

MARIA IVANÍSIA DE SENA DA SILVA

FERTIRRIGAÇÃO EM DIFERENTES CICLOS DA CULTURA DA BANANEIRA

MOSSORÓ-RN

2009

MARIA IVANÍSIA DE SENA DA SILVA

FERTIRRIGAÇÃO EM DIFERENTES CICLOS DA CULTURA DA BANANEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

ORIENTADOR: Prof. DSc. Roberto Vieira Pordeus

MOSSORÓ-RN
2009

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

S586f Silva, Maria Ivanísia de Sena da.

Fertirrigação em diferentes ciclos da cultura da bananeira. /
Maria Ivanísia de Sena da Silva. -- Mossoró, 2009.
106f.: il.

Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido.
Orientador: Prof^o. Dr. Sc. Roberto Vieira Pordeus.

1.Pacovan Apodi. 2.Manejo de Irrigação. 3.Adubação. 4.
Produtividade. I.Título.

CDD: 635.611

Bibliotecária: Marilene S. de Araújo
CRB/5 1033

MARIA IVANÍSIA DE SENA DA SILVA

FERTIRRIGAÇÃO EM DIFERENTES CICLOS DA CULTURA DA BANANEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

APROVADA EM: 01/10/2009

Prof. D.Sc. Gleidson Vieira Marques - UFERSA
Conselheiro

Prof. D.Sc. Solerne Caminha Costa - IFCE
Conselheiro

Prof. D.Sc. Roberto Vieira Pordeus - UFERSA
Orientador

Ao Senhor Deus,

Por ter-me guiado em todos os momentos da minha vida
dando esperanças de dias melhores e a cada fracasso forcas
para levantar e seguir destino;

Aos meus Pais Maria de Sena e (Germano Fernandes da
Silva in memoriam),

Por servirem de apoio, exemplo, coragem e dedicação nessa
caminhada;

À minha família,

Pelo estímulo, amor e compreensão.

À minha irmã Maria José de Sena da Silva (in memoriam) e
a cunhada Sandra Helena (in memoriam) que permanecerão
inesquecíveis em toda minha existência.

Dedico

À minha amada família, pelo estímulo,
apoio e incentivo nas horas que mais
necessitei de ajuda.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força maior e razão de minha existência; e pela luz que guia a cada dia minha caminhada.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela oportunidade ensejada para a ampliação de meus conhecimentos.

Ao Professor Ph.D. Antônio Amauri Oriá Fernandes, pela oportunidade que me concedeu para ascensão de meus conhecimentos profissional.

Ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC) – Centro Vocacional Tecnológico (CVTEC – Aracati), pelo incentivo, apoio e contribuição para este trabalho.

Ao apoio da NETAFIM, na pessoa de Adolfo Moura, pela valiosa contribuição para realizar essa pesquisa de campo.

Ao apoio e financiamento na pessoa de João Teixeira Júnior da fazenda FRUTACOR, Limoeiro do Norte, Ceará. E, principalmente, a todos colaboradores que formam sua grande equipe.

Ao Professor Roberto Vieira Pordeus, pelo incentivo e apoio, pelos ensinamentos transmitidos e pela dedicação no planejamento, execução e orientação dos trabalhos.

Ao Professor Solerne Caminha Costa, pelas sugestões e contribuições para a elaboração desta dissertação.

Ao Professor Gleidson Vieira Marques, pelas contribuições e ajuda na conclusão deste trabalho.

À minha amiga Andréia de Araújo Freitas Barroso pela sua colaboração, amizade e apoio para que concluísse esse trabalho.

À minha amiga Maria da Conceição Nogueira de Melo e família pela imensa ajuda por me acolher em seu lar, carinho e colaboração para a finalização dos trabalhos experimentais.

Aos meus colegas de Pós-graduação da UFERSA, a Talyana Kadja de Melo, Paulo Sérgio, Antonio Dias, Gilberto, Gelvanizélio, Alisson e Francisco de Assis Oliveira pela amizade, dedicação, companheirismo durante todo o período do curso.

E a todos aqueles que contribuíram para o desenvolvimento e valorização deste trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

SILVA, Maria Ivanísia de Sena da. **Fertirrigação em diferentes ciclos da cultura da bananeira**. 2009. 106f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

O cultivo da banana cultivadas na FAPIJA – Federação das Associações do Projeto Irrigado Jaguaribe – Apodi, situa-se na região Nordeste do Estado, na chapada do Apodi, município de Limoeiro do Norte – CE tem evoluído seu padrão de qualidade e nível tecnológico dos cultivos irrigados da bananeira. Nesta região se destaca como as variedades de banana Pacovan, Prata, Willans, Maça, Grand Nine e Terrinha, respectivamente em maiores quantidades de áreas plantadas em todo o município. No entanto, no fator manejo necessitam de pesquisas mais precisas para otimização do uso da água e fertilizantes. Este trabalho tem o objetivo de avaliar os diferentes níveis de irrigação e doses de potássio na produção em quatro ciclos de cultivo e determinar a evapotranspiração em método direto através do lisímetro de drenagem, na Fazenda FRUTACOR, no período de 20/03/2008 a 14/04/2009, localizada dentro do Distrito de Irrigação Jaguaribe – Apodi (DIJA), situada no município de Limoeiro do Norte no Estado do Ceará, cujas coordenadas geográficas são 5°06'38" de latitude sul, 37°52'21" de longitude a oeste de Greenwich e altitude de 143 m. O delineamento experimental foi feito em blocos ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas com 03 (três) repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de 05 (cinco) lâminas de irrigação ($L_1 = 50\%$, $L_2 = 75\%$, $L_3 = 100\%$, $L_4 = 125\%$ e $L_5 = 150\%$) da evapotranspiração da cultura, 04 doses de potássio ($K_1 = 0\%$, $K_2 = 60\%$, $K_3 = 140\%$ e $K_4 = 200\%$ do K indicado pela análise de solo, kg ha^{-1}). A evapotranspiração de referência foi determinada pela equação Penman-Monteith-FAO no programa REF ET com dados coletados no período de 20 de março de 2008 a 06 de janeiro de 2009 da estação meteorológica instalada na área de produção da fazenda FRUTACOR. As fertirrigações foram feitas semanalmente por um injetor tipo Venturi com vazão de 5 L min^{-1} que injetava os adubos na água de irrigação. A Fertirrigação alterou o Número de frutos por cacho, Número de pencas, Peso da Penca Central, Diâmetro do fruto e comprimento do fruto, no entanto, não influenciou as características do Peso do cacho, Número de Penca por Cacho, °Brix e Potássio no fruto. As características diferenciam de um ciclo para outro, evidenciando uma mudança no padrão de produção. O manejo adequado na cultura da bananeira deve ser recomendado quando se avalia diferentes ciclos de produção. Dentre os fatores analisados a melhor combinação foi L_3K_2 , a lâmina de irrigação é L_3 (100% da ETc) e a adubação de potássio K_2 (60 %).

Palavras-chave: Pacovan Apodi. Manejo de irrigação. Adubação. Produtividade.

ABSTRACT

SILVA, Maria Ivanísia de Sena da. **Fertigation in different cycles of banana plantations.** 2009. 106f. Dissertation (Máster of Science in Irrigation and Drainage) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

The cultivation of bananas in FAPIJA-Federation of Producers Project Jaguaribe-Tableland, located in the northeastern state in Apodi Plateau, municipality of Limoeiro North - CE has evolved its quality standard and technological level of irrigated banana. This region stands out as the varieties of banana Pacovan, Silver, Willans, Apple, Nine and Grand Terrinha, respectively, in greater amounts of planted areas throughout the municipality. However, factor in the management need more detailed research to optimize the use of water and fertilizer through the irrigation management and fertilization techniques and useful information economically viable for banana growers in the region on irrigated cultivation of banana. This work was encouraged in order to evaluate the influence of different irrigation levels and potassium levels in vegetative development, production and detect chemical effects on leaf and fruit, under irrigation with a flow rate of 2.3 L h^{-1} and pressure of 2.0 bar during the fourth cycle of cultivation of banana cv. Pacovan Tableland. Also consisted in identifying the efficiency of irrigation, diagnose the irrigation and the application of potassium which obtained the highest yield in production. The experiment was conducted for determining evapotranspiration by the direct method in the lysimeter drainage at the farm FRUTACOR the period, 20/03/2008 to 14/04/2009, located within the Irrigation District Jaguaribe - Tableland (DIJA), located in City of North Limoeiro the State of Ceará, whose geographical coordinates are $50^{\circ}06'38''$ south latitude, $37^{\circ}52'21''$ longitude west of Greenwich and altitude of 143 m. The experiment was done in randomized blocks arranged at random with plots and 03 (three) repetitions. The treatments were combinations of 05 (five) irrigation ($50\% = L_1$, $L_2 = 75\%$, $L_3 = 100\%$, $L_4 = 125\%$ and $L_5 = 150\%$) of crop evapotranspiration, 04 potassium ($K_1 = 0\%$, $K_2 = 60\%$, $K_3 = 140\%$ and $K_4 = 200\%$ K indicated by the analysis of soil (kg ha^{-1}). The reference evapotranspiration was determined by the Penman-Monteith-FAO program REF ET with data collected between March 20, 2008 to 06th 2009 From meteorological station installed in the area of the farm FRUTACOR. The fertigation was assessed weekly by a Venturi type injector with a flow rate of 5 L min^{-1} who used fertilizers in irrigation water. The values of Kc average initial phase, intermediate and final were 0.87, 1.01 and 0.88 respectively. The dependent variables evaluated for the 1, 2, 3 and 4 production cycles of the culture of banana cv. Pacovan Apodi for interaction irrigation and potassium levels, the number of fruit in the bunch, the number of hands, the weight of the bunch center, the fruit diameter and length of the fruit differed significantly (prob. <0.01) Interaction in Lamina versus potassium. The best treatments for the variables identified NFC and the NP L_4K_4 in the PPC L_5K_4 in the DF and CF L_3K_2 the L_5K_4 . Aspects of quality of bananas: Total Soluble Solids and Concentration of potassium in the fruit were not positively affected by the interaction treatments versus Lamina Potassium for the mean values of four cycles.

Keywords: Pacovan Tableland. Management of irrigation. Fertilization. Productivity

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Quantidades totais de nutrientes absorvidas (AB) e exportadas pelo cacho (EX) por diferentes genótipos de bananeira (kg ha^{-1}) e (g ha^{-1}).....	30
TABELA 2	Coeficientes de cultura (K_c) para a cultura da bananeira nos diferentes meses pós-plantio.....	38
TABELA 3	Características físicas do solo da área experimental antes do plantio, nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm, na região da chapada do Apodi, Limoeiro do Norte-Ceará.....	45
TABELA 4	Características químicas do solo da área experimental antes do plantio, nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm, na região da chapada do Apodi, Limoeiro do Norte-Ceará.....	45
TABELA 5	Fertirrigação nas fases de crescimento e produção da bananeira pacovan Apodi.....	57
TABELA 6	Volumes de água e tempo de avanço do adubo em cada tratamento.....	58
TABELA 7	Dados médios mensais de Temperatura do Ar Máxima e Mínima, Radiação Solar Líquida Velocidade do Vento, Umidade Relativa e média dos meses. Obtidos da Estação Meteorológica Campbell CR23x da área Experimental da FRUTACOR/ DIJA - Limoeiro do Norte / CE. 2008, 2009.....	74
TABELA 8	Análise de variância do Peso do Cacho (PC); Número de Frutos no Cacho (NFC); Número de Pencas (NP); Peso da Penca Central (PPC); Número de Frutos na Penca Central (NFPC); Diâmetro do Fruto (DF); Comprimento do Fruto (CF); Sólidos Solúveis Totais (SST) ou °Brix (GB) e Potássio no Fruto (K).....	80
TABELA 9	Médias do Peso do Cacho (PC); Número de Frutos no Cacho (NFC); Número de Pencas (NP); Peso da Penca Central (PPC); Número de Frutos na Penca Central (NFPC); Diâmetro do Fruto (DF); Comprimento do Fruto (CF); Sólidos Solúveis Totais (SST) ou °Brix (GB) e Potássio no Fruto (K).....	81

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Bananeira Pacovan Apodi da área experimental, Fazenda FRUTACOR.....	22
FIGURA 2	Folha adulta compreende, pecíolo, nervuras e semi-limbo foliar.....	25
FIGURA 3	Inflorescência também chamada de espiga simples em (A) e Cacho e frutos (pencas) de uma bananeira Pacovan Apodi em (B), Fazenda FRUTACOR....	27
FIGURA 4	Mudas de bananeira em pequena bandeja de isopor (A) e viveiro com mudas em sacos plásticos sendo aclimatizadas na fazenda Frutacor (B).....	46
FIGURA 5	Lisímetro de drenagem uma caixa de fibra de vidro com capacidade de 3.000 litros situado no lado direito da área experimental (Ld ₂).....	47
FIGURA 6	Layout da área experimental da cultura da bananeira cv. Pacovan Apodi demonstrando toda a vista superior da área com detalhes e suas respectivas posições (BARROSO, 2009).....	49
FIGURA 7	Estação coletora dos dois lisímetros de drenagem e pontos de coleta da água drenada, Limoeiro do Norte, Fazenda FRUTACOR.....	50
FIGURA 8	Esquema da área experimental com detalhes após casualização das lâminas de irrigação e doses de potássio, Limoeiro do Norte, Fazenda FRUTACOR..	51
FIGURA 9	Detalhamento de uma parcela experimental com 03 repetições para um dos níveis de irrigação e adubação, Limoeiro do Norte, Fazenda FRUTACOR....	52
FIGURA 10	Carroções para transportar os cachos dentro da fazenda (A), cachos para venda sendo despalmados (B) e caixa com um único cacho demonstrando a penca central com a fita de identificação com o tratamento e repetição (C)....	56
FIGURA 11	Calda (solução) feita com fertilizantes e água.....	59
FIGURA 12	O injetor tipo Venturi para aplicação da solução (A), linha lateral ou fita de polietileno com o emissor conectado a linha (B) e gotejador desmontado com visualização do labirinto e do diafragma (C).....	60
FIGURA 13	Planta escolhida para fazer a fenologia todo começo do mês onde à fita preta identifica a última folha contada na última contagem.....	65
FIGURA 14	Abertura de todas as pencas de bananas e prontas para serem contadas por estarem ainda magras (com espaço entre os dedos).....	66
FIGURA 15	Uma fita é colocada sem identificação no final do cacho (A) e uma outra fita inserida na penca central do cacho de banana (B).....	67

FIGURA 16	Cacho de bananas Pacovan Apodi despalmados e colocado em uma caixa de plástico grande de 50 quilos para ser pesado em uma balança digital.....	67
FIGURA 17	Monitoramento feito na penca central de cada cacho: pesagem da penca central (A), medidas do comprimento nas duas bananas centrais utilizando uma fita métrica (B) e o diâmetro medido através de um paquímetro digital (C).....	68
FIGURA 18	O ponto ideal com as três pencas com as flores femininas descobertas (A); a folha onde se retirou 10 cm da parte interna mediana do limbo de cada lado da folha, deixando somente a nervura central e detalhes do local correto para a coleta da análise foliar (C).....	69
FIGURA 19	Refratômetro de bancada 0 – 32 °Brix do IFCE – Campus de Limoeiro do Norte.....	71
FIGURA 20	Peagâmetro e vidraria utilizada nas leituras (A) e fazendo a leitura de pH e temperatura na solução (B).....	71
FIGURA 21	Vidrarias usadas e solução para titular (A) e depois de feita a titulação até a obtenção da coloração rósea no fruto de bananeira cv. Pacovan Apodi (B)....	72
FIGURA 22	Câmara de maturação e penca média com a fita de identificação (A), processo de seleção das bananas (B) e as bananas já selecionadas em saco de papel devidamente identificado com seu tratamento e repetição (C).....	73
FIGURA 23	Níveis de água consumida (ETc) pelas médias dos dois lisímetros das duas plantas da bananeira Pacovan Apodi – SH3640, na fazenda FRUTACOR.....	76
FIGURA 24	Curva dos dados comparativos entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração de referência da bananeira cv. Pacovan Apodi no 4º ciclo de produção no período de março de 2008 a janeiro de 2009.....	77
FIGURA 25	Curva de coeficiente de cultura (Kc) da bananeira pacovan apodi (SH3640) no 4º ciclo de cultivo.....	78
FIGURA 26	Valores mensais das lâminas aplicadas na irrigação nos diferentes tratamentos manejados no 4º ciclo de produção.....	79
FIGURA 27	Interação Lamina versus Potássio Número de Frutos no Cacho (NFC).....	84
FIGURA 28	Interação Lâmina versus Potássio Número de Pencas (NP).....	85
FIGURA 29	Interação Lâmina versus Potássio Peso da Penca Central (PPC).....	86
FIGURA 30	Interação Lamina versus Potássio Diâmetro do Fruto (DF).....	88
FIGURA 31	Interação Lâminas versus Potássio Comprimento do Fruto (CF).....	89

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.

