindo a produtividade pela lâmina aplicada no ciclo, o resultado expresso em kg mm⁻¹ de água.

Da segunda penca de cada cacho avaliou-se: massa da segunda penca (PSP) em kg; comprimento do fruto central da segunda penca (CF), por meio das distâncias, da parte convexa, entre as extremidades dos frutos, com o uso de uma régua graduada, sendo os resultados expressos em centímetros (cm) e diâmetro do fruto central (DF), medido na região central dos frutos com auxílio de um paquímetro manual, sendo os resultados expressos em milímetros (mm).

4.6.3 Classificação dos frutos

As avaliações de qualidade das pencas na colheita foram efetuadas, adotando-se os padrões da ABANORTE (Associação dos bananicultores do Norte de Minas Gerais), (RODRIGUES NETO, 1999). Para classificar como fruta de primeira, adotou-se um comprimento mínimo de 14 cm e diâmetro mínimo de 32 mm. Para pencas consideradas de segunda qualidade, considerou-se um comprimento mínimo de 12 cm e diâmetro mínimo de 28,57 mm (Tabela 3). As pencas que não satisfaziam estes critérios foram consideradas descarte.

Para a análise pós-colheita das frutas, coletou-se os quatro frutos, verdes, centrais da segunda penca dos cachos das plantas úteis da parcela, obtendo-se, assim, a relação polpa-casca, a textura, o potencial hidrogeniônico (pH), a acidez titulável (ATT), os sólidos solúveis (SS) e o BRIX.

A textura foi definida com auxílio do texturômetro de Magness-Taylor com ponta de 7,94 mm de diâmetro, sendo realizada na porção central do diâmetro de cada

fruto. O resultado da textura de cada tratamento foi constituído pela média de 8 leituras (duas em cada fruto).

Tabela 3 - Classificação de banana prata segundo comprimento e diâmetro

Tipo	Exportação	Primeira	Segunda
Classe I	16 ⁽¹⁾		
Comprimento mínimo (cm)	14 ⁽²⁾	14	12
Classe II	12 ⁽³⁾		
(Diâmetro mínimo) (cm)	>38 ⁽¹⁾	32	29
Forma de apresentação	32-38 ^(2 e 3)		

Legenda: (1) Buquê, (2) Penca, (3) Dedo ou Single.

Fonte: Associação dos bananicultores do Norte de Minas Gerais – ABANORTE.

A relação polpa-casca foi determinada por meio da pesagem individual da polpa e da casca dos frutos com quatro repetições, com auxílio de balança semianalítica. Já os valores de SS, pH e ATT foram médias de duas leituras para cada fruto.

Para ATT, foram utilizado 10 mL do filtrado adicionado em 40 mL de água, fazendo-se a titulação com NaOH a 0,1 N. A tomada de ensaio foi de 2 g de polpa, sendo os resultados expressos em gramas de ácido málico por 100 g de polpa.

Os sólidos solúveis totais foram determinados com um refratômetro digital, após filtragem do homogenato, sendo os resultados expressos em porcentagem, segundo HELRICH (1990). O pH foi determinado após filtragem do homogenato, utilizando-se um potenciômetro.

4.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), regressão e teste de médias de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para comparar os tratamentos de irrigação em função dos parâmetros avaliados. Foram feitas análises de variância para os parâmetros relativos ao desenvolvimento vegetativo, a produtividade e qualidade dos frutos, utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2016).

4.8 Análise econômica

Para a análise econômica assumiu-se como condição simplificadora, que a única variação nos custos de cada tratamento foi o custo da água e energia elétrica, visto

que todo o manejo foi igual nos tratamentos. Como a água é retirada de poços, foi considerado como custo da água, o investimento de perfuração do poço, aquisição e instalação de equipamentos, manutenção do poço, despesas com outorga.

O custo da energia definiu-se de acordo com o preço do quilowatt-hora (kWh¹) de energia elétrica, cobrado pela COELCE no período da pesquisa, o consumo médio de energia elétrica para cada lâmina de irrigação, obtido em função do tempo de irrigação durante o experimento de campo.

A receita bruta para cada tratamento foi calculada multiplicando o número de caixas embaladas de cada tratamento, em função da produtividade alcançada, pelo preço médio vendido pela empresa no segundo semestre de 2017.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação do sistema de irrigação na área experimental

Os resultados indicam que a uniformidade de aplicação de água nos tratamentos foi classificada como excelente, não influenciando os tratamentos de lâmina de irrigação Smajstrla e Zazueta (1988) e Bernardo (2008) (Tabela 4).

Tabela 4 - Lâmina de irrigação acumulada, Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de distribuição (CUD) obtido no sistema de irrigação de cada tratamento em Missão Velha, Ceará, 2016

Tratamentos	Lâmina de irrigação acumulada (mm)	CUC	CUD
34% ET _c	650	99,01	97,86
56% ET _c	1071	99,02	97,85
78% ET _c	1492	99,02	97,85
100% ET _c	1913	99,01	97,87
122% ET _c	2333	99,02	97,85

Fonte: elaborada pelo autor.

Como cada microaspersor irriga mais de uma planta, avaliou-se, no início do experimento, o CUC ajustado proposto por Almeida (1997), obtendo o valor de 94%, indicando que existe não só uniformidade entre microaspersores, mas também adequada distribuição entre quadrantes.

5.2 Parâmetros de desenvolvimento vegetativo

As avaliações dos efeitos das lâminas de irrigação sobre os parâmetros de desenvolvimento vegetativo, da bananeira prata anã, em bananal estabelecido, estão descritas na Tabela 5. Os resultados da ANOVA indicam que as variáveis altura da planta na emissão do cacho (ALTPEC), circunferência da planta na emissão do cacho (CPC) e número de folhas funcionais na emissão do cacho (FFEC) foram influenciadas significativamente pelas lâminas de irrigação ($p \leq 0,05$ ou $p \leq 0,01$).

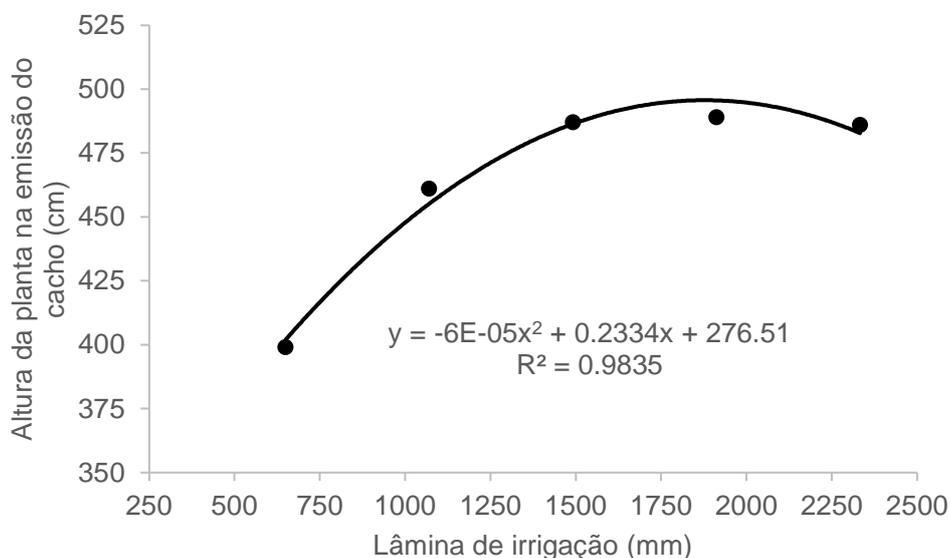
Tabela 5- Análise de variância do efeito de diferentes lâminas de irrigação acumuladas no ciclo sobre os parâmetros de crescimento vegetativo da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018

FV	GL	Teste F		
		ALTPEC (cm)	CPC (cm)	FFEC
Blocos	5			
Lâminas de irrigação	4	72,1573**	7,4065**	0,0868*
Resíduo	145			
CV (%)		5,32	8,68	10,49

Legenda: FV – Fonte de variação, GL- grau de liberdade, CV – coeficiente de variação, ALTPEC – Altura da planta na emissão do cacho, CPC – Circunferência da planta na emissão do cacho, FFEC – Número de folhas na emissão do cacho, * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade
Fonte: elaborada pelo autor.