Δ	Declive da Curva de Pressão de Vapor
γ	Constante Psicrométrica
(ea-ed).....	Défice da Pressão de Vapor Medido a 2 m de Altura
ΔL_1	Diferença entre a Entrada e Saída de Água no Lisímetro 1
ΔL_2	Diferença entre a Entrada e Saída de Água no Lisímetro 2
ΔSF	Variação de Fluxo Sub-Superficial Dentro e Fora da Zona Radicular
ΔSW	Variação de Água no Solo
AB.....	Absorvida
ALTPL.....	Altura da Planta
ATT.....	Acidez Total Titulável (ACID)
B.....	Boro
C.....	Capilaridade
Ca.....	Cálcio
CFPC.....	Comprimento do Fruto da Penca Central
CIRCPC.....	Circunferência do Pseudocaule
Cl.....	Cloro
COMFOL.....	Comprimento da Folha
Cu.....	Cobre
D.....	Percolação Profunda
DFPC.....	Diâmetro do Fruto da Penca Central
DRIS.....	Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação
EMBRAPA.....	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ES.....	Escoamento Superficial
ET.....	Evapotranspiração
ET_a	Evapotranspiração Real ou Atual
Etc.....	Evapotranspiração das Culturas
ET_m	Evapotranspiração Máxima
ET_o	Evapotranspiração da Cultura de Referência
ETP.....	Evapotranspiração Potencial
EX.....	Exportada
FAO.....	Food Agricultural Organization
Fé.....	Ferro
G.....	Densidade do Fluxo de Calor do Solo

I.....	Água de Irrigação
IBGE.....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
K.....	Potássio
K ₁	0% do K Indicado para Análise de Solo, Kg ha ⁻¹ (Padrão)
K ₂	60% do K Indicado para Análise de Solo, Kg ha ⁻¹ (Padrão)
K ₂ O.....	Cloreto de Potássio
K ₃	140% do K Indicado para Análise de Solo, Kg ha ⁻¹ (Padrão)
K ₄	200% do K Indicado para Análise de Solo, Kg ha ⁻¹ (Padrão)
K _c	Coeficiente da Cultura
KFL.....	Potássio na Folha
KFR.....	Potássio no Fruto
K _p	Padrão (Potássio Recomendado pela Análise de Solo)
K _s	Coeficiente de Estresse Hídrico
L ₁	50% da ET _c dos Lisímetros de Drenagem
L ₂	75% da ET _c dos Lisímetros de Drenagem
L ₃	100% da ET _c dos Lisímetros de Drenagem
L ₄	125% da ET _c dos Lisímetros de Drenagem
L ₅	150% da ET _c dos Lisímetros de Drenagem
LAI.....	Índice de Área Foliar
LAM.....	Lâmina
LARFOL.....	Largura da Folha
Ld.....	Lisímetros de Drenagem
Ld ₁	Lisímetro de Drenagem 1
Ld ₂	Lisímetro de Drenagem 2
Li.....	Lâmina de Irrigação indicada pelo lisímetro
Mg.....	Magnésio
Mn.....	Manganês
N.....	Nitrogênio
NC.....	Níveis Críticos
NFC.....	Número de Frutos por Cacho
NFL.....	Nitrogênio na Folha
NFOLH.....	Número de Folhas
NFPC.....	Número de Frutos da Penca Central
NPC.....	Número de Pencas por Cacho
P.....	Precipitação
PCACHO.....	Peso do Cacho

pH.....	Potencial Hidrogeniônico
PP.....	Período de Payback
PPC.....	Peso da Penca Central
PPMC.....	Peso da Penca Mediana do Cacho
PROD.....	Produtividade
R.....	Rega
REP.....	Repetição
Rn.....	Radiação Líquida à Superfície da Cultura
S.....	Sulfato
SST.....	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)
SSTAT.....	Razão dos SST com a ATT
T.....	Média da Temperatura do Ar a 2 m de Altura
TIR.....	Taxa Interna de Retorno
TLA.....	Total de Área Foliar
TPF.....	Teor de Potássio no Fruto
U ₂	Velocidade do Vento a 2 m de Altura
VPL.....	Valor Presente Líquido
Zn.....	Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 ASPECTOS GERAIS DA BANANICULTURA.....	19
2.1.1 Classificação botânica.....	19
2.1.2 Exigências de clima e solo.....	19
2.1.3 Morfologia da planta.....	21
2.1.4 Cultivares AAB.....	27
2.2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E ADUBAÇÃO NA BANANEIRA.....	28
2.2.1 Nutrientes absorvidos e quantidades contidos na planta.....	29
2.2.2 Marcha de absorção.....	30
2.2.3 Importância dos principais nutrientes absorvidos pela planta.....	31
2.2.4 Recomendações de adubação no bananal.....	33
2.3 IRRIGAÇÃO.....	34
2.3.1 Evapotranspiração das culturas.....	34
2.3.1.1 Evapotranspiração potencial e real.....	35
2.3.1.2 Medidas diretas da evapotranspiração por lisímetros.....	36
2.3.2 Balanço hídrico.....	39
2.3.3 Manejo da fertirrigação.....	40
2.3.4 Sistema de irrigação localizada por gotejamento.....	41
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	44
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	44
3.3 CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA ESTUDADA.....	46
3.4 CARACTERIZAÇÃO DOS LISÍMETROS.....	47
3.4.1 Lisímetro de drenagem.....	47
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	50
3.5.1 Condução do experimento.....	52
3.5.1.1 Instalação e plantio do pomar.....	52
3.5.2 Fenologia das plantas.....	53
3.5.3 Atividades realizadas na área de pesquisa	53
3.5.3.1 Manutenção.....	53

3.5.4 Fertirrigação da área experimental.....	56
3.5.4.1 Sistema de irrigação.....	59
3.6 DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO E DO COEFICIENTE DE CULTURA.....	61
3.7 EFEITOS DAS LÂMINAS E DOSES DE POTÁSSIO ENTRE OS CICLOS DE PRODUÇÃO I, II, III E IV DA BANANEIRA PACOVAN APODI EM LIMOEIRO DO NORTE, NA REGIÃO DA CHAPADA DO APODI.....	63
3.8 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NA PLANTA E FRUTOS.....	64
3.8.1 Ritmo de emissão foliar.....	64
3.8.2 Análise física do fruto e produção.....	65
3.8.2.1 Número de frutos por cacho (NFC).....	65
3.8.2.2 Número de pencas/palmas por cacho (NPC).....	66
3.8.2.3 Peso médio do cacho (PMC) e Produtividade (PROD).....	67
3.8.2.4 Peso da penca mediana do cacho (PPMC); Número de frutos na penca central (NFPC); Diâmetro do fruto da penca central (DFPC) e Comprimento de frutos da penca central (CFPC).....	68
3.8.3 Análise química foliar.....	69
3.8.4 Análise química do fruto.....	70
3.8.4.1 Sólidos solúveis totais (SST).....	70
3.8.4.2 Potencial hidrogeniônico (pH).....	71
3.8.4.3 Acidez total titulável (ATT).....	72
3.8.4.4 Teor de potássio no fruto (TPF ou KFR).....	72
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
4.1 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA E COEFICIENTE DE CULTURA.....	74
4.1.1 Dados climáticos.....	74
4.1.2 Dados da evapotranspiração da cultura e coeficiente da cultura.....	75
4.2 MANEJO DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO APLICADAS NOS TRATAMENTOS.....	78
4.3 VARIÁVEIS NOS CICLOS DE PRODUÇÃO DA BANANEIRA PACOVAN APODI.....	79
5 CONCLUSÕES.....	90
REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICE.....	97

1 INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa spp*) é uma cultura de grande importância no Brasil, devido seu fruto ser altamente consumido pela população mais carente, contribui para geração de emprego e renda de pequenos produtores rurais e grande responsável pela fixação do homem no campo, evitando o êxodo da população do meio rural para os grandes centros urbanos.

De acordo com o IBGE (2005), a produção mundial de banana por toneladas ano⁻¹ do Brasil em 2004, ocupa o segundo lugar, perdendo somente para a Índia. Em terceiro a China e em último dentre os demais colocados está o Vietnam.

No Brasil, a cultura da bananeira ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas, situando-se em torno de seis milhões de toneladas, perdendo apenas para frutas cítricas, como por exemplo, a laranja e a terceira posição em área colhida. Além disso, é um imprescindível fruto responsável pela segurança alimentar de vários países em desenvolvimento. Segundo a FAO (2005), a produção de banana brasileira em 2004 foi estimada em 6,6 milhões de toneladas, o que corresponde a 9,3% da produção mundial. Para o IBGE (2005), São Paulo foi o maior produtor de banana, com 1,06 milhões de toneladas, seguido da Bahia (785.484 t.), Santa Catarina (657.495 t.) e Minas Gerais (561.851 t.).

A região Nordeste produziu o equivalente a 34%, o Sudeste 30%, o Norte 17%, o Sul 14% e o Centro-Oeste 4% (IBGE, 2005). Produtividade essa considerada muito baixa para a região Nordeste. Devido a uma série de fatores como a escolha da variedade da cultura a ser plantada e principalmente por causa do nível tecnológico dos bananicultores da região. Dentre os mais importantes se destacam o uso inadequado de fertilizantes e da água.

No Estado do Ceará, na chapada do Apodi, município de Limoeiro do Norte, conforme dados do LSPA – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola existe uma área de BANANA no total de 1.390 ha, sendo 30 ha em formação e 1.360 ha em colheita, com produção estimada em 31.280 toneladas ao ano, e o rendimento médio de 23.000 kg ha⁻¹. As variedades de banana cultivadas na FAPIJA - FEDERAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES DO PROJETO IRRIGADO JAGUARIBE-APODI, relativo à Safra de 2008, foram as seguintes: Banana Pacovan com 762 hectares, Banana Willans 24 hectares, Banana Grand Nine 9 hectares, Banana Maçã 13 hectares, Banana Prata 208 hectares e Banana Terrinha 6 hectares (IBGE, 2008).

Saber a quantidade de adubos a se aplicada na área plantada e a escolha dos fertilizantes necessita amplos conhecimentos tanto do solo, através de uma análise, quanto da

água para verificar a presença de macronutrientes e micronutrientes e com isso se fazer uma recomendação de adubação correta. Outro item que se deve levar em conta é a solubilidade dos vários adubos que encontramos no comércio. Pois nem sempre aumentar as doses dos adubos a serem aplicados corresponde maximizar a produção das plantas. Doses elevadas ou excessos de adubos podem trazer danos a essas culturas como redução da produção, salinidade e assim riscos de degradação no solo. Pode-se dizer que as análises de solo e de folhas servem de mecanismo para avaliar a situação que as plantas se encontram ou se com deficiência ou excesso desses nutrientes. E com isso fazer uma adubação das plantas de forma correta e sustentável para o meio ambiente.

Segundo Rodrigues e Souto (2003) para se chegar a atingir bons resultados dos rendimentos dos plantios de bananas têm que adequar o manejo e a partir daí alcançar os limites máximos de produção da planta. Contudo, devem-se utilizar sempre os recursos naturais e insumos levando em consideração o desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

As quantidades de água utilizada nas irrigações das culturas em geral não seguem um manejo correto direcionado para aquela região ou cultura. Manejar em outras palavras significa saber quando e quanto aplicar uma lâmina de água, a qual deve ser medida através da necessidade hídrica das culturas. Pode-se saber a quantidade de água consumida pelas plantas através de sua evapotranspiração, ou seja, pela estimativa do balanço de água no solo. Portanto, a necessidade é assim determinada sabendo o que foi aplicado no dia anterior menos o que restou no dia seguinte e se chega à quantidade consumida pela planta naquele dia. Deve-se levar em consideração o clima, o solo, a variedade cultivada e a precipitação (chuva) do dia analisado. Como os fertilizantes a água também deve ser aplicada na medida certa sem deixar a planta com déficit ou excesso de água, pois ambos causam prejuízos às mesmas podendo até atingir sua tolerância máxima, sua morte.

A agricultura irrigada é uma tecnologia indispensável para a garantia de uma máxima produtividade e de excelente qualidade dos frutos comercializados. Mas para se obter bons rendimentos se faz necessário adquirir conhecimentos científicos para manejar de forma sustentável os recursos hídricos existente no nosso planeta. Portanto, o uso de um manejo eficiente da água de irrigação é fundamental para se conseguir maior quantidade e qualidade dos frutos produzidos da área irrigada.

A irrigação localizada tem como principal característica reduzir os gastos dos produtores através de baixos consumo de água, já que consiste na aplicação de pequenas vazões e lâminas com a utilização de baixas pressões. Grande parte dos produtores a vê como

uma técnica que traz produtividades e maiores lucros. Todavia, nem sempre isso acontece devido aos custos com energia nas áreas cultivadas. Esses custos elevados acabam gerando prejuízos na produção esperada. A realidade é que parte desses produtores não tem conhecimentos básicos sobre essa tecnologia e como se maneja na sua plantação. Geralmente o homem do campo repete as mesmas lâminas de água de irrigação praticadas pelos produtores que obtêm sucesso em sua produção.

A utilização da água de modo eficiente é hoje uma realidade que se deve relevar tanto quanto o fator produção em um projeto de irrigação. Já que o uso racional da água, utilizando-se de técnicas de manejo nas áreas irrigadas, traz benefícios positivos tanto para o meio ambiente como para os bananicultores através da redução nos custos de água e conseqüentemente de energia.

A fertirrigação é imprescindível para se atingir o máximo potencial produtivo, além de uma garantia certa da produção esperada. Pode-se acrescentar que ela deve ser aplicada segundo a marcha de absorção de cada cultura durante seus diferentes estádios de desenvolvimento. Essa técnica de aplicação de fertilizantes via água de irrigação contribui para a redução nas perdas de adubos através da lixiviação e percolação para o subsolo, diminuindo com isso os riscos ao meio ambiente e aos recursos hídricos. Pode-se ressaltar o aumento da produtividade devido às doses de nutrientes serem parceladas e aplicadas diretamente sobre as raízes das plantas. No entanto, as informações sobre as exigências nutricionais da bananeira são poucas para que se possa recomendar uma adubação racional.

Em vista dos fatos mencionados acima, este trabalho tem o objetivo de estudar o efeito da fertirrigação em diferentes ciclos da cultura da bananeira na produtividade e na qualidade do fruto nas condições edafoclimáticas da chapada do Apodi, buscando respostas para os problemas de manejo para a otimização do uso da água através do manejo da irrigação com o uso de lisímetro de drenagem e também identificar as doses de potássio que garantam máxima produtividade no cultivo irrigado da bananeira Pacovan Apodi. Pode-se ressaltar que essas informações irão contribuir para o aumento da eficiência de aplicação da lâmina de irrigação, diminuir os custos de energia e fertilizantes e, assim, expansão das áreas irrigadas de bananeiras contribuindo para geração de empregos e renda da região.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA BANANICULTURA

2.1.1 Classificação botânica

As bananeiras são plantas de classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, onde se encontram as subfamílias Heliconioideae, Strelitzioideae e Musoideae. Esta última inclui, além do gênero *Ensete*, o gênero *Musa*, constituído por quatro séries ou seções: Australimusa, Callimusa, Rhodochlamys e (Eu-) Musa (SIMMONDS, 1973).

Para Cheesman (1948) a classificação para o gênero *Musa*, é aceita atualmente em todo o mundo, que o divide em dois grupos: que pertencem às seções Australimusa e Callimusa; e que integram as seções Rhodochlamys e (Eu-) Musa. Essas duas últimas apresentam potencialidade como germoplasma útil para melhoramento genético das variedades cultivadas. Contudo, a simplificada se faz necessário para melhor compreensão de sua taxonomia:

- ↗ Classe: *Monocotyledoneae*
- ↗ Ordem: *Scitaminales*
- ↗ Família: *Musaceae*
- ↗ Gênero: *Musa*
- ↗ Espécie: *Musa spp*

2.1.2 Exigências de clima e solo

A bananeira é uma cultura que tem um ciclo relativamente curto. Para tanto deve ser cultivada com condições de clima perto do ideal para que a mesma apresente uma excelente produção por hectares.

A temperatura tem influência direta nos processos respiratórios e fotossintéticos. De acordo com Aubert (1971) e Ganry (1973) para se atingir um ótimo desenvolvimento comercial as bananeiras devem ser produzidas em regiões com temperaturas em torno de 28°C, sendo que não podem a mínima ser abaixo de 18°C nem a máxima acima de 34°C. Pois causam, respectivamente, a paralisação de suas atividades e desidratação dos tecidos, afetando o seu desenvolvimento normal.

A precipitação para que se obtenha uma colheita rentável gira em torno de 100 a 180 mm por mês sendo bem distribuída. Já a quantidade total anual considerada para que seja satisfatória para atingir maiores produções é de 1900 mm durante o ano quando bem dividida por em cada mês. Assim, a pluviosidade média mensal deve ser superior a 100 mm por que caso contrário à planta não se desenvolve bem prejudicando a produtividade e qualidade do fruto. De acordo com a EMBRAPA (2003), a precipitação efetiva anual seria de 1.200 a 1.800 mm ano⁻¹ e que abaixo de 1.200 mm ano⁻¹ os climas são considerados marginais e a bananeira somente sobrevive e frutifica se a variedade plantada for tolerante ou resistente à seca ou se for utilizada a prática de irrigação. Então, é de fundamental importância o conhecimento dos volumes de chuvas de sua região, e se possível da quantidade d'água na sua área, pois muitas vezes chove bem mais em um local que no outro influenciando, assim, no valor a ser aplicado pela sua irrigação. E outro fator é a escolha de variedades mais tolerante ou resistente ao déficit hídrico, economizando água por ser o complemento das chuvas reduzido.

A luminosidade exigida pela banana é bem alta, já que a duração do dia não influi no seu crescimento e frutificação. O ciclo vegetativo da planta em locais bem expostos à luz se estende por 8 a 10 meses, já com pouca luz pode se prolongar por 14 meses (SOTO BALLESTERO, 1992). Pode-se ressaltar que o espaçamento entre planta por hectare influenciará com certeza nesse tempo que os cachos levam para atingir o ponto de colheita. Contudo, plantas cultivadas em regiões de alta luminosidade são colhidas bem mais rápido que as com baixa exposição à luz podendo chegar a aproximadamente há um mês a diferença entre suas colheitas.

O vento para a plantação de bananeiras é suportável com uma velocidade máxima de 40 km h⁻¹, pois ventos com velocidades maiores podem causar danos moderados e até mesmo destruição total do bananal em produção. Já os ventos com velocidade abaixo de 30 km h⁻¹ não causam prejuízos severos ao cultivo da banana. Como foi visto, ventos fortes podem causar: chilling, desidratação, fendilhamento das nervuras secundárias, rompimento das raízes e quebra e tombamento da planta (BORGES et al., 2000).

A umidade relativa que a bananeira melhor se desenvolve é superior a 80%, considerando as médias anuais. Contudo, regiões que apresentam essas condições as plantas aceleram a emissão de folhas, prolongam sua longevidade, favorece o lançamento da inflorescência e uniformiza a coloração (ITAL, 1990). Todavia essa umidade quando ocorrem com chuvas e com variações de temperatura causam doenças fúngicas como, por exemplo, a Sigatoka Amarela. As folhas tornam-se mais dura e sem brilho e tem vida bem mais curta.

A altitude está relacionada com os efeitos agroclimáticos do local onde o bananal está implantado. Ela influencia a duração do ciclo da bananeira. Alguns trabalhos demonstraram para cada 100 m de acréscimo na altitude à bananeira só atinge o tempo de colheita aumenta de 30 a 45 dias (MOREIRA, 1987).

Conforme Borges (1987), solos de baixa fertilidade é um fator responsável pela baixa produtividade dos bananais. Que o desconhecimento do solo onde a planta será implantada acaba afetando seu desenvolvimento e produção. Como a bananeira apresenta raízes frágeis com pequeno poder de penetração é indispensável seu detalhamento, pois solos pesados e pedregosos não são recomendados para a bananeira. Os solos são considerados ideais com pH entre 5,5 e 6,5, sendo os areno-argilosos os melhores para a cultura. Ou seja, os de boa drenagem e não sujeitos a inundação.

2.1.3 Morfologia da planta

A bananeira, planta típica das regiões tropicais úmidas é um vegetal herbáceo completo, pois apresenta raiz, tronco, folhas, flores, frutos e sementes. O tronco é representado pelo rizoma e o conjunto de bainhas das folhas de pseudocaule. Entretanto, no linguajar popular este é chamado de tronco da bananeira (MOREIRA, 1999). Na Figura 1, observa-se detalhes de um plantio de bananeira.



Figura 1. Bananeira Pacovan Apodi da área experimental, Fazenda FRUTACOR

As raízes geralmente 70% estão presentes nos primeiros 20 cm de profundidade e a 1,5 m do pseudocaule na planta. Elas têm origem entre o cilindro central e o córtex do rizoma e aparecem em grupos de três ou quatro pela superfície do rizoma. São no começo fasciculadas¹, cordiformes, brancas e tenras quando jovens e quando velhas apresentam cor amareladas e endurecidas. Para Moreira (1999), o seu bom desenvolvimento depende do arejamento e da quantidade de elementos contidos no solo. A emissão de raízes é crescente em maior quantidade no início tornando mais reduzida com o tempo. Destas apenas 20% crescem no sentido vertical do solo entre 50 a 70 cm e as horizontais podem se estender aos 4 m de profundidade.

Segundo Lassoudière (1978), o ápice é frágil e está protegido por uma coifa gelatinosa, seu diâmetro se encontra entre 5 e 10 mm. Nas raízes existem radicelas que as reverterem por toda sua extensão que são parecidas com uma cabeleira que tem a função de absorção de água e nutrientes para as necessidades de consumo. Para Champion (1975), os primeiros meses de crescimento são grandes a produção de raízes assim como também o processo de formação das folhas, chegando a parar durante a inflorescência ou aparecimento do mangará. Como as raízes e as folhas crescem ao mesmo tempo ou estão associadas, se as folhas morrem por causa de pragas e doenças e até mesmo na senescência as raízes morrem (MOREIRA, 1987). Segundo o mesmo autor, no plantio inicial, as raízes formam 360° em torno na planta, com a formação da família (mãe, filho e neto) elas se distribuem no neto

¹ São aquelas onde não há uma porção principal. Suas partes apresentam igual desenvolvimento assemelhando-se a uma cabeleira.

sempre no sentido 90° para a direita e 90° para a esquerda de acordo com o andamento da família. De modo que com essas informações fica bem mais fácil orientar a localização certa da aplicação dos elementos nutricionais.

O rizoma (caule subterrâneo) desenvolve folhas na parte de cima e raízes adventícias² na parte debaixo. Nele existe a gema apical de crescimento situada bem no centro do colo da planta. Para Subra e Guillemot (1961), o caule é formado por duas zonas o córtex e o cilindro central. E as suas respectivas funções proteção e constituição dos sistemas radicular e aéreo. Já para Soto Ballesterio (1992), o córtex (formado por parênquima) responsável pelas reservas que nutrem folhas, raízes e rebentos. É a camada mais externa que envolve praticamente todo o cilindro central.

Segundo Moreira (1999), o rizoma é constituído de uma massa rígida, cheia de fibras finas e revestido externamente, por um fino tecido com menos de 0,5 mm. Quando se analisa no campo, ele vai aumentando durante todo o seu ciclo, apresentando o formato de um bulbo à medida que as bainhas das folhas mortas ou secas vão se acumulando ao redor de seu córtex. As folhas primeiramente ficam amarelas e apodrecem produzido um líquido de odor desagradável para por último serem retiradas através da limpeza do tronco.

O cilindro central é constituído por fibras rígidas mais grossas. Pose-se dizer que existe semelhança no tecido desse cilindro central com o do cilindro central das raízes e até mesmo que o primeiro é uma expansão do segundo tecido central do rizoma. O colo do rizoma é uma delgada superfície de transição entre o córtex e a base das bainhas das folhas. Ele se apresenta como uma superfície quase plana na planta jovem (rebento) e no decorrer do tempo quando a planta está velha ele já se apresenta bem alongado. O câmbio é o ponto de fusão do córtex e do cilindro central, sendo responsável pela contínua geração das células que constituirão a gema apical de crescimento (MOREIRA, 1999).

A gema lateral é definida como sendo um conjunto de células onde se observa na bainha da folha o surgimento de um ponto. Essas bainhas das folhas têm formas concêntricas que dão origem a semi-arcos que não se tocam (MOREIRA, 1987). A gema apical está sempre em processo de multiplicação, ou melhor, bipartições, que futuramente dará origem as folhas com sua gema lateral de brotação. Na bananeira a quantidade de folhas que produz corresponde também à mesma respectivamente de gemas lateral (MOREIRA, 1999). Quando se observa a cultura da banana, vemos essa gema lateral aparece no começo de lado oposto ao sentido de seu caule e à medida que se desenvolve tende a direcionar para o mesmo sentido da

² É toda raiz de origem caulinar.

planta mãe. E assim, passa de gema lateral para ser denominada gema apical que com o tempo surgirá uma nova gema lateral e assim sucessivamente a planta vai emitindo os seus rebentos.

A ligação entre a planta mãe e o filho logo no início é espaçosa servindo apenas de passagem para as trocas de seiva e de hormônios. Essa porta de entrada onde entre os rizomas é comparada ao de uma mãe e seu filho (feto) quando se encontra ainda em formação até o seu nascimento chamada muitas vezes de cordão umbilical da bananeira (MOREIRA, 1999).

O sistema foliar compreende bainha foliar, pecíolos, nervuras e limbo foliar (Figura 2). As bainhas apresentam agrupadas em conjunto formando o falso tronco da bananeira. Elas são largas, sem lígulas, e de bases amplas e envoltivas e possui espaços aeríferos cortados por finos diafragmas facilmente visualizados quando se faz um corte em transversal em seu caule (SOTO BALLESTERO, 1992). A folha se desenvolve no interior do caule onde aparece um pequeno cone foliar no início, sendo sustentada pela região do cilindro central do rizoma. Quando começa a se desenvolver aumentam seu tamanho dando origem progressivamente a folha adulta onde no centro do pecíolo começa novamente a surgir a gema apical de crescimento.

No entanto, ao emergir para o exterior aparece primeiramente como um fino pavio seguido pela vela que aos poucos começa a se desenrolar (abrir) dando origem ao chamado cartucho até a completa abertura da folha. Assim, quando totalmente desenroladas não crescem mais nas suas dimensões (comprimento e largura). Essas dimensões são características de cada cultivar, índice de fertilidade e o adequado teor de umidade no solo e na temperatura ambiente. Pode-se acrescentar que em uma planta apresenta até o surgimento do ponto de inflorescência folhas novas se desenrolando localizada no topo e folhas velhas totalmente desenroladas nas partes abaixo de seu topo (MOREIRA, 1999).