Pela análise de regressão constatou-se efeito quadrático das lâminas de irrigação sobre altura das plantas na emissão do cacho. A altura máxima de plantas atingida foi de 489 cm (Gráfico 1), no tratamento L100, lâmina de irrigação acumulada de 1.913 mm no ciclo, este, por sua vez, se assemelhou aos resultados obtidos nos tratamentos L78 e L122 (1.492 e 2.333 mm ciclo⁻¹), respectivamente. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Figueiredo (2002) ao verificar em seu estudo realizado no município de Jaíba – MG, que o efeito dos tratamentos com 80; 100 e 120% da ET_o apresentaram resultados semelhantes entre si e superiores a 60 e 40% da ET_o, ainda que as alturas encontradas para plantas foram inferiores das encontradas no experimento em Missão Velha – CE.

Gráfico 1 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada no ciclo na altura de plantas no momento da emissão do cacho da bananeira cv. Prata Anã, em Missão Velha – Ceará, 2018

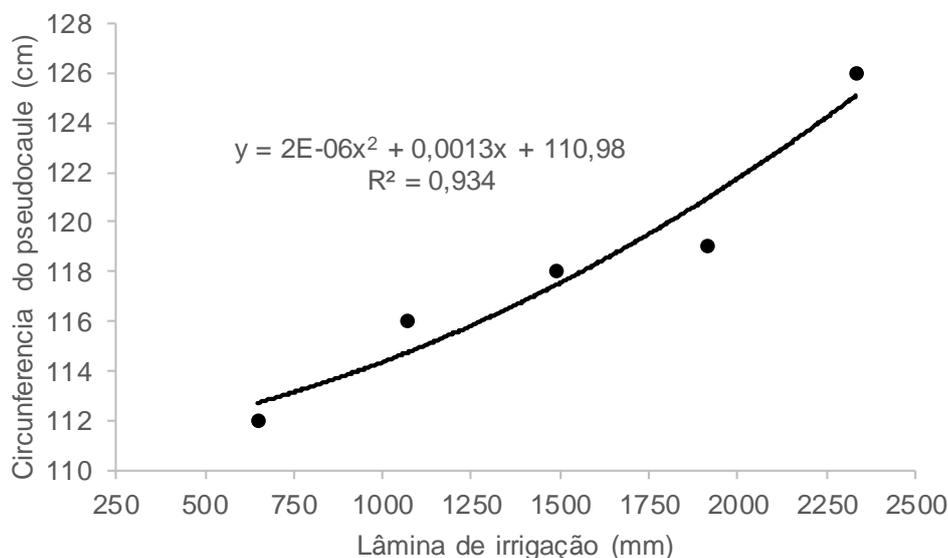


Fonte: elaborada pelo autor.

O estudo realizado por Oliveira, Coelho Filho e Coelho (2013), estudando o crescimento da bananeira Grande Naine submetida a diferentes lâminas de irrigação, no município de Cruz das Almas – BA mostrou que a maior altura de planta (1,87 m) seria obtida com uma lâmina de água estimada em 1.289 mm ciclo⁻¹. O resultado encontrado para altura de plantas na emissão do cacho no presente estudo é superior aos 355 cm. Resultados semelhantes foram encontrados por Damato Junior et al. (2011), no município de Botucatu - SP.

A análise de regressão demonstrou que o valor máximo de circunferência do pseudocaule (126 cm) foi obtido com uma lâmina de irrigação de 2233 mm ciclo⁻¹ (Gráfico 2). Silva et al. (2004) encontraram, estudando três cvs. de bananeira, Grande Naine, FHIA 18 e Prata, efeito significativo das lâminas de água ao 0,01 de probabilidade resultando num comportamento linear apenas para a cultivar FHIA 18.

Gráfico 2 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada no ciclo na circunferência do pseudocaule das plantas na emissão do cacho da bananeira cv. Prata Anã, em Missão Velha – Ceará, 2018

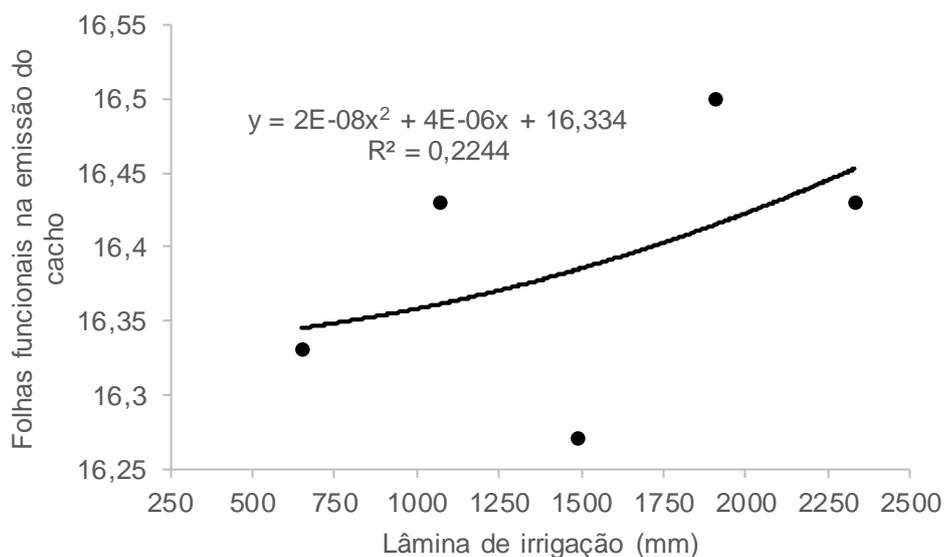


Fonte: elaborada pelo autor.

Ramos et al. (2009) obtiveram, estudando o desempenho de 13 cultivares, uma circunferência máxima de 0,76 m para a cultivar Grande Naine. Damato Junior et al. (2011), no município de Botucatu – SP, encontraram circunferência do pseudocaule de 88,50 cm para a cv Prata anã, valor inferior ao encontrado nesse estudo. A circunferência do pseudocaule está relacionada ao vigor e reflete a capacidade de sustentação do cacho, por isso quanto maior diâmetro, menor a suscetibilidade ao tombamento.

No Gráfico 3, observa-se que, os tratamentos de irrigação não influenciaram o número de folhas funcionais em plantas na emissão do cacho. Verifica-se, que a média de folhas emitidas esteve dentro do esperado para um desenvolvimento ideal, considerando a emissão de 4 a 5 folhas mensais com intervalos de 4,6 folhas por mês, confirmando as afirmações feitas por Pereira (1997).

Gráfico 3 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada no ciclo no número de folhas funcionais na emissão do cacho da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018



Fonte: elaborada pelo autor.

O experimento foi montado em um bananal de produção comercial estável, que vinha sendo irrigado normalmente com lamina de irrigação atendendo 100% da evapotranspiração da cultura, por tanto é possível que, quando as laminas foram alteradas de acordo com os tratamentos, as plantas já teriam definido os números de folhas, ou seja, iniciou-se o período de inflorescência, confirmando as afirmações feitas por Moreira (1987), segundo o qual a partir da emissão de 60% das suas folhas totais, a bananeira paralisa a produção das folhas.