Também conhecido como pecíolo da folha observa que é definido como um estrangulamento do pseudocaule até os limbos onde na folha constitui a nervura central. Nesse U, pecíolo, encontra-se os mesmos canais das bainhas sendo que mais estreitos e de formas variadas o que o torna bem mais rígido para que sirva de apoio a folha da bananeira que pode atingir comprimento e largura diversos a depender da cultivar plantada (SOTO BALLESTERO, 1992). A nervura central ou principal inicia quando o pecíolo chega ao limbo e, então, começa a se alongar ficando mais fino durante o segmento da folha até o seu ápice. E nervura se distribui também do sentido dos lados formando o lóbulo foliar direito e o esquerdo ao longo da largura da folha que constituem um desenho tipo espinha de peixe, assim, servindo de apoio para as superfícies foliares. O limbo foliar, superfície da folha da bananeira, é uma lâmina delgada e de coloração verde escura sobre a folha e verde clara na

parte de baixo. Na verdade o limbo apresenta-se distribuído entre as nervuras de bordo ou secundárias, já que a nervura central é a principal. Ele surge primeiro que o pecíolo e origina no interior do caule no desenrolar da folha vela. Normalmente, a folha vela aparece já toda enrolada do lado esquerdo e começa a se desenrolar do lado direito para surgir à folha completa.

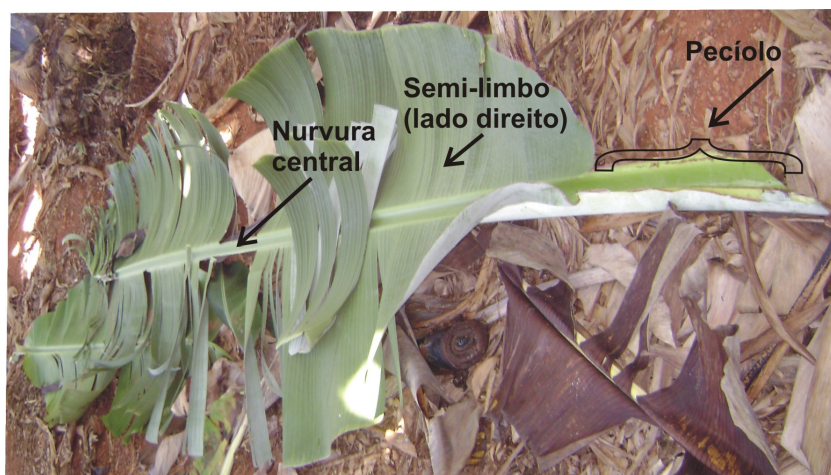


Figura 2. Folha adulta compreende, pecíolo, nervuras e semi-limbo foliar

O diferencial floral é o ponto que indica o termino do sistema foliar, ou seja, para completamente de surgir folhas e a gema apical se transforma em uma gema floral (SIMMONDS, 1973). Que após cessar a produção de folha emerge uma espécie de espiga simples e depois de totalmente exposta o rizoma se prolonga determinando seu fim com a constituição de um palmito e do engaço. No início em direção vertical e, logo depois começa a inclinar para baixo, formando um semi-arco para que após a formação do engaço o mangará comece a soltar as primeiras brácteas³. Uma observação interessante é que a última folha da bananeira é pequena no comprimento e bem larga conhecida pelos produtores da região como folha pitoca. Ela tem a função de proteger a inflorescência de danos causados pelo sol e chuva em excesso, como por exemplo, pragas e doenças.

A inflorescência também chamada de espiga simples (Figura 3A), placenta, terminal que emerge do centro das bainhas foliares. Pode-se dizer que desde seu início vem protegida

³ São folhas encontradas ao lado de certas inflorescências. Quando adquirem colorido vivo passam a funcionar como estruturas atrativas de insetos.

pela última folha e logo depois quando o engaço fica longo demais pela grande bráctea que o envolve (MOREIRA, 1987).

Depois que a bráctea protetora abrir totalmente, as próximas brácteas³ vão se abrindo progressivamente e cada uma delas tem nas suas axila as flores que darão origem as bananas. Elas são distribuídas pela ráquis em forma de espiral alternadas de cada lado ao redor ráquis e com um espaço para que possam engordar até chegar ao ponto de colheita. A abertura de cada bráctea definirá a formação de uma penca de banana, mas quando para de produzir o cacho apenas se abrem e as flores caem. Então, as flores iniciais são as femininas por isso que seus frutos são bem mais desenvolvidos que o restante que surgem no ráquis. Todavia, por serem flores masculinas e assim terem ovários reduzidos. Podem ser que num cacho apareçam flores também hermafroditas só essas darão origem a frutos com sabor inferior as demais. Logo após a abertura de cada bráctea e surgimento da mão (penca de banana) se observa uma espécie de almofadas que tem a função de suportar cada bráctea e dedos de uma mão. Na inflorescência as brácteas se soltam e caem em mais ou menos dois dias dependendo da cultivar. Seu formato é côncavo devido terem a guarda das flores em sua axila.

Segundo Soto Ballesterro (1992), depois que a planta emite sua última penca o mangará continua soltando suas bráctea, mas diminuindo seu tamanho descobrindo as flores masculinas. Como a gema continua se desenvolvendo mesmo sem produzir frutos é aconselhável que seja retirada assim que se percebe a uma distância de aproximadamente 10 centímetros do coração. Muitos autores comentam que essa retirada ajuda no maior enchimento das bananas do cacho.

Os números de frutos de uma penca, seu tamanho e forma vão depender da cultivar, temperatura, fertilidade do solo e da umidade do local. As bananas quando surgem são côncavas durante o desenvolvimento do ovário depois se estendem como dedos bem abertos (retos) logo em seguida se curvam para se encaixarem no formato do cacho. Mas podem ser retos, curvos, grandes, pequenos dependendo da cultivar. Assim como sua polpa pode variar de branca, amarela e rósea (MOREIRA, 1987).

Os cachos e frutos de uma bananeira (Figura 3B) são constituídos por engaço, ráquis, pencas, frutos e coração. No engaço definido como o alongamento do rizoma quando termina a produção de folhas até a inserção da primeira mão de dedos (penca de banana). Logo em seguida começa a se chamar ráquis devido o surgimento das almofadas que sustentam os frutos do cacho. Seu termina continua até o fim do coração ou mesmo até sua retirada pelos bananicultores (MEDINA, 1990). Já a penca (mão) é formada pelo agrupamento de frutos

(dedos) em uma almofada com duas fileiras paralelas uma abaixo e outra acima. As bananas são bagas alongadas e formadas por partenocarpia, possuem cascas e polpa comestível.



Figura 3. Inflorescência também chamada de espiga simples em (A) e Cacho e frutos (pencas) de uma bananeira Pacovan Apodi em (B), Fazenda FRUTACOR

2.1.4 Cultivares AAB

Destacam em suas características por terem poucas manchas no pseudocaule, margens dos pecíolos eretas ou pouco fechadas, duas filas de óvulos em cada lóculo da flor feminina nova, pigmentação brilhante da face interna da bráctea e no perigônio da flor masculina a antocianina. O subgrupo Prata chegou ao Brasil através dos portugueses e se manteve principalmente no Norte e Nordeste, devido seu sabor apreciável no paladar do povo da região. Pertence ao subgrupo Prata: Prata, Branca (Pratinha), Prata do Nordeste, Pacovan, Pacovan Apodi e Prata Ponta Aparada. Elas são identificadas pelo porte alto com cacho de cor verde-amarelo claro e brilhante, com frutos pequenos, de secção transversal pentagonal, casca de espessura média e cor amarela quando maduros, com polpa creme a róseo-pálida (SILVA; BORGES; MALBURG, 1999).

De acordo com os mesmos autores, a Pacovan é vigorosa e de coloração mais clara que a Prata de onde surgiu sua mutação. Apresenta-se com folhas menos eretas e seu engaço de cor verde-clara. Sua inflorescência forma um ângulo de 45° ao inclinar o engaço para baixo e a ráquis é compacta com cicatrizações geralmente limpas. E seu cacho pesa em média 16 kg com o número de bananas de mais ou menos 85 dedos. Em relação ao cacho da Prata tem uma

diferença bem expressiva de 40% maior. Tem quinas nos dedos mesmo sendo gordos e pedúnculo de cor verde-clara. Seu ciclo fica bem maior em condições de clima frio, o que acarreta como conseqüências: tamanhos pequenos dos frutos e, assim, menores pesos de seus cachos. Tem boa produtividade quando irrigada podendo alcançar entre 35 - 40 t ha⁻¹ ciclo quando a bananeira é bem manejada.

A banana Pacovan Apodi é denominada Prata Graúda. Sendo um híbrido da Prata Anã pertence ao grupo AAAB, apresenta como principais características produtividade elevada, pseudocaule mais vigoroso de cor verde-claro brilhante e poucas manchas escuras próximo à roseta foliar. Sua produtividade é elevada, devido ter cacho maior e menos cônico que a planta matriz (de onde se originou). Apresenta porte médio a alto e a ráquis com brácteas que caducam, coração grande e frutos grandes. Mas seu sabor (azedo-doce) é inferior ao da Prata Anã o que a torna pouco comercializável. Outro causa da preferência pela Prata Anã e não a Pacovan Apodi seria seu tamanho gigante que quando vendida no peso o consumidor leva bem menos se comparar às duas culturas. Suas bananas têm quinas ainda quando gordos e ápices com ponta aparada. Levando em consideração as doenças, ela é suscetível à Sigatoka-Negra, resistente ao Mal-do-Panamá, medianamente suscetível à Sigatoka-Amarela (EMBRAPA, 2003).

A Prata Anã tem porte que varia entre 2,0 a 3,5 m e o diâmetro se aproxima dos 50 cm. O seu pseudocaule tem muito vigor de cor verde-clara, brilhante e sem grandes aparecimentos de manchas perto de sua roseta foliar. O pecíolo e suas nervuras têm cor verde-claro-brilhante. Devido suas mãos serem bem mais agrupadas suas bananas tem tamanho pequeno, porém bem mais gordas que a banana Prata. Seus frutos têm forma de gargalo e o coração bem desenvolvido. É tolerante ao frio e tem maior vigor no pseudocaule para suportar o peso de seu cacho. Em áreas irrigadas tem elevado potencial produtivo podendo alcançar de 30 a 35 t ha⁻¹ ciclo se bem conduzido seus tratos culturais (SILVA et al., 2003).

2.2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E ADUBAÇÃO NA BANANEIRA

A bananeira é uma cultura que necessita de maiores volumes de nutrientes, por apresentar seu crescimento rápido e devido principalmente enormes quantidades exportados para a formação de seu cacho e na sua produção de massa vegetativa. Então, para que ela tenha um bom rendimento é preciso que esses elementos minerais estejam disponíveis no solo

em quantidades adequadas (SOTO, 1992). Para a FAO (2002), suas exigências nutricionais são bem maiores em potássio (K), correspondendo a 62% do total dos macros e 41% do total de geral dos elementos da bananeira. Esses nutrientes são mais absorvidos por participarem intensamente (contidos em maiores proporções em sua massa) do seu crescimento e produção de frutos. A bananeira absorve em ordem decrescente de demanda os seguintes macronutrientes: $K > N > Ca > Mg > S > P$ e micronutrientes: $Cl > Mn > Fe > Zn > B > Cu$. Para se quantificar uma média de nutrientes a serem aplicados em um cultivo de bananas, além de conhecer suas alta absorção por elementos minerais, faz-se necessário saber também a cultivar escolhida, seu poder produtivo, quantidade plantada por hectares (espaçamento da área), situação fitossanitária, extensão das raízes, nutrientes existentes em seu solo e na sua água de irrigação (SOTO, 1992).

Segundo Silva, Rodrigues e Santos (2001), um manejo é considerado adequado se tiver conhecimentos da planta do quanto ela absorve e o quanto exporta em suas colheitas. Assim, faz-se adubação de reposição desses elementos, levando em conta em seus cálculos também a reposição de sua massa vegetativa que retorna ao solo após a retirada do cacho pela colheita. Essa reposição de restos da cultura (pseudocaules, folhas, rizoma e coração) corresponde a aproximadamente 66% do total de sua massa. Em média esses valores máximos devolvidos ao solo pela planta são de kg/ha/ciclo, de 170 de N; 9,6 de P; 311 de K; 126 de Ca; 187 de Mg e 21 de S, contudo bem relevante para dedução dos custos compras de fertilizantes para o bananicultor (EMBRAPA, 2003).

2.2.1 Nutrientes absorvidos e quantidades contidos na planta

Na grande maioria dos trabalhos sobre nutrição em bananeiras, evidenciam que ela demanda bastante nutriente assim como também exporta elevadas quantidades principalmente para seu cacho. E que os elementos minerais de grande absorção pela planta são o potássio e o nitrogênio. Entretanto, a maior extração de nutriente é extraída pelos frutos. Depois seguindo a ordem de absorção da cultura vem o magnésio e o cálcio. E os dois últimos macronutrientes menos absorvidos são o enxofre e o fósforo. Falando dos micronutrientes mais absorvidos é o cloro (Cl) e o manganês (Mn) e os dois menos é o boro (B) e o cobre (Cu). Sabe-se que essas quantias variam entre todos os órgãos (pseudocaules, folhas e frutos) da cultura, então, esses teores variam entre as suas fases de desenvolvimento.

De acordo com Oliveira, Coelho e Borges (2000b), dentro dos diferentes grupos genômicos da bananeira existem variações entre os teores de macro e micronutrientes (Tabela 1) quando se avalia a terceira folha (utilizada para fazer análise na planta da bananeira). Com isso, tem-se que entre as cultivares existem essas diferenças de elementos também e para que a planta não chegue ao seu limite máximo de falta de determinado nutrientes é imprescindível fazer análise de seu material vegetativo.

Tabela 1. Quantidades totais de nutrientes absorvidas (AB) e exportadas pelo cacho (EX) por diferentes genótipos de bananeira (kg ha^{-1}) e (g ha^{-1})

Genótipo NUTRIENT ES	Grand Naine (AAA)		Caipira (AAA)		Prata – anã (AAB)		Pioneira (AAAB)		FHIA - 18	
	AB	EX	AB	EX	AB	EX	AB	EX	AB	EX
kg ha^{-1}										
N	87,0	48,5	146,8	52,8	136,4	44,3	116, 8	29,8	144,5	51,3
P	6,5	4,3	9,8	3,9	10,1	4,6	8,5	3,2	11,2	5,2
K	272,7	135,2	313,9	124, 6	418,5	107,1	371, 1	99,8	382,4	142, 2
Ca	28,4	3,1	53,2	2,8	71,4	5,4	73,1	3,6	74,1	4,8
Mg	28,0	4,6	58,0	5,2	61,6	6,9	71,0	5,0	64,4	7,0
S	4,6	2,9	9,3	3,0	5,8	2,4	5,3	1,1	7,5	4,7
g ha^{-1}										
B	156,1	77,9	295,5	98,8	309,5	70,1	222,3	50,3	237,7	81,9

FONTE: Faria; 1997; plantas ha^{-1} , raízes não incluídas.

2.2.2 Marcha de absorção

De acordo com Borges e Oliveira (2000), a marcha de absorção pela bananeira por elementos é bem maior após o quinto mês, até o florescimento que varia de cultivar para cultivar e das condições climáticas da região. Assim, pode-se acrescentar que na bananeira até o quarto mês a absorção é lenta, do quinto até o sétimo e décimo mês, quando tem seu florescimento, é grande e que deste a colheita permanece estável (constante sem alterações).