5.3 Produtividade

As avaliações dos efeitos das lâminas de irrigação sobre os parâmetros produtivos, da bananeira prata anãos, em bananal estabelecido, estão descritas na Tabela 6. Os resultados da ANOVA indicam que todas as variáveis produtivas, foram influenciadas significativamente pelas lâminas de irrigação ($p \leq 0,01$).

Tabela 6 - Análise de variância do efeito de diferentes lâminas de irrigação acumuladas no ciclo sobre os parâmetros produtivos da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018

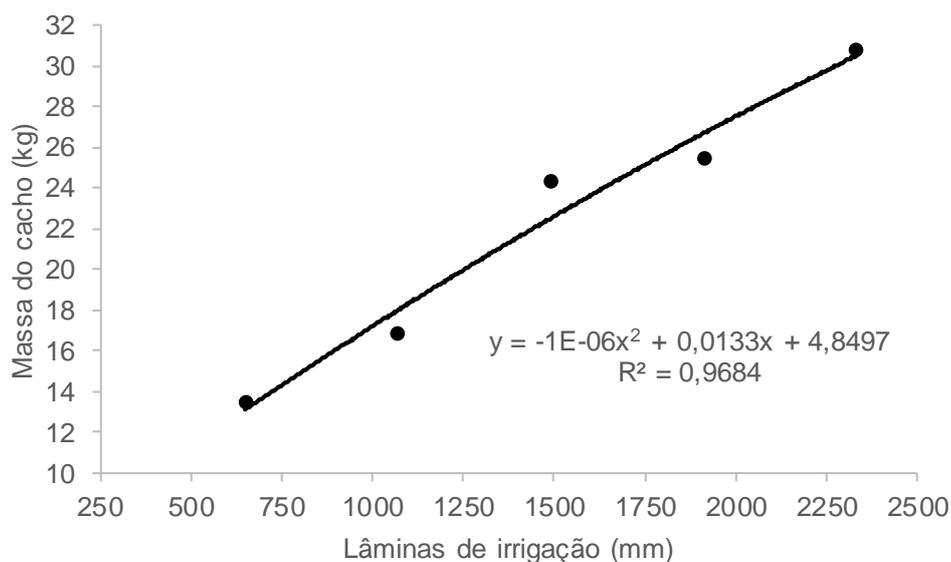
FV	GL	Teste F				
		PC	NPEN	PSP	CF	DF
Blocos	5					
Lâminas de irrigação	4	15577,84**	3,97**	557,05**	414,15**	2542,29**
Resíduo	145					
CV (%)		1,38	5,02	5,38	2,77	1,14

Legenda: FV – Fonte de variação, GL- grau de liberdade, CV – coeficiente de variação, PC – massa do cacho (kg), NPEN – número de pencas, PSP – massa da segunda penca (kg), CF – comprimento do fruto central da segunda penca (cm), DF – diâmetro do fruto central da segunda penca (mm), * - significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: elaborada pelo autor.

Quanto a massa média do cacho da bananeira (Gráfico 4), verificou-se que o maior valor (30,8 kg) foi obtido com a aplicação de uma lâmina d'água de 2333 mm no ciclo, representando o tratamento L122. Os tratamentos L100 e L78 (1.492 e 1.913 mm no ciclo, respectivamente) não apresentaram diferenças significativas, embora a análise de regressão tenha mostrado um bom ajustamento. Nota-se que houve uma melhor eficiência no uso da água no tratamento L78 em comparação com o L100, que com uma menor lâmina obteve massa média do cacho semelhante.

Gráfico 4 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada no ciclo na massa média do cacho da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018



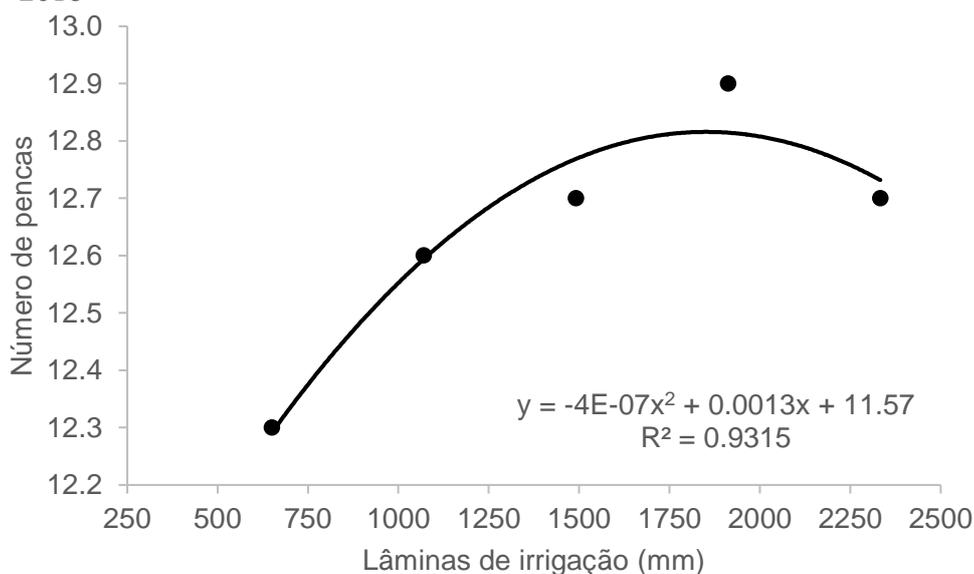
Fonte: elaborada pelo autor.

Rodrigues et al. (2002), estudando a produção da bananeira Prata Anã no

Norte de Minas Gerais, encontrou para massa do cacho valores máximos de 15,04 kg para o segundo ciclo e 20,82 kg no terceiro ciclo, valores estes muito abaixo do encontrado neste trabalho. Santos et al. (2006), estudando várias cultivares no Sudoeste Goiano entre elas a FHIA-18, FHIA-01 e FHIA-21 encontrou resultados para massa do cacho de 18,41, 20,86 e 11,43 kg, para o segundo ciclo. Damato Junior et al. (2011), no município de Botucatu-SP, estudando a cv Prata Anã, encontraram para massa média do cacho o valor máximo de 17,05 kg no terceiro ciclo, esses resultado são inferiores aos encontrados nesse estudo.

Para o parâmetro número de pencas por cacho pode-se observar que no experimento a máxima quantidade de pencas por cacho (12,9) foi obtida com a aplicação de uma lâmina d'água de 1913 mm no ciclo (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada no ciclo no número de pencas da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018

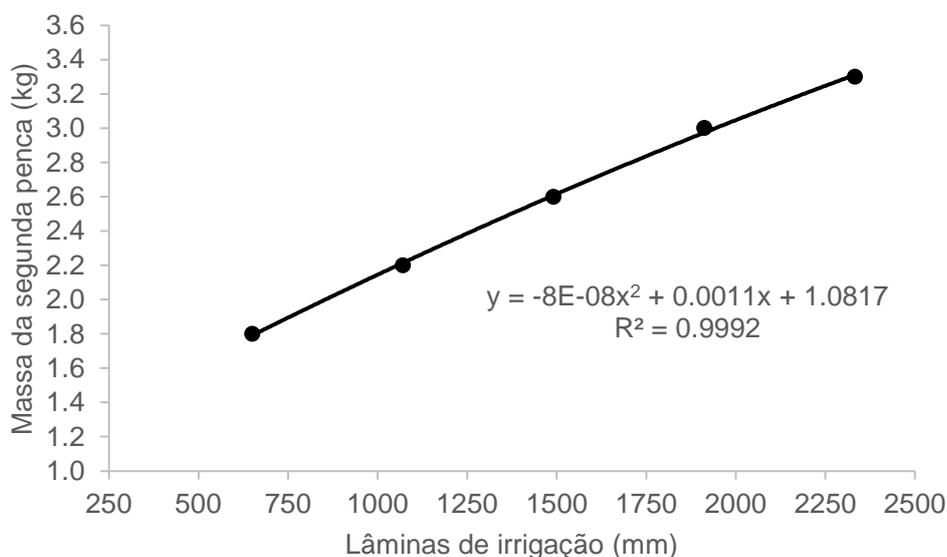


Fonte: elaborada pelo autor.