Segundo os mesmos autores, o N é importante para o crescimento vegetativo da planta quando começa o desenvolvimento das folhas até o aparecimento da inflorescência onde começa a ser pouco exigido pela planta até ser colhido o cacho. Ele é essencial para a emissão e o desenvolvimento dos rebentos. O K começa a ser mais absorvido pela bananeira da fase de

florescimento até a colheita, sendo mais de 35% do K do total consumido e direcionado para a formação do cacho. Ele contribui para a produção de frutos de qualidade (no aumento de sua resistência, dos teores de sólidos solúveis totais e açúcares e principalmente no decréscimo da acidez da polpa). O P é o nutriente consumido em menores proporções pela cultura, sendo sua maior exigência na fase inicial da planta. Ele é responsável pela formação do sistema radicular que sustenta a cultura e pelo bom desenvolvimento de sua massa seca até próximo da emissão da inflorescência. Brasil et al. (2000), avaliaram o efeito da adubação nitrogenada e potássica no desenvolvimento e produção da bananeira (*Musa spp.*), cultivar Pioneira, no Município de Capitão Poço-PA, em Latossolo Amarelo, e observando seu crescimento, até 240 dias do plantio, constataram que apenas o N influenciou a circunferência do pseudocaule e a altura da planta. Já no ciclo seguinte a dose de K influenciou no peso de penca por cacho e peso médio de penca e no terceiro ciclo de produção, apenas o K influenciou no peso de cacho, peso de penca por cacho e peso médio de penca. Embora dentro da mesma cultivar inicial ao longo de cada ciclo houve influências das doses de fertilizantes aplicadas no plantio de banana. E se constatou a participação do nitrogênio na formação vegetativa do pseudocaule e a do potássio na qualidade e peso do fruto.

Em suma, pode-se mencionar que a bananeira apresenta máxima absorção de elementos minerais do quarto até o florescimento onde sua demanda começa a se estabilizar até a colheita do cacho. Que os principais nutrientes exigidos pela cultura são o K e o N, mas como analisadas acima eles variam na fase de desenvolvimento da planta e depende do ciclo, e variedades cultivadas.

2.2.3 Importância dos principais nutrientes absorvidos pela planta

O potássio (K) se destaca como sendo o nutriente mais absorvido e exportado pela planta. É de grande importância para a produção de frutos de qualidade, como resistência ao transporte e aumento dos teores de açúcares. Tem as seguintes funções: participa da translocação dos fotossintatos e do balanço hídrico. Ele representa em valores percentuais 41% do total de nutrientes da planta (BORGES; OLIVEIRA, 2000). A deficiência deste elemento é facilmente visualizada das folhas velhas quando em seu limbo aparece clorose amarelo-alaranjada e necroses nos bordos. Outro sintoma é o limbo se dobra na ponta da folha, com aspecto encarquilhado e seco. Seus sintomas estão também presentes no produto

final, tornando seus Cachos raquíticos, frutos pequenos e finos, maturação irregular, polpa pouco saborosa. Todavia, a diagnose visual é um indicativo (sintomas) de que a bananeira está com deficiências nutricionais. Então, para se ter realmente certeza do problema é necessário se fazer análise químicas do solo e da folha para se comprovar a existência ou não da deficiência.

O nitrogênio (N) é o segundo elemento mais exigido na planta da bananeira. De revelada importância do plantio até o terceiro mês, sendo de responsável pelo crescimento vegetativo da planta. Contribuindo também para o surgimento e desenvolvimento dos perfilhos e de aumentar de sua massa vegetativa, rizoma, pseudocaule e folhas (EMBRAPA, 2003). A deficiência de N na planta é expressa por sintomas visuais que se manifestam, principalmente, por meio de alterações nas folhas de todas as idades (jovem, mediana e velha), manifestadas em seu limbo que se torna verde-claro uniforme. Outros defeitos são visualizados por terem seus pecíolos róseos. Eles podem ser identificados nos cachos e frutos da planta, pois a bananeira começa a produzir cachos raquíticos, menor número de pencas. Assim, como nos demais nutrientes para que se confirme uma deficiência, além dos sintomas se faz necessário uma análise de solo e folha para justificar uma correção nutricional. Então, sintomas são sinais que precisam ser comprovados pelos resultados das análises.

De acordo com Teixeira, Santos e Bataglia (2002), estudando a resposta à aplicação de N e K em bananeira, em dois ciclos de cultivo. Eles avaliaram o desempenho do diagnóstico nutricional para esses nutrientes através do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e o critério de níveis críticos (NC). Para K, a eficiência dos diagnósticos feitos a partir do DRIS e NC foi de 63%. A proporção de diagnósticos de deficiência que se confirmaram com respostas positivas à aplicação de N foi de 1,50 para o DRIS e de 0,68 para NC. Para os diagnósticos de deficiência de K, essa proporção foi de 1,67 para DRIS e NC. A variação líquida no rendimento (48 casos) decorrente da aplicação de N associada a diagnósticos corretos foi de 124 t ha⁻¹ para o DRIS e de 20 t ha⁻¹ para NC. Para K, essa variação foi de 70 t ha⁻¹ para o DRIS e NC. Eles concluíram que eficiência dos diagnósticos com DRIS para nitrogênio foi superior à daqueles baseados no critério de nível crítico e para potássio, tanto o DRIS como o critério de nível crítico apresentaram desempenhos semelhantes.

2.2.4 Recomendações de adubação no bananal

De acordo com Borges, Silva e Oliveira (1997), a aplicação de dosagens de K na bananeira irrigada tem sido feita com base na análise do solo e informações relativas aos experimentos sob condições de sequeiro. Fato que contribui para que a planta não tenha expressado todo seu potencial produtivo e de qualidade de frutos, uma vez que a absorção de nutrientes pelas plantas está relacionada com o nível de disponibilidade de água no solo. Portanto, uma adubação irrigada deve ter com base sempre que possível em dados locais da cultura e nas mesmas condições de irrigação. Além de utilizar de tecnologias que possa contribuir para que se atinjam bons rendimentos. Vale citar a complementação da análise de folha para se verificar se o produto está sendo bem absorvido pela planta.

O K é o nutriente mais importante para a produção de frutos de qualidade superior. A quantidade recomendada varia de 100 a 750 kg de K_2O ha^{-1} dependendo do teor deste elemento no solo. A primeira aplicação deve ser feita em cobertura, no 3º ou 4º mês após o plantio. Caso o teor de K no solo seja inferior a 59 mg dm^{-3} (0,15 cmolc dm^{-3}), iniciar a aplicação aos 30 dias, juntamente com a primeira aplicação de N. Solos com teores de K acima de 234 mg dm^{-3} (0,60 cmolc dm^{-3}) dispensam a adubação potássica (EMBRAPA, 2003).

Aplicações de doses excessivas de adubo potássico podem ter como consequências: a lixiviação do cátion K^+ , um efeito salino no solo e um desequilíbrio catiônico no complexo de trocas do solo, afetando principalmente Ca^{2+} e Mg^{2+} , implicando assim, em efeitos depressivos sobre a produção das plantas (AQUINO, 2003). Com isso, se tem que nem sempre o produtor mesmo aplicando maiores quantias de elementos K se tem a produtividade esperada e frutos de excelente qualidade. De acordo com o autor, pode-se dizer que o excesso traz prejuízos tanto para a cultura como para o bananicultor, já que encarece seus custos com adubos.

A adubação nitrogenada é necessária quando o solo possui pouca capacidade em fornecer a quantidade de (N) exigida por determinada cultura ao longo do seu desenvolvimento. Ele é essencial para vida vegetal, pois é constituinte da estrutura do protoplasma da célula, da molécula da clorofila, dos aminoácidos, das proteínas e de várias vitaminas, além de influenciar as reações metabólicas da planta, (LOPES, 1989). Sendo assim, o nitrogênio absorvido pela planta é de fundamental importância para seu bom

desenvolvimento. Mas vale ressaltar, que as eficiências das doses aplicadas desse mineral dependem do solo, clima da região, fontes de adubos utilizadas, e do poder de absorção pela planta.

O nitrogênio (N) é um nutriente muito importante para o crescimento vegetativo da planta, recomendando-se de 160 a 400 kg de N mineral ha⁻¹ano⁻¹, dependendo da produtividade esperada (EMBRAPA, 2003).

2.3 IRRIGAÇÃO

A água é fator limitante na região do semi-árido brasileiro, então é necessária a utilização de novas tecnologias de manejo sustentável que contribua para uma agricultura irrigável sem prejuízos ao setor de produção brasileira. As precipitações pluviométricas de boa parte dessas regiões cultivadas com bananeiras são insuficientes para o crescimento e o desenvolvimento satisfatório das mesmas, obtendo baixas produtividades e péssima qualidade dos frutos que muitas vezes são inadequados para a comercialização (BORGES; OLIVEIRA, 2000).

Não se pode pensar em uma agricultura sustentável e rentável sem uma irrigação para suprir o déficit de água requerido pela planta, pois sem essa reposição na medida certa e no período certo, exigido pela cultura, pode comprometer a produtividade esperada ou até mesmo toda a produção. A perda total de produção na maioria das vezes acontece quando a planta está na sua fase de máxima demanda hídrica, durante a floração e frutificação, e a sua necessidade de água não é atendida.

Todavia a irrigação muitas vezes pode causar prejuízos ao bananicultor, principalmente quando se utiliza sistemas de irrigação que não são adequados para aquele solo ou aquela cultura específica, por causa de um projeto mal elaborado.

2.3.1 Evapotranspiração das culturas

A evapotranspiração é constituída por dois processos a evaporação e a transpiração. Sendo o primeiro, a passagem do estado líquido passa para a de vapor e o último ocorre

quando as plantas retiram a água do solo e, com ajuda do sol e das condições climáticas, a libertam no ar sob a forma de vapor. A evapotranspiração das culturas é na verdade a necessidade de água que ela consome naquele ambiente e sobre determinadas condições de produção potencial ou não. Portanto, essas necessidades hídricas de uma cultura (ET_c) pode ser observada através de lisímetros. Sendo assim, informações obtidas de medidas diretas para diferentes locais e condições meteorológicas distintas. Assim, com a utilização dessa importante ferramenta tecnológica, conseguiu-se calcular a carência de água nas plantas para cada condição favorável ou não de sua produção máxima.

De acordo com Reichardt e Timm (2004), a perda de água do solo por evaporação e por transpiração pelas plantas é um parâmetro importante no ciclo hidrológico. E que para cada grama de nutrientes absorvida do solo pela planta, centenas de gramas de água precisam ser absorvidas. Sendo assim, constata-se que a nutrição das plantas está intimamente relacionada com a umidade do solo. E que o conhecimento desses dois processos contribui também para se obter um bom planejamento agrícola.

2.3.1.1 Evapotranspiração potencial e real

Para Penman (1956), evapotranspiração potencial é definida como a quantidade de água transferida para a atmosfera por evaporação e transpiração, na unidade de tempo, de uma superfície extensa completamente coberta de vegetação de porte baixo e bem suprida de água. Por conseguinte, o autor comenta que tendo por base uma cultura de referência (planta de baixo porte e condições ótimas). De acordo com Reichardt e Timm (2004), a evapotranspiração máxima (ET_m) é máxima perda de água que certa cultura sofre, em dado estágio de desenvolvimento, quando não há restrição de água no solo. Em vista a citação dos autores acima, conclui-se que a evapotranspiração máxima é a multiplicação do coeficiente de cultura (variante entre os diferentes estádios de desenvolvimento para cada cultura) com a evapotranspiração potencial de referência.

A evapotranspiração é diretamente proporcional à energia disponível, considerando que o solo esteja com disponibilidade de umidade. Para uma cultura vegetal a superfície exposta à radiação não é plana e a absorção assim sendo não é total. Que o vento (pela turbulência) e a umidade do ar, pelo potencial do vapor d'água interferem no processo de evaporação acelerando ou restringindo, (REICHARDT; TIMM, 2004). Assim sendo, a

evaporação é função das condições meteorológicas. Logo, a pressão de vapor na superfície da planta é proporcional à pressão de vapor do ar nas camadas adjacentes. Portanto, quando o ar está no processo de evaporação fica limitado pela difusão do vapor na atmosfera. As diferenças climáticas interferem na evaporação d'água principalmente na temperatura do ar devido está relacionada com a radiação solar.

De acordo com estes autores, a evapotranspiração real ou atual (ET_a) é a que realmente ocorre se houver água disponível no solo e o fluxo de água na planta atende a demanda atmosférica. Então, ET_a será igual a ET_m e se houver déficit de hídrico no solo a demanda atmosférica não é atendida e, assim, ET_a será menor que a ET_m . Em suma, os autores dizem que a evapotranspiração real é igual ou menor que a evapotranspiração potencial ($ETR < ETP$). E que a ETR referisse a quantidade de água transferida para a atmosfera nas condições reais de fatores atmosféricos e umidade do solo. Que qualquer interferências de falta de água a ETR será menor que a ETP o que trará prejuízos na produtividade da cultura. O ideal é sempre a $ETR = ETP$ e assim se obter bons rendimentos. Vale ressaltar que é bem mais difícil e caro a obtenção de dados da evapotranspiração real que da potencial, sendo essa última mais trabalhada a partir de modelos baseados em relações empíricas de forma rápida e precisa. E que existem correlação entre umidade do solo e obtenção de uma situação ideal para a planta.

De acordo com Silva et al. (2005), são inúmeros os métodos para se estimar a evapotranspiração potencial (ETP) em que os mais simplificados apresentam limitações quanto à precisão dos resultados obtidos e os mais complexos apontam a dificuldade de se dispor de todos os dados necessários ao cálculo. Estes autores compararam os métodos de Thornthwaite e Camargo com o de Penman-Monteith, tomado como padrão, com o objetivo de se verificar qual a influência da utilização de cada método na estimativa da ETP diária sobre o dimensionamento econômico de um sistema de drenagem. Em seus resultados observaram as diferenças entre os métodos e que não afetaram significativamente a obtenção do espaçamento econômico entre drenos.

2.3.1.2 Medidas diretas da evapotranspiração por lisímetros

É considerado o método mais preciso para a determinação direta da Evapotranspiração. Mas para que se obtenham dados confiáveis é necessário que os mesmos sejam bem instalados na área. Para Reichardt e Timm (2004), o lisímetro pode medir tanto a

evapotranspiração máxima de uma cultura ET_m como a evapotranspiração real ou atual ET_a já que a diferença está apenas na restrição da água do solo.

Existem diversos tipos de lisímetros que podem ser subdivididos em não pesáveis e pesáveis. Os lisímetros de drenagem ou percolação pertencem à categoria dos não pesáveis, e os lisímetros pesáveis subdividem-se em lisímetro de pesagem mecânica, flutuante e hidráulico.

Segundo os mesmos autores, os lisímetros de drenagem consistem de um tanque (de alvenaria, cimento amianto, etc.) enterrado no solo até uma determinada profundidade (dependendo a cultura a ser estudada), e preenchidos com volume de solo seguindo os mesmos horizontes (Ordem das camadas que ocorre no perfil) do solo da área plantada. No fundo do tanque possui um sistema de drenagem que permite à medida da água do solo. O qual conduzirá a água drenada até um recipiente. No fundo do tanque, coloca-se uma camada de mais ou menos 10 cm de brita coberta com uma camada de areia grossa. Esta camada de brita tem finalidade de facilitar a drenagem de água que percola através do tanque. O tanque deve ser pintado interna e externamente para evitar problemas de corrosão.

Para Allen et al. (2006), a ET_c (evapotranspiração das culturas) é calculada multiplicando a especificidade da cultura através de um coeficiente cultural (K_c), na Tabela 2, para condições favoráveis à obtenção da produção máxima e se essas condições não são verificadas ($K_s \times K_c$), onde K_s é o coeficiente de estresse hídrico com as condições ambientais através da evapotranspiração da cultura de referência (ET_o). Pode-se resumi que, é indispensável que o agricultor tenha conhecimento da quantidade de água a ser aplicada em cada fase de desenvolvimento da cultura, porque ao identificar esses valores de K_c do início ao final (colheita) para a cultura da região, juntamente com os fatores climáticos teremos como resultados o consumo de água pela planta. Formando as equações 1 e 2.

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (\text{em condições satisfatórias}) \quad (1)$$

$$ET_c = K_s \times K_c \times ET_o \quad (\text{em condições não satisfatória}) \quad (2)$$

em que:

ET_c : É a Evapotranspiração das culturas; K_c : Coeficiente cultural; K_s : Coeficiente de estresse hídrico; e ET_o : Evapotranspiração da cultura de referência.

Tabela 2. Coeficientes de cultura (Kc) para a cultura da bananeira nos diferentes meses pós-plantio

Meses															
Pós-plantio	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Kc	0,40	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	1,10	1,10	0,90	0,80	0,80	0,95	1,05

Fonte: Oliveira (2000)

Ainda de acordo com Reichardt e Timm (2004), o solo atinge seu armazenamento máximo depois de molhado e de obtido seu equilíbrio. E a partir desse ponto passa a perder água por evapotranspiração. Os autores falam que, o solo assim como um reservatório só começa a perder água ou, no caso do solo percolar, quando atinge sua capacidade máxima de armazenamento. Então, essa diferença, ou seja, essa água percolada (excessiva) foi o resto da água aplicada diminuída da água consumida (evapotranspirada).

A evapotranspiração potencial, total, máxima para um período qualquer é dada pela equação 3:

$$ETP = \frac{I + P - D}{S} \quad (3)$$

em que:

ETP: É a evapotranspiração potencial (mm ou L m⁻²); I: Irrigação do tanque (litros); P: Precipitação pluviométrica no tanque (litros); D: Água drenada do tanque (litros); e S: Área do tanque (m²).

Quando se deseja obter a ETP (mm dia⁻¹) basta dividir esse valor pelo período correspondente ao total entre a diferença de quando foi aplicada a lâmina e o período que foi coletado a água do tanque.

Segundo Moreira (1999), a quantidade de água nos tecidos da bananeira ‘Nanicão’ é de 95% no pseudocaule, 85% nas folhas, 93% no engaço, 91% no coração e 79% nas pencas. Sendo isso um outro fator de que a planta demanda enormes quantidades de água e que se sofrer por falta de água entre seus ciclos comprometerá toda a produção.

Para Machado e Mattos (2001), os procedimentos de construção e instalação de um sistema de drenagem na forma de espinha de peixe em um lisímetro com lençol freático de nível constante com o objetivo de evitar a retenção da água das precipitações na caixa

principal do lisímetro. Obtiveram como resultados um funcionamento eficiente do sistema de drenagem, com o coeficiente de correlação de 0,97 e o índice “d” de 0,91.

2.3.2 Balanço hídrico

Segundo Allen et al. (2006), o balanço hídrico do solo cultivado é utilizado para estimar as necessidades de água para a rega das culturas. Assim sendo, ele compreende o somatório das entradas de água (parte das necessidades de água da planta supridas) pela precipitação, pela reserva de água do solo e pela ascensão capilar subtraído pelas suas saídas de água pela ET, pela percolação para além da zona radicular e ao eventual escoamento à superfície do solo. E em suma, que as necessidades das plantas são corrigidas pela eficiência da rega. Ou melhor, que a irrigação funciona como uma forma de complementação da demanda hídrica das plantas que não foi suprido.

Segundo os autores acima, o balanço de água no solo é um método que consiste em avaliar os fluxos de água que entram e saem da zona radicular de cultivo dentro de um determinado período de tempo. Sendo assim representado de acordo com a equação 4.

$$ET = R + P - ES - D + C \pm \Delta FS \pm \Delta SW \quad (4)$$

em que:

R: É a Rega (irrigação); P: Precipitação; ES: Escoamento superficial; D: Percolação profunda; C: Capilaridade; ΔSF : Variação de fluxo subsuperficial dentro e fora da zona radicular; e ΔSW : Variação de água no solo.

Onde a rega(R) e a precipitação (P) proporcionam água à zona das raízes e que parte deste volume de água é perdida por escoamento superficial (ES) e percolação profunda (D). A capilaridade (C) transporta a água do nível freático subsuperficial até a zona das raízes e em várias direções tanto para a superfície como para horizontes de fluxos para dentro e fora da raiz (ΔFS). A evapotranspiração pode avaliar todos os fluxos de água, podendo ser, então, deduzido do conteúdo de água no solo (ΔSW) em um largo período de tempo.

Reichardt e Timm (2004), o balanço hídrico é a própria lei da conservação das massas, pois seus processos envolvem energia. E que no sentido agrônomo é fundamental para definir as condições hídricas sob as quais uma cultura se desenvolveu. Os autores relatam que primeiramente se deve saber a camada de solo (a zona de maior parte de absorção de raízes) que se deseja fazer o balanço e sua distribuição em seus vários estágios de crescimento.

2.3.3 Manejo da fertirrigação

A fertirrigação consiste na aplicação de fertilizantes via água de irrigação na zona radicular de acordo com a curva de absorção da cultura. Sendo uma atividade muito praticada pela agricultura irrigada, ela garante ao produtor uma alta rentabilidade bem acima da conseguida pela agricultura de sequeiro (produção agrícola instável). Na verdade ela é considerada uma dose de nutrientes aplicados através da água de irrigação de forma complementar para suprir a necessidade nutricional das plantas. Então, deve-se sempre levar em conta nos seus cálculos a quantidade de elementos minerais existente no solo e na água de irrigação.

Para Oliveira et al. (2005), a fertirrigação constitui no meio mais eficiente de nutrição, já que é indispensável para o crescimento, desenvolvimento e produção das plantas. E que sendo a bananeira uma planta de crescimento rápido que requer quantidades adequadas de nutrientes disponíveis no solo. Portanto, a interação água e fertilizantes aplicados diretamente no sistema radicular aumentam a quantidade de íons para as culturas e diminuem as perdas já que é aplicado na zona das raízes de forma parcelada. Além de reduzir as perdas de fertilizantes por lixiviação e volatilização.

De acordo com estes autores, a fertirrigação é a aplicação de fertilizantes através da água de irrigação. Que a época e a frequência de aplicação dos fertilizantes vão depender da curva de absorção de nutrientes da planta, do sistema de irrigação utilizado e do manejo da irrigação. Para isso, a fertirrigação deve ser manejada e calculada levando em consideração os elementos minerais existente nos recursos naturais (solo e água) e a necessidade nutricional da cultura em suas várias fases de desenvolvimento. E que depois de calculada estas doses de adubos a serem aplicadas via água de irrigação, dá-se início um correto parcelamento que diferencia para cada região, cultura e fases fenológicas que se encontra.

De acordo com Papadopoulos (1999), é necessário grande perícia técnicas e manejo para se formular uma adubação ideal para uma fertirrigação satisfatória. Com isso ele comenta que, as quantidades de fertilizantes para serem obtidas é preciso que se tenham conhecimentos amplos sobre todos os fatores determinantes envolvidos e manejar estas aplicações de acordo com o método de irrigação usado na área. Além de identificar o seu parcelamento se diário ou semanal.

Em vista disto, o produtor deve ter conhecimentos técnicos e não aplicar na sua área uma adubação para uma determinada cultura plantada no sudeste, porque teve sucesso e querer fazer o mesmo aqui no nordeste. Ele terá, assim, prejuízo e podendo até atingir valores bem abaixo da média para aquela variedade na sua região.

Os principais fatores que determinam à quantidade de fertilizantes, segundo o mesmo autor, são as exigências nutricionais das culturas para um determinado rendimento; a remoção dos nutrientes pela cultura; quantidade de nutrientes fornecida pelo solo (HARTZ; HOCHMUTH, 1996); profundidade do sistema radicular; fração do solo ocupado pelas raízes; limite de segurança para o nutriente no solo; o fator de correção; do suprimento de água; pelo método de irrigação e quantidade de nutriente fornecido pela água de irrigação.

Portanto, se o agricultor quiser obter maiores produtividades basta aumentar as doses dos adubos requeridos pela planta para que ela produza o máximo. Todavia, é necessário ter precisão dos cálculos e dos limites tolerados pela planta, além de total segurança no que está manejando. Quando se recomenda uma adubação para determinada cultura ou região deve-se ter conhecimento amplos destes fatores destas interações, para não provocar desequilíbrio nutricional para a planta e não poluir o solo.

2.3.4 Sistema de irrigação localizada por gotejamento

A agricultura irrigada é de relevância importância tanto para o produtor (para aumento de seus rendimentos e melhoria da qualidade de seu produto) como para suprir a crescente demanda por alimentos da população brasileira. Com isso, a irrigação é um fator indispensável para uma agricultura intensa e sustentável. Deste modo, para que ela seja mesmo sustentável e não cause danos ao meio ambiente e, principalmente, ao ser humano, se faz a utilização de boas práticas agrícolas como, por exemplo, um manejo eficiente de uso da água de irrigação. Primeiramente, quando o agricultor decide irrigar sua plantação deve fazer

sua escolha pelo método e sistema de aplicação de água que melhor se adapte as suas condições de: topografia; clima; solo e tipo de cultura. Dentre os vários fatores descritos, o sistema de irrigação localizado, gotejamento e microaspersão é o que apresenta menores limitações quanto a sua utilização, na aplicação de água de irrigação. E deve-se acrescentar que com ele a aplicação de água é feita nas áreas do sistema radicular das plantas o torna mais preciso sua eficiência de aplicação.

De acordo com Oliveira et al. (2005), esse sistema aplica baixas vazões com altas frequências, umedecendo um volume de solo menor do que os outros sistemas, o que reduz as perdas por evaporação. Mas como desvantagens as plantas tornam-se mais dependentes da irrigação, afetando, assim, a qualquer déficit hídrico, de forma mais acentuada o desempenho da cultura.

Os gotejadores são bastante suscetíveis ao entupimento, necessitando, normalmente, de filtros de discos (ou tela) e de filtros de areia. Sendo assim, é um sistema que a água é aplicada diretamente na região radicular em pequenas intensidades (baixa vazão) e alta frequência (turno de rega pequeno), mantendo a umidade do solo próximo à capacidade de campo. Analisando suas vantagens em relação aos demais métodos tem-se que: é um sistema fixo (depois de instalado não pode ser removido); quanto à umidade é parcial do solo (molha apenas a área localizada das raízes da planta); se destaca por apresentar maior eficiência no uso da água e maior eficiência na adubação (fertirrigação); pode ser usada águas de baixa qualidade (devido não molhar a área foliar e, assim, não causar doenças e toxidade a planta); se adapta a terreno com as mais diversas declividades; não sofre influências de ventos; e, principalmente, não causa erosão hídrica. Mas como todo o sistema de irrigação apresenta também suas desvantagens: por serem pequenos os orifícios (saídas de água localizada em toda a extensão de sua linha lateral) seus gotejadores apresentam sensibilidade ao entupimento (necessita se fazer filtragem na água); o desenvolvimento do sistema radicular fica concentrado no bulbo molhado o que traz como consequência seu tombamento e por último o seu custo que é considerado o mais caro de todos, já que é fixo e necessita de sistema de filtragens.

Os gotejadores (saída de água para a planta) são pequenos orifícios que aplicam água em pontos formando um círculo molhado visível sobre a superfície do solo, formando na subsuperfície um bulbo molhado que varia do formato de uma cenoura ao formato de uma cebola, dependendo do tipo solo, arenoso a argiloso. Em solos arenosos se aconselha gotejadores com menores vazões para reduzir as perdas por percolação e menor espaçamento

para garantir uma faixa continua molhada ou maior número de gotejador por planta para cultura em fileira.

Os emissores trabalham com baixas pressões devidas suas vazões serem pequenas muitas vezes inferiores a 10 mca. A sua vazão de saída do orifício (dimensões da seção $0,12\text{mm}^2$) se encontra entre 2 e 20 l h^{-1} . Pode ser encontrado no mercado em suas mais variadas formas e modelos e quanto a variação de vazão podem ser classificados em gotejadores autocompensados (a vazão permanece a mesma ao longo de sua linha lateral, ou melhor, não há diferença entre a água que sai do primeiro e do último gotejador na linha lateral) e não autocompensados (a vazão entre os gotejadores é de mais ou menos 10%).

Para Carvalho et al. (2006), trabalhando com a avaliação de desempenho de um sistema de irrigação localizada tipo gotejamento os seus resultados mostraram que o sistema avaliado apresentou uma baixa eficiência quando comparados com os valores recomendados por alguns autores. Então, os mesmos recomendaram fazer avaliações periódicas no sistema em funcionamento, preferencialmente duas vezes ao ano, devido a entupimento com causados por água da irrigação dentre os fatores.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

A pesquisa experimental foi conduzida pela determinação da evapotranspiração em método direto através do lisímetro de drenagem na Fazenda FRUTACOR, em uma área destinada à pesquisa localizada no DIJA 2.2, Lote 23, dentro do Distrito de Irrigação Jaguaribe – Apodi (DIJA), situada no município de Limoeiro do Norte no Estado do Ceará, cujas coordenadas geográficas são 5°06'38" de latitude sul, 37°52'21" de longitude a oeste de Greenwich e altitude de 143 m. As condições climáticas são caracterizadas por médias anuais de umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, e temperatura de 73,3%, 772 mm e 28,5 °C, respectivamente, o clima da região é BSw'h', pela classificação de Köppen, quente e semi-árida, sendo o trimestre março-maio o período mais chuvoso e o período julho-dezembro o mais seco da região.