Pela análise de regressão constatou-se efeito quadrático das lâminas de irrigação sobre números de pencas. As lâminas de 1.492 mm e 2.333 mm apresentaram o mesmo número de pencas, sendo que o máximo número de pencas foi encontrado na lâmina entre essas duas representando o tratamento de 100 % da ETC. Azevedo e Bezerra (2008) estudando a cultivar Prata Anã, em Pentecoste-CE encontraram para número de pencas por cacho o valor máximo de 7,3. Para Lorena (2015) estudando a produção da bananeira BRS Tropical, no distrito Federal, encontrou para o número de pencas de banana por cacho valores máximos de 6,5 kg, valores esses inferiores deste trabalho.

Para o parâmetro massa da segunda penca, a análise de variância constatou significância (Gráfico 6). A análise de regressão mostrou comportamento linear para as lâminas de irrigação ($r^2=0,99$) e a equação $y = -8E-08x^2 + 0.0011x + 1.0817$ com a máxima massa média da segunda penca (3,30 kg), obtido com a aplicação de uma lâmina de irrigação de 1.233 mm no ciclo.

Gráfico 6 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada na massa da segunda penca da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018



Fonte: elaborada pelo autor.

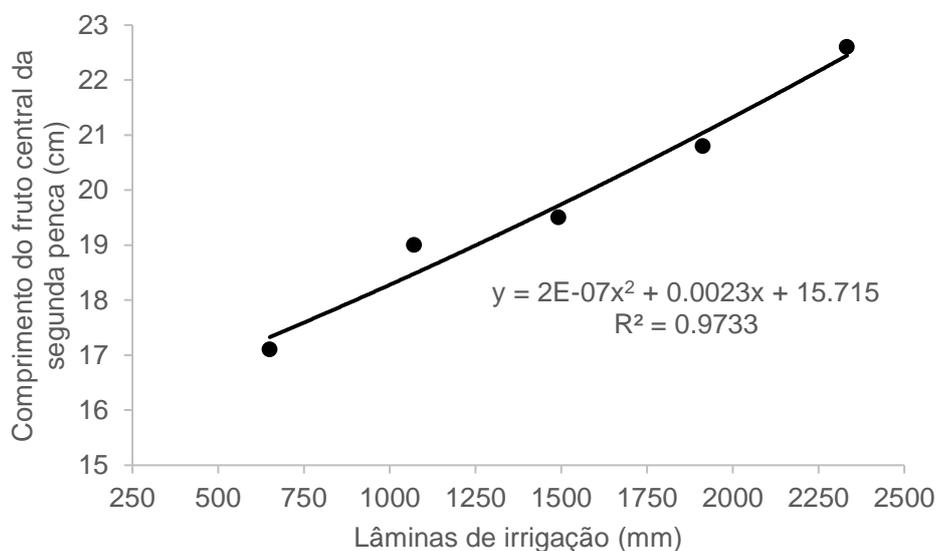
D'albuquerque Júnior et al. (2013), estudando a cultivar FHIA-18, na região semiárida do Piauí encontraram a máxima massa da segunda penca (2,53 kg) obtido com a aplicação de uma lâmina d'água de 1.209 mm no ciclo. A lâmina está muito próxima, porém o peso de cacho abaixo aos resultados encontrados neste estudo.

Referente ao comprimento e diâmetro do fruto central da segunda penca, observa-se aumento nesses parâmetros a medida que aumentou a lâmina de irrigação, demonstrando clara superioridade da lâmina de 2.333 mm acumulados no ciclo (Gráfico 7 e 8). Esses parâmetros influenciam diretamente na classificação comercial da fruta e demonstraram ser altamente responsiva a lâmina de irrigação acumulada no ciclo.

Com relação ao comprimento dos frutos, eles são superiores aos encontrados por Damato Junior et al. (2011) que obtiveram frutos da cultivar Prata Anã com comprimento de 13,36 cm. O diâmetro do fruto central da segunda penca, foi superior aos observados por Damato Junior et al. (2011) e Rodrigues et al. (2002), que obtiveram frutos com diâmetro médio de 36,29 e 32 mm, respectivamente, porém a questão de

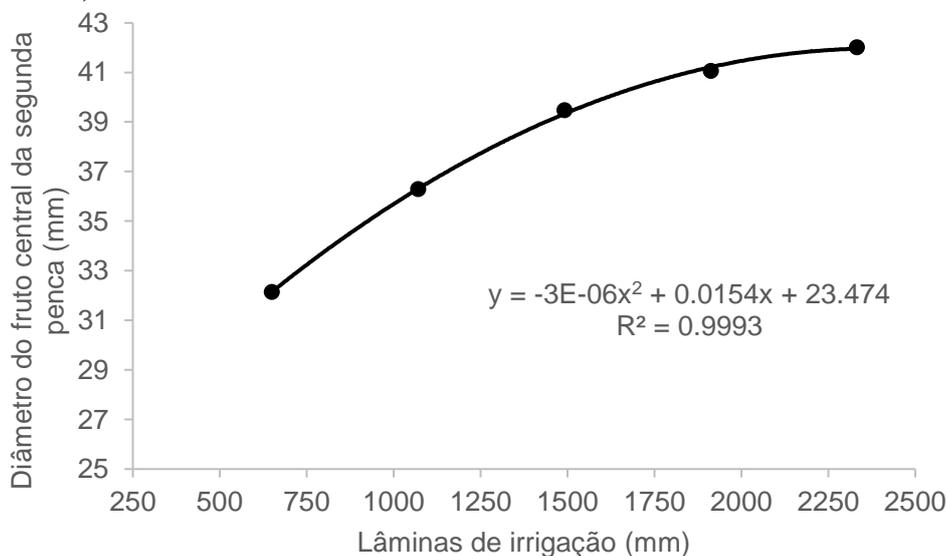
diâmetro de frutos é bastante variável, pois este é um dos fatores que determinam o ponto ideal de colheita, dependendo do destino que se pretende dar aos frutos, pois normalmente frutos para consumo local são colhidos com diâmetros maiores, enquanto frutos para serem transportados a distâncias maiores são colhidos com diâmetros menores.