Como a bananeira exige calor constante, precipitações bem distribuídas e elevada umidade para o seu bom desenvolvimento e produção se observa que, há uma lacuna a ser preenchida quanto à necessidade de precipitações, já que ela se concentra somente durante três meses.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Os solos da região são caracterizados como jovens, de boa estrutura física, de boa fertilidade natural, devido ser de origem calcária, apresentam pH natural de neutro a alcalino e de proporcionar facilidade no uso de máquinas agrícolas muito utilizadas nos tratos culturais da bananeira (BORGES; CALDAS, 2003). Suas classificações segundo análises físicas e químicas feitas antes do plantio é tida como Cambissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, textura Franco-argilo-arenoso nos horizontes de 0 – 20 cm e franco-argilosa nos horizontes de 20 – 40 cm, com argila natural de 122 g kg⁻¹ na camada de 0 – 20 cm e 136 g kg⁻¹ (Tabela 3) atividade alta a fraca. E de acordo com a características químicas do solo (Tabela 4), apresenta o elemento mineral K⁺ (potássio) nas quantidades de 17,61 e 6,81mmolc dm⁻³,

respectivamente, nos horizontes 0 – 20 e 20 – 40. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Água para fins de Irrigação do IFCE – Campus Limoeiro do Norte – Ceará.

TABELA 3. Características físicas do solo da área experimental antes do plantio, nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm, na região da chapada do Apodi, Limoeiro do Norte-Ceará

Características físicas	Horizontes	
	0 a 20 cm	20 – 40 cm
Areia grossa (g kg ⁻¹)	290	191
Areia fina (g kg ⁻¹)	272	243
Silte (g kg ⁻¹)	175	200
Argila (g kg ⁻¹)	263	366
Argila natural (g kg ⁻¹)	122	136
Classificação Textural	Franco argilo arenosa	Franco argilosa
Densidade global (g cm ⁻³)	1,34	1,35
Densidade Partíc. (g cm ⁻³)	2,53	2,56
Umidade 0,033MPa g 100g ⁻¹	16,6	19,2
Umidade 1,5 MPa g 100g ⁻¹	12,0	14,1
Água Útil g 100g ⁻¹	4,6	5,1
C. E. (dS m ⁻¹)	2,58	0,62

FONTE: Laboratório de Solos e Água para Irrigação do IFCE – Campus Limoeiro do Norte – Ceará.

TABELA 4. Características químicas do solo da área experimental antes do plantio, nas camadas de 0 – 20 e 20 – 40 cm, na região da chapada do Apodi, Limoeiro do Norte-Ceará

Química		Horizontes	
		0 a 20 cm	20 – 40 cm
C	g kg ⁻¹	12,12	7,32
MO	g kg ⁻¹	20,89	12,62
pH	-	7,2	7,3
P	mg dm ⁻³	45	13
K ⁺	mmol _c dm ⁻³	17,61	6,81
Ca ²⁺	mmol _c dm ⁻³	96,0	79,0
Mg ²⁺	mmol _c dm ⁻³	27,0	11,0
Na ²⁺	mmol _c dm ⁻³	8,27	5,59
Al ³⁺	mmol _c dm ⁻³	0,0	0,0
H + Al ³⁺	mmol _c dm ⁻³	13,6	22,3
SB	mmol _c dm ⁻³	148,9	102,4
CTC	mmol _c dm ⁻³	162,5	124,7
V	%	92	82
m	%	0	0
PST	%	5	4

FONTE: Laboratório de Solos e Água para fins de Irrigação do IFCE – Campus Limoeiro do Norte – Ceará.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA ESTUDADA

Foi escolhido o genótipo Prata por apresentar segundo SILVA et al. (2000) e OLIVEIRA (1993), as seguintes características: SH3640, grupo genômico AAAB, também conhecida como Prata Graúda ou Pacovan Apodi, apresenta-se como moderadamente resistente a Sigatoka Amarela e altamente suscetível a Sigatoka Negra e altamente resistente ao Mal do Panamá. E principalmente por seus frutos serem parecidos com os da cultivar Prata uma das mais consumida. As mudas utilizadas foram do tipo brotos originariam de meristemas e aclimatizadas em viveiros por 45 dias e, logo depois, levadas ao campo para serem plantadas no local definitivo. A fazenda Frutacor recebeu as mudas em pequenas bandejas de isopor e planta primeiramente em sacos plásticos onde permanecem nos viveiros até estarem prontas para o plantio (Figura 4).



Figura 4. Mudas de bananeira em pequena bandeja de isopor (A) e viveiro com mudas em sacos plásticos sendo aclimatizadas na fazenda Frutacor (B)

3.4 CARACTERIZAÇÃO DOS LISÍMETROS

3.4.1 Lisímetro de drenagem

Os dois lisímetros de drenagem foram em caixa de fibra de vidro com capacidade de 3.000 litros, com dimensões internas de 2,50 m x 1,20 m e profundidade de 1,50 m (Figura 5). As duas caixas foram enterradas a 1,40 m de profundidade e providas de uma rede de drenagem, constituída de uma camada de brita zero e tubos perfurados de 50 mm. Uma rede de tubos de 25 mm de diâmetros ligando os lisímetros à estação de coleta da água drenada (resto ou diferença da água aplicada mais a chuva menos a evapotranspiração).



Figura 5. Lisímetro de drenagem uma caixa de fibra de vidro com capacidade de 3.000 litros situado no lado direito da área experimental (Ld₂)

Esses lisímetros de drenagem foram instalados na implantação do bananal em janeiro de 2006 e no centro das subáreas 1 e 2, conforme Figura 6. O sentido das duas caixas de fibra de vidro (lisímetro) foi perpendicular à direção da fileira dupla, sendo o comprimento entre uma das linhas de planta e a rua. Ou seja, ficando a largura na direção do espaçamento entre plantas da mesma fileira e as duas bananeiras posicionadas no centro dos dois lisímetros de drenagem. Como estamos no quarto ciclo à bananeira desenvolveu bem, estando localizada próxima das bordas dos lisímetros. No primeiro lisímetro da área 1 (lado esquerdo), a planta

direcionou-se para o sentido da estação coletora e no segundo lisímetro da área 2 direcionou-se no sentido contrário da estação coletora.

A remoção do solo para instalação dos dois lisímetros foi feita em camadas de 20 cm, as quais foram colocadas em lonas de polietileno, determinando-se suas respectivas densidades, visando retroagi-las para os lisímetros na mesma posição e densidade inicial. Os preenchimentos dos lisímetros foram feitos em camadas de aproximadamente 10 cm, deixando-as na mesma ordem da condição inicial e ajustando se preciso suas densidades. Em cada uma das caixas (lisímetros), foi instalado um sistema de drenos de tubulações em PVC interligando formando uma rede de drenagem sob o solo, a qual foi responsável pela condução da água até a estação de coleta. Dentro desta única estação coletora existia dois pontos de coleta de água uma do lisímetro 1 e outra do lisímetro 2 (Figura 7).

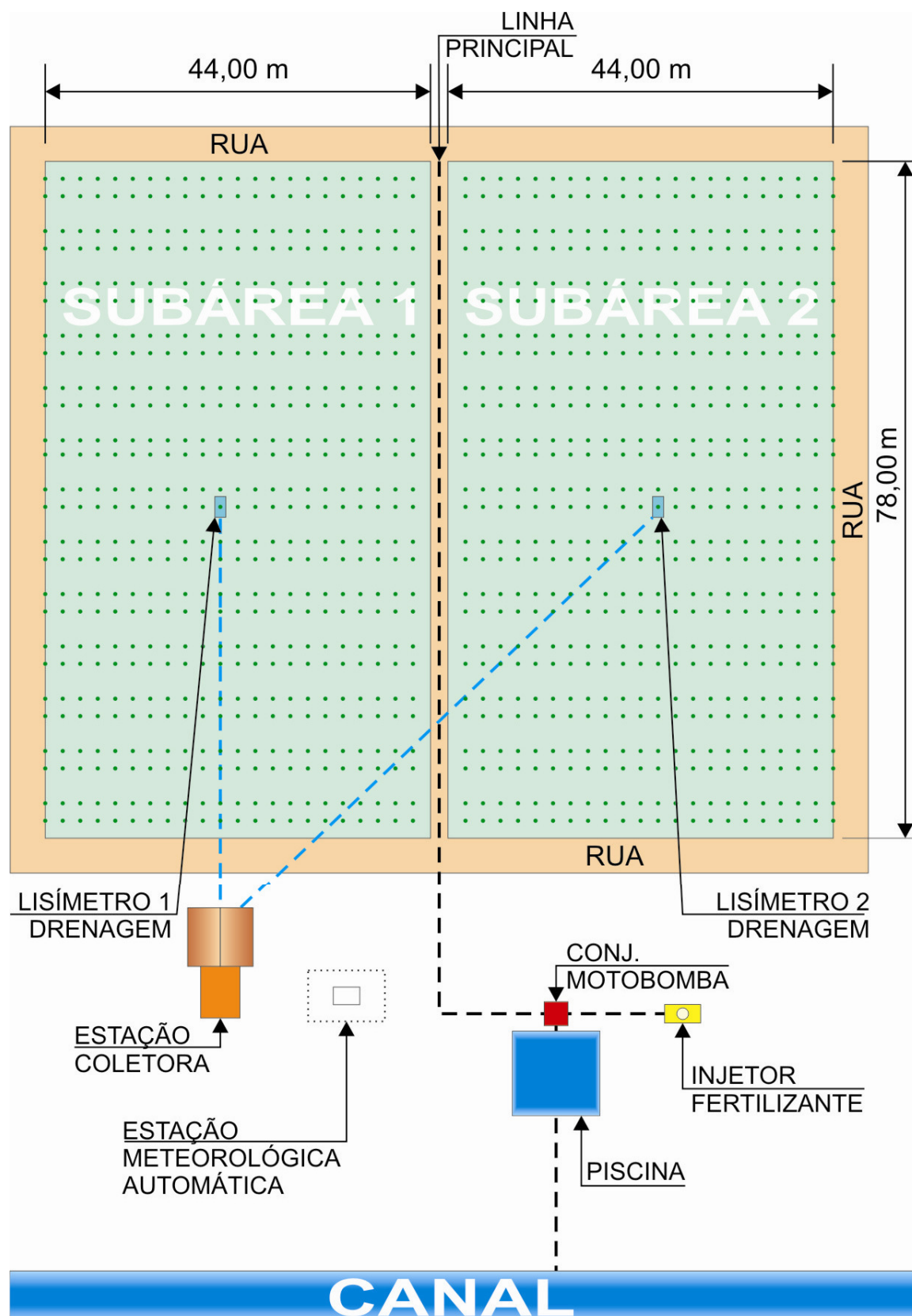


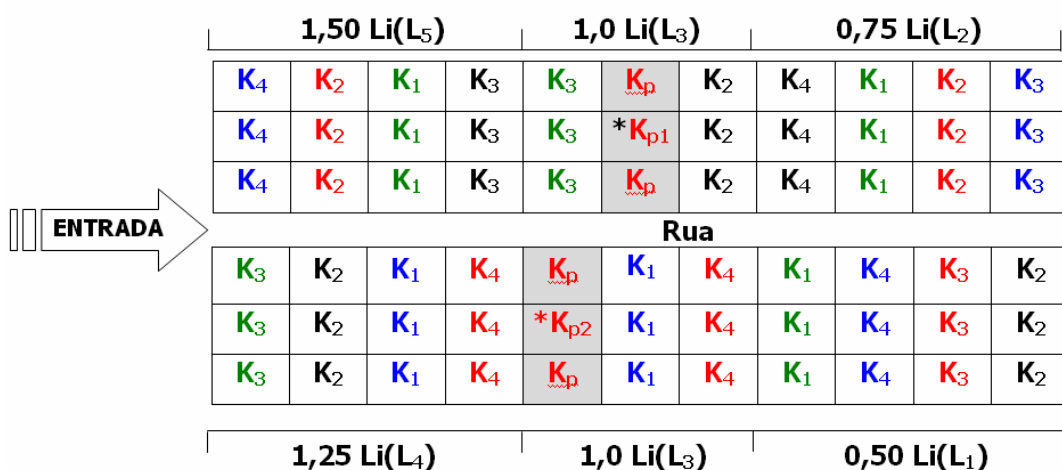
Figura 6. Layout da área experimental da cultura da bananeira cv. Pacovan Apodi demonstrando toda a vista superior da área com detalhes e suas respectivas posições (BARROSO, 2009)



Figura 7. Estação coletora dos dois lisímetros de drenagem e pontos de coleta da água drenada, Limoeiro do Norte, Fazenda FRUTACOR

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi implantado no dia 10/03/2006 com a cultura da banana do tipo broto na variedade Pacovan Apodi. O delineamento experimental foi feito em blocos ao acaso com arranjo em parcelas sub. subdivididas e 03 (três) repetições, conforme (Figura 8). Os tratamentos consistiram da combinação de 05 (cinco) lâminas de irrigação ($L_1 = 50\%$, $L_2 = 75\%$, $L_3 = 100\%$, $L_4 = 125\%$ e $L_5 = 150\%$) da evapotranspiração da cultura, 04 doses de potássio ($K_1 = 0\%$, $K_2 = 60\%$, $K_3 = 140\%$ e $K_4 = 200\%$ do K indicado pela análise de solo, (kg ha^{-1}) e K_p = padrão seguindo as recomendações utilizadas atualmente pela empresa (FRUTACOR). Esses adubos eram aplicados através de injetor tipo Venturi no sistema de irrigação por gotejamento em quantidades proporcionais a cada fase de desenvolvimento da cultura, que a Fazenda FRUTACOR identificou como crescimento 2, produção 1 e produção 2. Onde crescimento 2 iniciou de 90 dias após plantio a 30% dos cachos na área (30% de 60 cachos = 18 cachos), produção 1 de 30% a 50% dos cachos lançados na área (de 18 a 30 cachos lançados) e produção 2 mais de 50% dos cachos lançados na área (31 a 60 dos cachos da pesquisa). A fonte de potássio aplicada na fertirrigação foi o sulfato de potássio (K_2SO_4) em proporções diferentes para cada fase do estágio de desenvolvimento das plantas analisadas durante o 4º ciclo de produção.