Gráfico 7 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada no comprimento do fruto central da segunda penca da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018



Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 8 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada no diâmetro do fruto central da segunda penca da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018

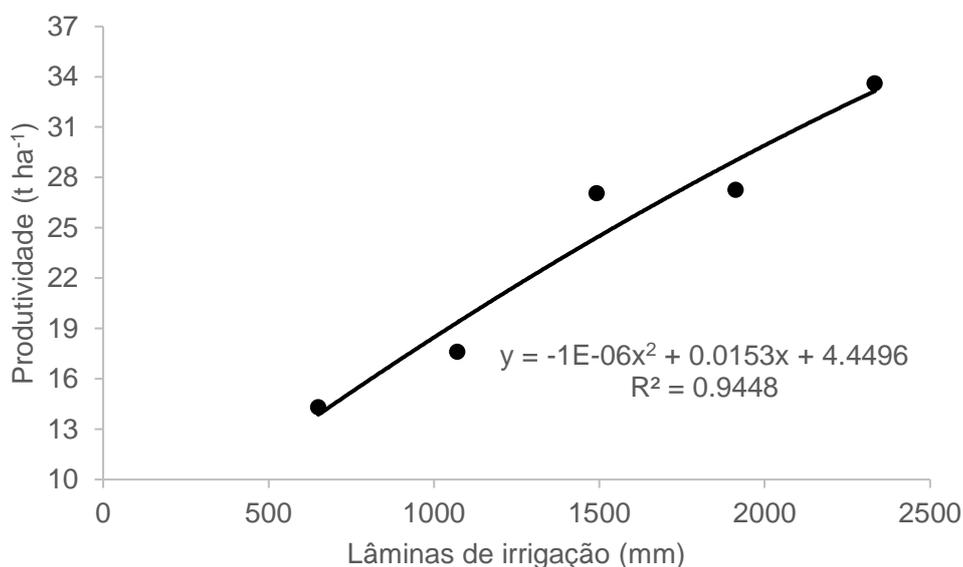


Fonte: elaborada pelo autor.

5.3.1 Produtividade em função dos tratamentos de irrigação

As produtividades variaram de 14,30 a 33,59 t ha⁻¹. Foi ajustada uma função polinomial do segundo grau para a produtividade em função das lâminas de irrigação acumuladas (Gráfico 9). A produtividade máxima foi obtida com a aplicação de 2.333 mm de água no ciclo. As lâminas acumuladas de 1.492 e 1.913 mm apresentaram produtividades semelhantes ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 6), por tanto a redução de 22% da lamina de irrigação não representou prejuízo em volume de fruta produzido por unidade de área.

Gráfico 9 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada na produtividade da bananeira cv. Prata Anã em Missa Velha – Ceará, 2018



Fonte: elaborada pelo autor.

Comparando a produtividade da água, em quilo de banana produzido por milímetro irrigado, com a produtividade em toneladas de fruta por hectare, observa-se que a lâmina acumulada de 650 mm apresentou a menor produtividade (t ha⁻¹), porém a maior produtividade da água (kg mm⁻¹), seguido pelas lâminas de 1.492, 1.071, 2.033 e 1.913 mm.

O tratamento com lâmina acumulada de 2.333 mm apresentou produtividade superior a todos os demais tratamentos, no entanto, referente a produtividade da água foi semelhante ao tratamento de lâmina de 1.913 mm. O tratamento com lâmina acumulada de 1.492 mm apresentou produtividade semelhante ao de 1.913 mm, porém produzindo 21,4% a mais de fruta para cada milímetro irrigado, o que demonstra maior eficiência no

uso da água (Tabela 8). É importante ressaltar que a produtividade obtida neste trabalho está próximo dos resultados encontrado por D'albuquerque Junior et al. (2013), estudando a cultivar FHIA-18, na região semiárida do Piauí, entretanto, Figueiredo et al. (2005), trabalhando com lâminas de água na bananeira Prata Anã, encontrou valor máximo de produtividade de 28,73 t ha⁻¹ para o tratamento correspondente a 120% da ET_o.

Tabela 8 - Produtividade e produtividade da água obtida em função das lâminas de irrigação acumuladas no ciclo em Missa Velha – Ceará, 2018

Lâminas de irrigação (mm)	Produtividade (t ha⁻¹)	Produtividade da água (kg mm⁻¹)
650	14,30 d	21,99 a
1.071	17,59 c	16,43 c
1.492	27,06 b	18,14 b
1.913	27,25 b	14,25 d
2.333	33,59 a	14,40 d
Médias	24,00	17,04
CV (%)	1,6	1,89

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte: elaborada pelo autor.

5.4 Qualidade da colheita e pós-colheita

Conforme se observa na Tabela 9, a lâmina de irrigação acumulada que apresentou maior porcentagem de frutos de primeira foi a de 2333 mm no ciclo, seguindo-se as lâminas de 1.913, 1.492, 1.071 e 650 mm, respectivamente. Observa-se que a porcentagem de fruta de descarte foi reduzida à medida que a lamina de irrigação aumentava.

Tabela 9 - Efeito da lâmina de irrigação acumulada na porcentagem de frutos de primeira, de segunda e de descarte em Missa Velha – Ceará, 2018

Lâminas de irrigação (mm)	% de frutos de primeira	% de frutos de segunda	% de frutos de descarte
650	15,97	42,18	41,85
1.071	25,50	47,34	27,16
1.492	62,12	26,45	11,43
1.913	88,53	9,48	1,99
2.333	91,48	7,96	0,56

Fonte: elaborada pelo autor.

A menor lâmina de irrigação (650 mm) apresentou mais de 40% da fruta descartada, ou seja, não apresentava classificação, comprimento e circunferência, para ser comercializada. No tratamento com lâmina de irrigação acumulada de 1.071 mm o descarte diminuiu comparado com o tratamento anterior e assim sucessivamente até chegar na lâmina acumulada de 2.333 mm no ciclo, onde menos de 1% dos frutos foram descartados.

Vale ressaltar que os frutos de descarte não são comercializados *in natura*, normalmente são enviados a fabricas de processamento e tem valor comercial muito baixo. Os frutos de segunda são comercializados, porém a 60% do valor pago por frutos de primeira qualidade, por tanto quanto maior for a porcentagem de frutos de primeira colhido maior será a renda bruta da área.

Estes resultados são superiores aos encontrados por Figueiredo (2002), que estudando o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre a produção e qualidade da banana Prata Anã no norte de Minas Gerais, encontrou 75,58% de frutos de primeira; 23,64% de segunda e 0,78% de descarte para o tratamento que acumulou 2.317 mm de lâmina de irrigação no segundo ciclo.

Observa-se na Tabela 10, que o tratamento com 2.333 mm de lâmina de irrigação acumulada apresentou, quantidades de caixas de primeira superiores àquelas dos outros tratamentos, o que influenciou a renda bruta obtida, a ser apresentado posteriormente na análise de custos.

Tabela 10 - Efeito da lâmina de irrigação acumulada na quantidade de caixas de primeira, segunda e descarte, por hectare em Missa Velha – Ceará, 2018

Lâminas de irrigação (mm)	Produtividade (t ha⁻¹)	Caixas de primeira ha⁻¹	Caixas de segunda ha⁻¹	Caixas de descarte ha⁻¹	Total de caixas ha⁻¹
650	14,30	109	287	285	681
1.071	17,59	214	397	227	838
1.492	27,06	800	341	147	1289
1.913	27,25	1149	123	26	1298
2.333	33,59	1463	127	9	1600

Fonte: elaborada pelo autor.

Para o cálculo de caixas de primeira, segunda e descarte, consideram-se as produtividades por hectare, multiplicado pela porcentagem de frutos de primeira, segunda e descarte, dividido por 21 quilos que é o peso comercial da caixa considerando a porcentagem de perda exigida.

Os resultados apresentados na Tabela 10 são superiores aos encontrados por Figueiredo (2002), que estudando o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre a produção e qualidade da banana Prata Anã no norte de Minas Gerais, encontrou 1.146 caixas de frutos de primeira; 358 caixas de segunda e 12 caixas de descarte por hectare para o tratamento que acumulou 2.317 mm de lâmina de irrigação no segundo ciclo.

As avaliações dos efeitos das lâminas de irrigação sobre os parâmetros de pós-colheita, da bananeira prata anã, em bananal estabelecido, estão descritas na Tabela 11. Os resultados da ANOVA indicam que apenas a variável Potencial Hidrogeniônico (pH) foi influenciada significativamente pelas lâminas de irrigação ($p \leq 0,05$).

Tabela 11 - Análise de variância do efeito de diferentes lâminas de irrigação acumuladas no ciclo sobre os parâmetros de pós-colheita da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018

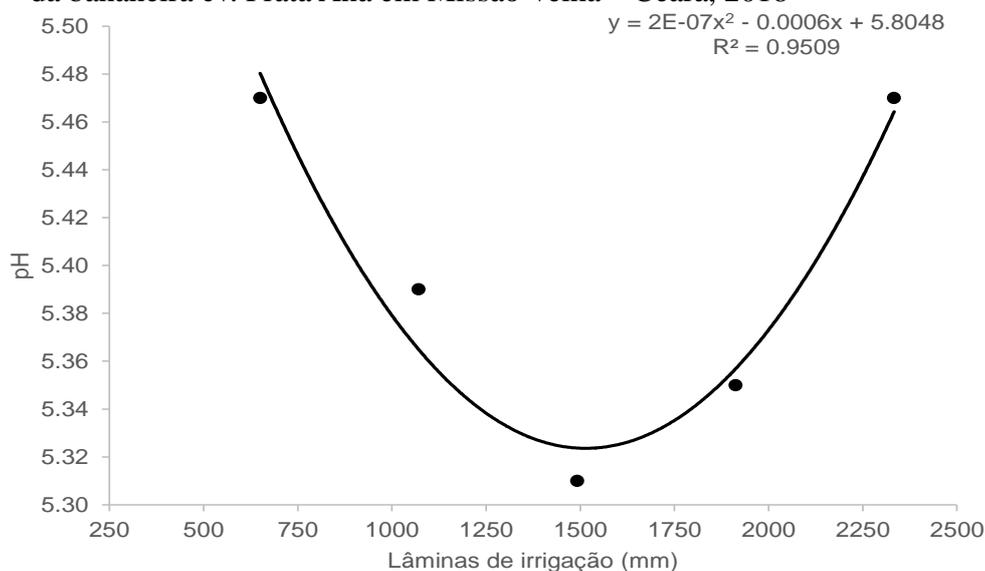
FV	GL	Teste F				
		pH	ATT	SS	Textura	Brix
Blocos	5					
Lâminas de irrigação	4	00,05	2,23 ns	0,20 ns	0,59 ns	0,29 ns
Resíduo	145					
CV (%)		31,85	39,73	3,65	1,78	10,36

Legenda: FV – Fonte de variação, GL- grau de liberdade, CV – coeficiente de variação, pH – potencial hidrogeniônico, ATT – acidez titulável total (%), SS – sólidos solúveis (%), textura (lb), * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade

Fonte: elaborada pelo autor.

Para o parâmetro pH da polpa a análise de regressão não mostrou bom ajustamento para a bananeira cv. Prata anã (Gráfico 10), com valores máximos de pH de 5,47, obtidos com a aplicação da menor e maior lâmina de irrigação acumulada 650 e 2333 mm respectivamente. Este valor é superior ao encontrado por D'albuquerque Júnior et al. (2013), que encontrou pH de 4,89 trabalhando com a cultivar PHIA-18 na região semiárida do Piauí.

Gráfico 10 – Efeito da lâmina de irrigação acumulada no pH da polpa da bananeira cv. Prata Anã em Missão Velha – Ceará, 2018



Fonte: elaborada pelo autor.

5.5 Custo da água e energia elétrica em relação à renda bruta

Para responder aos questionamentos sobre a relação entre a quantidade de água utilizada e a rentabilidade obtida, foram feitas análises de custo envolvendo a água e energia elétrica como despesas e a venda das caixas de banana como renda bruta (Tabela 12). Como a água é retirada de poços, foi considerado como custo da água, o investimento de perfuração do poço, aquisição e instalação de equipamentos, manutenção do poço, despesas com outorga.

Tabela 12 – Custo com água e energia elétrica

Custo	Qte.	Unid.	Preço*	Fonte
Água	1	mm	R\$ 0,35 ha ⁻¹	Sítio Barreiras Fruticultura Ltda
Energia elétrica	1	kWh	R\$ 0,33	Companhia energética do Ceará/ Sítio Barreiras Fruticultura Ltda
Caixa – banana de primeira	20	kg	R\$ 22,00	Sítio Barreiras Fruticultura Ltda
Caixa – banana de segunda	20	kg	R\$ 13,20	Sítio Barreiras Fruticultura Ltda

* 1,842 kWh mm⁻¹ ha⁻¹

Fonte: elaborada pelo autor.

5.5.1 Renda bruta

Na Tabela 13, observa-se, as rendas brutas obtidas em função dos tratamentos, em que, em ordem crescente, ficam as lâminas de 650; 1.071; 1.492; 1.913 e 2.333 mm de irrigação. Observa-se que as rendas brutas obtidas com as lâminas de 650 e 1.071 mm são muito baixas e não cobrem os custos de produção da empresa, estimados em aproximadamente vinte mil reais por ciclo.

Tabela 13 - Renda bruta obtida da venda das caixas de banana, em função do preço médio obtido e da classificação da fruta de cada tratamento em Missa Velha, Ceará, 2018

Lâminas de irrigação (mm)	Total de caixas ha⁻¹	Renda bruta total (R\$ ha⁻¹)
650	681	6.181,68
1.071	838	9.933,79
1.492	1.288	22.107,42
1.913	1.297	26.892,06
2.333	1.600	33.873,04

Fonte: elaborada pelo autor.

As rendas brutas obtidas refletem os resultados obtidos no desenvolvimento vegetativo e qualidade do fruto na colheita, mostrando que as maiores lâminas proporcionaram maiores produtividades com maior qualidade das pencas. No entanto, para situação de escassez de água, o tratamento com lâmina de irrigação acumulada no ciclo de 1.492 mm, demonstrou ser uma boa opção, pois permitiria manter uma maior área irrigando.

A renda bruta deste tratamento manteve a proporcionalidade de 77% da renda bruta do tratamento com 1.913 mm de irrigação acumulada no ciclo. O consumo de água de um sistema de irrigação operando para proporcionar uma lâmina acumulada de 1.492 mm representa apenas 78% do consumo para uma lâmina de 1.913 mm, portanto, para o caso de uma área estabelecida e em plena produção como foi o experimento, é economicamente mais viável adotar lâmina de 1.492 mm e manter 22% a mais de área, mesmo que, gerando renda bruta 23% a menos do que a lâmina de 1.913 mm proporcionou, visto que ao normalizar o suprimento de água a renovação da área, que precisou ser abandonada para manter a lâmina de irrigação de 1.913 mm, teria alto custo.

As análises de custos envolvendo as despesas com água e energia são apresentadas na Tabela 14, onde constam o total das irrigações, o total de kWh consumido e os preços de água e energia elétrica, em função das lâminas de irrigação. A

medida que aumentou a lâmina de irrigação, também aumentou as despesas com água e energia.

Tabela 14 - Custos totais relativos à água e energia elétrica, em função dos tratamentos de irrigação em Missa Velha, Ceará, 2018

Tratamentos	Irrigação (mm)	kWh mm⁻¹ ha⁻¹	kWh total	Energia (R\$ ha⁻¹)	Água (R\$ ha⁻¹)	Água e energia (R\$ ha⁻¹)
34% ET _c	650	1,842	1.197,76	395,26	227,59	622,85
56% ET _c	1071	1,842	1.972,78	651,02	374,85	1.025,87
78% ET _c	1492	1,842	2.747,80	906,78	522,11	1.428,89
100% ET _c	1913	1,842	3.522,83	1.162,53	669,38	1.831,91
122% ET _c	2333	1,842	4.297,85	1.418,29	816,64	2.234,93

Fonte: elaborada pelo autor.

Na Tabela 15, observa-se que todos os tratamentos proporcionaram receitas maiores que as despesas com água e energia elétrica. O saldo, ou seja, as receitas menos as despesas aumentaram a medida que a lâmina de irrigação aumentou.

Verifica-se que os resultados obtidos por Figueiredo (2002) foram bem inferiores aos resultados encontrados neste trabalho, no entanto, vale ressaltar que água deste trabalho, precisava ser bombeada do poço para um reservatório para posteriormente serem pressurizadas no sistema de irrigação por um segundo bombeamento.

Tabela 15 - Receitas e despesas com água e energia, e a participação das despesas com água e energia elétrica nas rendas brutas totais, para cada tratamento de irrigação

Tratamentos	Receitas (R\$ ha⁻¹)	Despesas (R\$ ha⁻¹)	Saldo (R\$ ha⁻¹)	P (%)
34% ET _c	8.173,04	622,85	7.550,20	8,25
56% ET _c	13.214,18	1.025,87	12.188,31	8,42
78% ET _c	29.249,96	1.428,89	27.821,08	5,14
100% ET _c	37.803,85	1.831,91	35.971,94	5,09
122% ET _c	47.092,10	2.234,93	44.857,18	4,98

Legenda: P- Porcentagem de participação da água e energia na renda bruta

Fonte: elaborada pelo autor.

As porcentagens de participação das despesas com água e energia elétrica na renda bruta atingiram valores mais altos para os tratamentos com lâminas de 650 e 1.071 mm de irrigação acumulada no ciclo. Essa porcentagem se demonstrou inversamente proporcional a lâmina de irrigação.

Comparando a lâmina de 1.492 mm com a de 1.913 mm, observa-se que as porcentagens de participação das despesas com água e energia elétrica na renda bruta, são

muito próximas, ressaltando que o primeiro tratamento é uma opção viável, para situações de escassez de água, em bananais estabelecidos e em plena produção.

De acordo com resultados apresentados na Tabela 12, a lâmina de 2.333 mm destaca-se como melhor tratamento de irrigação, proporcionando ao agricultor uma maior produtividade, com menores custos relativos à água e energia elétrica, porém deve ser adotado somente em regiões onde o recurso água não é limitado. Para regiões semiáridas onde há escassez e racionamento de água a lâmina acumulada no ciclo de 1.492 mm é uma opção viável economicamente para produzir banana prata anã durante o período crítico de fornecimento de água.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

Aplicar lâmina de irrigação de 1.492 mm acumulados no ciclo é uma opção viável economicamente, para situações de escassez de água, em bananais de prata anã estabelecidos.

O tratamento correspondente à lâmina de 2.333 mm, nas condições em que foi realizado o trabalho, proporcionou produtividade superior aos demais tratamentos estudados.

As lâminas de irrigação não influenciaram a qualidade dos frutos na pós-colheita, porém afetaram a qualidade dos frutos na colheita.

A participação da água e energia na renda bruta reduziu com o aumento da lâmina de irrigação.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília, DF: Embrapa – SPI / Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF. 2. ed revisada. 1999.
- ALVES, E. J.; OLIVEIRA, M. A.; DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, S. L. Exigências climáticas. **In:** ALVES, E. J. (Org.). *A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais*. 2.ed. rev. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa- CNPMF, 1999. p. 35-46.
- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p.1214-1231, 2013. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452013000400033&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 set. 2018.
- AZEVEDO, José Humberto Oliveira de; BEZERRA, Francisco Marcus Lima. Respostas de dois cultivares de bananeira a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Ciência Agrônoma**, v.39, n. 1, p.28-33, 2008.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 7.ed. Viçosa: UFV/imprensa Universitária, 2008. 657 p.
- BLEIROTH. E. W.; COOPER, C. E. B. Estudos sobre o armazenamento e maturação da banana. **Coletânea do Instituto de Tecnologia dos Alimentos**, v.5, n.3, p. 63-80, 1974.
- VILA BOAS, E. V. B.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Modificações pós-colheita de banana ‘Prata’ y-Irradiada. **Pesquisa Agrotécnica Brasileira**, v. 31, n.9, p. 599-607, 1996. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4526/1812>>. Acesso em: 01 nov. 2016.
- BORGES, A. L. E SOUZA, L. da S. **O Cultivo da Bananeira**. Cruz das Almas - BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 279p. 2004.
- BRALTS, V. F. Field performance and evaluation. **In:** NAKAYAMA, F. S., BUCKS, D. A. (Eds.) **Trickle irrigation for crop production**, Amsterdam, Elsevier, 1986.p.216-240. (Development in agricultural engineering, 9).
- BRALTS, V. F., EDWARD, D. M., WU, I. P. Drip irrigation design and evaluation based on statistical uniformity concept. **In:** HILLEL, D. (ED.). *Advances in irrigation*. Orlando: Academic, 1987.v.4, p.67-117.
- CARVALHO, V. D. de.; PÁDUA, T. Relação entre a classificação física da banana ‘prata’ e os componentes físicos e químicos dos frutos, responsáveis por sua qualidade. **In:** EMPRESA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. *Projeto fruticultura: relatório anual 74/77*. Belo Horizonte, p.71-75, 1984.

CLIMA: MISSÃO VELHA. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/42438/>>. Acesso em: 12 out. 2016.

CHARLES, R. J.; TUNG, M. A. Physical, rheological and chemical properties of bananas during ripening. **Journal Food Science**, v.3, n.38, p.456-459, 1973. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1973.tb01453.x>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

CORDEIRO, Z. J. M. C. **Cultivo da banana para o Projeto Formoso**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistema de Produção, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaFormoso/irrigacao.htm>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

D'ALBUQUERQUE JÚNIOR, B. S.; GOMES, E. R.; SOUZA, V. F.; SOUZA, A. P. Necessidade hídrica de irrigação da bananeira cv. FHIA-18 na região semiárida do Piauí. **Irriga**, v.18, n. 4, p.756-767, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.15809/irriga.2013v18n4p756>>. Acesso em: 10 out. 2017.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILAS BÔAS, R. L.; LEONEL, S.; NOMURA, Edson Shigueaki; FUZITANI, Eduardo Jun. Crescimento e produção de bananeira prata-anã adubada com composto orgânico durante cinco safras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n. esp, p.713-721, 2011. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500100>>. Acesso em: 10 out. 2017.

DANTAS, A. C. V. L., DANTAS, J. L. L., ALVES, E. J. Estrutura da planta. **In:** ALVES, E. J. (org.) A Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 47-60. 1999a.

DANTAS, J. L. L., SHEPHERD, K., SILVA, S. O. E, SOARES FILHO, W. S. Classificação botânica, origem, evolução e distribuição geográfica. **In:** Alves, E. J. (org.) A Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 27-34. 1999b.

DELFINO, A.; LETA, F. R.; GOMES, J. F. S.; COSTA, P. B. (2010) Caracterização da Escala de Maturação de Bananas Utilizando Técnicas de Processamento e Análise de Imagens Digitais. **In:** VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Campina Grande, Paraíba, Brasil. Disponível em: <<http://www.abcm.org.br/anais/conem/2010/PDF/CON10-1830.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução por Damasceno, J. F. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2012. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 25 jul. 2016.

FIGUEIREDO, F. P. de. **Efeitos de diferentes lâminas de água sobre a produção e qualidade da banana 'Prata anã' cultivada no Norte de Minas Gerais**. 2002. 137p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

FIGUEIREDO, F. P.; OLIVEIRA, F. G.; MAIA, V. M.; COSTA, L. C. Influência da

lâmina de irrigação sobre a eficiência energética de água e produtividade da bananeira ‘Prata Anã’. **Revista Brasileira Agrometeorologia**, v.13, n. 2, p.53-58, 2005. Disponível em: <<http://www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/1448.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

FIGUEIREDO, M. G.; FRIZZONE, J. A.; PITELLI, M. M.; REZENDE, R. Lâmina ótima de irrigação do feijoeiro, com restrição de água, em função do nível de aversão ao risco do produtor. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.30, n. 3, p.81-87, 2008. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v30i1.1135>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

FRIZZONE, J. A. Otimização do uso da água na agricultura irrigada: perspectivas e desafios. **Engenharia Rural**, v.15, n. 4, p.37-56, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. FRUTAS E DERIVADOS. Ano 3, edição n° 09 (março de 2008). Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/todafruta>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.sidraibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

KELLER, J.; KARMELL, D. **Trickle irrigation design**. Glendora – CA: Rain Bird Manufacturing, 1974. 133p.

LICHTEMBERG, L.A; LICHTEMBERG, P.DOS. S.F. (2011) Avanços na Bananicultura Brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. especial, E029-036.
Manica, I. (1997) Fruticultura tropical 4: *Banana*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 485p.

LOESECKE, H. W. **Bananas, chemistry, physiology, technology**. New York: INTERCIENCE, 1950. 189p.

LOPEZ, J.; ABREU, J. M. H. Relaciones água-suelo-planta-atmósfera: necesidades hídricas de los cultivos. **Anais...CURSO INTERNACIONAL DE RIEGO LOCALIZADO**, 2. Ilhas Canárias: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, p.280-349, 1991.

LORENA, D. R. **Produtividade e qualidade de bananas das cultivares ‘Grand Naine’ e ‘BRS Tropical’ em função de irrigação e adubação na região do Distrito Federal**. 2015, 118p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília.

MAHOUACHI, J. Changes in nutrient concentrations and leaf gas exchange parameters in banana plantlets under gradual oil moisture depletion. **Scientia Horticulturae**, v. 120, n.2, p. 466-469, 2009. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093127298/>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

MANICA, I. **Fruticultura Tropical. 4: banana**. Porto Alegre: Cinco Continente, 1997. 485p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação - Princípios e Métodos**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. v. 1, p 355.

MERRIAN, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: A guide for management.** Logan, Utah State University. Department of Agricultural and Irrigation Engineering, 1978. 271p.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo.** Campinas: Fundação Cargill, 335p. 1987.

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 Ambiental.** v.17, n.10, p.1038-1046, 2017. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001000003>>. Acesso em: 25 jul. 2018

OLIVEIRA, L. O. Irrigação. **In: Banana para exportação: aspectos técnicos da produção,** Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995, p.36-43 (Série Publicações Técnicas Frupep, 18).

OLIVEIRA, S. Irrigação e Fertirrigação. **In: ZILTON, J. M. C. (Org.). Banana. Produção: aspectos técnicos.** 1ed. Brasília, DF: Embrapa, 2000, v. 1, p. 60-73.

OLIVEIRA, S. L. Irrigação. **In: Alves, E. J. A cultura da banana: Aspectos técnicos socioeconômicos e agroindustriais.** Brasília: Embrapa produção e informação, 1997. p. 317 – 334.

PEREIRA, M. C. T. **Crescimento e produção de primeiro ciclo da bananeira (*Musa spp.*) ‘Prata anã’ (AAB) em sete espaçamentos, em Jaíba e Visconde do Rio Branco (MG).** 1997, 56p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PIZARRO, C. F. **Riegos localizados de alta frecuencia.** Madri: Mundi-prensa, 1987. 461 p.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; MISCHAN, M. M.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Avaliação de genótipos de bananeira em Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v.31, n.2, p.1092-1101, 2009. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000400024>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

RAMOS, H. M. M.; BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MAROUELLI, W. A. Estratégias ótimas de irrigação do feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 47, n. 4, p. 576-583, 2012. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/926625/1/47n04a14.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

RATKE, R. F.; SANTOS, S. C.; PEREIRA, H. S.; SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C. Desenvolvimento e produção de bananeiras Thap Maeo e Prata-Anã com diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v. 34, n.1, p.277-288. 2012. Disponível em:< <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000100037>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

RODRIGUES, F. E.; NETO, M. A. **Normas de qualidade e processo de embalagem**

para Banana 'Prata' (Musa spp AAB 'Prata') in natura, para o norte de Minas Gerais/Brasil. ABANORTE. 51p. 1999

RODRIGUES, M. G. V.; SOUTO, R. F.; JOÃO L. P. M. Efeito da poda da última penca do cacho da bananeira prata Anã (aab) irrigada na produção de frutos no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n. 2, p.108-110, 2002.

RODRIGUES, M. G. V.; SOUTO, R. F.; MENEGUCCI, J. L. P. Influência do ensacamento do cacho na produção de frutos da bananeira 'Prata-anã' irrigada, na região norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3, p.559-562, 2001.

ROSSIGNOLI, P. A. **Atmosfera modificada por filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação de banana "prata" em condições ambientais**. 1983. 81p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTOS, S. C.; CARNEIRO, L. C.; SILVEIRA NETO, A. N. DA, PANIAGO JÚNIOR, E.; FREITAS, H. G. DE, PEIXOTO, C. N. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares de bananeira resistente a sigatoka negra (*mycos phaerella fijiensis morelet*) no Sudoeste Goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n. 2, p.449-453, 2006.

SIMÃO, S. Bananeira. **In: Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, p. 327- 381. 1998.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article.../5E859646081...>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

SILVA, J. T. A.; PEREIRA, R. D.; SILVA, I. P.; OLIVEIRA, P. M. Produção da bananeira 'Prata anã'(AAB) em função de diferentes doses e fontes de potássio. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 817-822, 2011. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000600020>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 152-155, 2003. Disponível em:< <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000100042>>. Acesso em: 22 ago. 2017.

SILVA, L. B.; NASCIMENTO, J. L. do; NAVES, R. V.; FERREIRA, P. H. Comportamento vegetativo de cultivares de banana sob diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n. 4, p.93-98, 2004. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2331/2298>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

SIMMONDS, N.W.; SHEPHERD, K. **Los plátanos**. Barcelona: Blume, 539p. 1973.

SIMMONDS, N.W., SHEPHERD, K. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. **The Journal of the Linnean Society of London**, v.55, n.302, p.302-312, 1955. Disponível em:< <https://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/.../j.1095->

8339.1955.tb00015>. Acesso em: 12 nov. 2016.

SMAJSTRLA, A. G.; ZAZUETA, F. S. Simulation of irrigation requirements of Flórida Agronomic crops. **Soil and Crop Science**, v. 47; n. 5, p. 78-82, 1998. Disponível em: <<http://www.agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US8862404>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos; cultivo e comercializacion**. 2. ed. San José, Costa Rica: Litografia e Imprensa LIL, 1992. 674 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 774p.

WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, D.; MCGLASSON, W. D.; HALL, E. G. **Post harvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. London: AVI, 163p. 1981.

WU, L. P.; GITLIN, H. M. Hydraulics and uniformity of drip irrigation. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, v.99, n.3, p.157-168, 1974. Disponível em: <<http://www.cedb.asce.org/CEDBsearch/record.jsp?dockey=0020689>>. Acesso em: 03 ago. 2018.