* posição dos dois lisímetros de drenagens Li : Lâmina de irrigação indicada pelos lisímetros

K_p : Padrão (recomendado pela análise de solo) L₁ : 50% da ETC do lisímetro de drenagem

K₁ : 0% de potássio padrão

L₂ : 75% da ETC do lisímetro de drenagem

K₂ : 60% de potássio padrão

L₃ : 100% da ETC do lisímetro de

drenagem

K₃ : 140% de potássio padrão

L₄ : 125% da ETC do lisímetro de

drenagem

K₄ : 200% de potássio padrão

L₅ : 150% da ETC do lisímetro de drenagem

Figura 8. Esquema da área experimental com detalhes após casualização das lâminas de irrigação e doses de potássio, Limoeiro do Norte, Fazenda FRUTACOR

As lâminas de irrigação foram determinadas por lisimetria, utilizando-se de dois lisímetros de drenagem. O sistema de irrigação foi avaliado duas vezes (metade e final) do quarto ciclo da cultura. A parcela experimental foi constituída de uma fileira dupla de plantas, com 30 plantas no total e 10 por repetição. De cada 10 plantas da fileira dupla, uma das plantas centrais de cada repetição foi usada como parcela útil, conforme (Figura 9). A área ocupada por cada uma das plantas pertencentes à pesquisa foi de 6,0 m², resultando numa área total do experimento de 6.864 m². A área foi plantada com uma total de 1690 plantas, das quais apenas 60 plantas foram monitoradas e avaliadas durante a pesquisa.

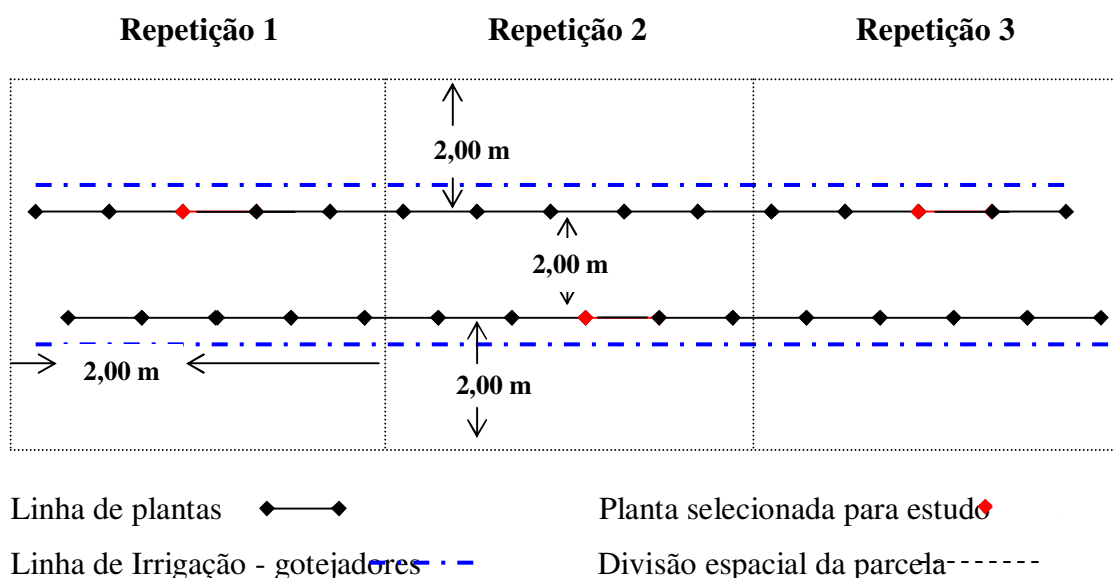


Figura 9. Detalhamento de uma parcela experimental com 03 repetições para um dos níveis de irrigação e adubação, Limoeiro do Norte, Fazenda FRUTACOR

3.5.1 Condução do experimento

3.5.1.1 Instalação e plantio do pomar

A implantação da bananeira Pacovan Apodi foi conforme o padrão da região. Inicialmente foi observado o estado da fertilidade do solo em diferentes perfis para a correção do fósforo na fundação. O plantio foi realizado em sistema de fileiras duplas com espaçamentos de 4,0 m x 2,0 m x 2,0 m e tem duas linhas laterais com gotejadores por fileira dupla de planta. As mesmas estão posicionadas na lateral da rua porque caso coloca-se entre fileiras duplas poderia acontecer o fechamento do espaço de 2,00 metros entre linhas. Então, ficou do lado da rua de 4,00 metros para que as bananeiras desenvolvessem acompanhando a

umidade encontrada no solo através da linha de gotejadores e, assim, evitar que a fileira dupla se feche.

O 4º ciclo (terceiro seguidor) foi avaliado seguindo a mesma metodologia de estudo do 1º ciclo, 2º ciclo e 3º ciclo. Os tratamentos de diferentes lâminas e doses de potássio foram os mesmos para todos os ciclos pesquisados. Assim como o manejo dentro da área também foi o padrão para os quatros ciclos.

3.5.2 Fenologia das plantas

O acompanhamento da fenologia de cada uma das plantas sorteadas (60) iniciou depois da emissão da inflorescência (coração) do 3º ciclo, ou melhor, quando a inflorescência ainda estava começando a surgir entre as folhagens do ciclo anterior. A fenologia ocorria todo dia 10 de cada mês e consistia na contagem do número de folhas, altura das plantas, medidas das circunferências do pseudocaule e das larguras e comprimento da 3ª folha de cada planta estudada. A contagem do número de folhas emitidas em cada mês era feita utilizando uma fita que era posta para identificar a última folha contada. Mas quando se contava com uma folha que já estava com 50% de sua abertura concluída, a fita era posta na folha anterior para que não prejudicasse seu desenvolvimento. A altura da planta era feita utilizando uma fita métrica de 5 metros que era esticada do solo próximo ao tronco até a emissão da última folha. As medidas das circunferências também eram feitas com uma fita métrica ao redor de cada pseudocaule. As medidas da largura e comprimento da 3ª folha eram feitas com a mesma fita métrica utilizada nas demais medidas.

Já o manejo da irrigação começou logo após a colheita dos dois cachos das duas plantas plantadas dentro dos dois lisímetros de drenagem instalados nos centros das duas subáreas.

3.5.3 Atividades realizadas na área de pesquisa

3.5.3.1 Manutenção

Os tratos culturais feitos na área de pesquisa eram:

- a) avaliação dos gotejadores;
- b) desfolha, desbrota, corte do pseudocaule após a colheita, retirada dos pseudocauls murchos, toalhete;
- c) capina feita utilizando herbicida e
- d) corte da ráquis masculina seguindo da colocação de uma fita no pseudocaule da planta.

A avaliação do sistema de irrigação por gotejamento foi feita em todo sistema no início (Apêndice 1) e final (Apêndice 2) do 4º ciclo de produção após a limpeza do sistema de irrigação e periodicamente nos gotejadores dos lisímetros (Apêndice 3) no início e final do 4º ciclo de produção após a limpeza do sistema. Essa avaliação nos gotejadores dos dois lisímetros foi feita em todos os gotejadores da planta de cada Lisímetro, no caso nos seis gotejadores. A avaliação do sistema geral foi feita selecionando quatro posições na linha secundária para identificar as linhas em funcionamento na subárea 1, e quatro posições também na subárea 2, conforme a metodologia proposta por Keller e Karmelli (1975). A mesma metodologia usada também para selecionar as plantas no tratamento, considerando não o comprimento da linha lateral, mas o número de plantas na linha.

A desfolha, desbrota, corte do pseudocaule após a colheita retirada dos pseudocauls murchos e toalhete eram feitos sempre que necessário para manter a área totalmente limpa e conseqüentemente livre de pragas e doenças, além de evitar a competição por nutrientes disponíveis no solo e na água de irrigação (fertirrigação).

A capina usada foi à química para o controle do mato da área de pesquisa. Devido às bananeiras possuírem sistema radicular superficial e frágil, esse é considerado o melhor método de combate às plantas daninhas. Como no bananal tinha muita cobertura morta (restos culturais da própria bananeira que contribui para controle das ervas daninhas, ajuda a conserva a umidade do solo, evita problemas de compactação da camada superficial do solo e contribui para o fornecimento de nutrientes a planta) quantidade de mato era bem restrita e se concentrava mais ao longo das linhas de gotejadores e na rua divisória da área. O controle químico foi feito com o emprego de herbicidas seletivos aplicados através de um pulverizador costal. Dentro deste pulverizador tinha uma solução composta de: 100 mL de gramoxone, 10 mL de adesil e 20 L de água. Sua aplicação na área era feita nas primeiras horas da manhã, ou seja, no máximo até as 10 horas da manhã pelo fato de sua aplicação ser mais eficaz, ou melhor, ação da solução ser maior em combater as ervas daninhas. Sempre que o funcionário

tenha que fazer a capina de forma química utilizava EPI (Equipamento de Proteção Individual) e iniciava a aplicação da solução na área no sentido contrário a direção do vento para evitar que o vento jogasse o herbicida sobre ele à medida que fazia a aplicação no restante da área de pesquisa.

O corte da ráquis masculina seguindo da colocação de uma fita no pseudocaule da planta era uma prática cultural feita na área toda semana. A retirada da ráquis era feita quando a mesma estava a aproximadamente 10 cm de distância das últimas pencas do cacho formado. Essa prática ajuda no enchimento das bananas e consequentemente aumento do peso do cacho. Pode-se dizer também que a eliminação do coração assim que as pencas tiverem emergido é uma medida preventiva de controle da murcha bacteriana ou Moko (*Pseudomonas solanacearum*). Logo após a eliminação do coração (ráquis) uma fita era posta no tronco da bananeira. Assim, cada semana era colocada na área uma cor de fita diferente e quando todas as cores eram utilizadas, repetia tudo novamente só que agora com um nó na ponta da fita, então, por exemplo, na folha controle de colocação da fita na área ficava fita cor branca com nó e a data da colocação da mesma no pseudocaule e a data da futura colheita da planta após 90 dias. Depois de completado os 90 dias do corte do mangará seguido da colocação da fita os cachos estavam prontos para serem colhidos. A colheita dos cachos era feita pelo pessoal responsável pela colheita na fazenda com bastante prática. Eles já chegavam à área sabendo as cores de fita que iam colher na área e depois de colhido cada cacho retirava a fita e colocava na bolsa para que fosse dada baixa no programa de computador das fitas que já foram colhidas.

Em seguida, os cachos eram transportados por tratores acoplados com carroções (Figura 10A) até o galpão de processamento. Às vezes eram colhidos cachos uma semana antes dos 90 dias quando os clientes faziam pedidos de bananas mais magras. Na área de pesquisa tinha destinados à venda e os 60 cachos do experimento. Os cachos de venda eram processados junto com os outros cachos da fazenda. O processamento consistia em despalma dos cachos (Figura 10B), lavagem, encaixamento, pesagem e depois eram colocados em caminhões para serem transportados para os locais de revenda. Os cachos de pesquisa eram despalmados e colocados cada cacho em uma caixa para serem pesados (Figura 10C). Na despalma do cacho apenas as palmas com bananas de primeira eram pesados nas caixas, então tinha cacho que a última penca não era colocada para ser pesada porque apresentava defeitos. A penca central tinha uma fita que identificava cada tratamento que foi colocado no campo quando o cacho foi contado as pencas e o número de bananas por palma. Essa penca era contada o número de bananas e feito medida de comprimento e diâmetro das duas bananas

centrais superior da palma. Logo depois eram transportadas para a câmara de maturação do IFCE de Limoeiro do Norte para quando maduras serem analisadas nos Laboratórios de Solo e de Alimentos.



Figura 10. Carroções para transportar os cachos dentro da fazenda (A), cachos para venda sendo despalmados (B) e caixa com um único cacho demonstrando a penca central com a fita de identificação com o tratamento e repetição (C)

3.5.4 Fertirrigação da área experimental

As fertirrigações com potássio foram semanais com aplicações parceladas na área de pesquisa, sendo um dia nos tratamentos K_1 , K_2 e K_p e no dia seguinte nos tratamentos K_3 e K_4 , essas adubações mudaram de acordo com as fases que a bananeira se encontrava (Tabela 5). O volume de água e tempo de cada aplicação das doses (Tabela 6) de adubos no sistema era injetado juntamente com as irrigações que eram controladas manualmente através de registros instalados para cada linha fileira de plantas. Portanto, conforme o cronograma de execução da fertirrigação da empresa FRUTACOR, a cultura da banana da variedade Pacovan Apodi do tipo rizoma seguiu as seguintes especificações para serem adubadas: inicia a fertirrigação com

30 dias após o plantio; o crescimento 1 inicia dos 30 dias até 90 dias após o plantio; o crescimento 2 inicia de 90 dias após plantio a 30% dos cachos lançados na área; na Produção 1 30% a 50% dos cachos lançados na área e Produção 2 mais de 50% dos cachos lançados na área. No caso da área de pesquisa, como foi analisado o 4º ciclo, iniciou-se dia 21 de maio de 2008, no crescimento 2 até 30% dos cachos lançados pelas plantas selecionadas para estudo (60 plantas úteis) dia 15 de setembro de 2008, em síntese até 18 cachos lançados das 60 plantas selecionadas; na produção 1 no dia 16 de setembro de 2008 compreendida de 30% a 50% dos cachos lançados do total de 60 que corresponde a quantia de 18 a 30 emitidos em 16 de outubro de 2008 e por último na produção 2 em 17 de outubro de 2008 mais de 50% dos cachos, ou melhor, de 31 até os 60 cachos no dia 14 de abril de 2009.

Tabela 5. Fertirrigação nas fases de crescimento e produção da bananeira pacovan Apodi

Tratamentos	Fertilizantes	Crescimento 2	Produção 1	Produção 2
K ₁	URÉIA	8,7 Kg	6,6 Kg	4,4 Kg
	POTÁSSIO	0,0 Kg	0,0 Kg	0,0 Kg
	MAGNÉSIO	1,5 Kg	1,4 Kg	1,4 Kg
	ÁCIDO	0,8 L	0,8 L	0,8 L
K ₂	URÉIA	8,7 Kg	6,6 Kg	4,4 Kg
	POTÁSSIO	2,3 Kg	3,5 Kg	5,9 Kg
	MAGNÉSIO	1,5 Kg	1,4 Kg	1,4 Kg
	ÁCIDO	0,8 L	0,8 L	0,8 L
K ₃	URÉIA	8,7 Kg	6,6 Kg	4,4 Kg
	POTÁSSIO	5,3 Kg	8,3 Kg	13,7 Kg
	MAGNÉSIO	1,5 Kg	1,4 Kg	1,4 Kg
	ÁCIDO	0,8 L	0,8 L	0,8 L
K ₄	URÉIA	8,7 Kg	6,6 Kg	4,4 Kg
	POTÁSSIO	7,6 Kg	11,8 Kg	19,6 Kg
	MAGNÉSIO	1,5 Kg	1,4 Kg	1,4 Kg
	ÁCIDO	0,8 L	0,8 L	0,8 L
K _p	URÉIA	10,5 Kg	7,9 Kg	5,2 Kg
	POTÁSSIO	4,5 Kg	7,1 Kg	11,7 Kg
	MAGNÉSIO	1,8 Kg	1,6 Kg	1,6 Kg
	ÁCIDO	0,9 L	0,9 L	0,9 L

Tabela 6. Volumes de água e tempo de avanço do adubo em cada tratamento

Tratamento		Crescimento 1	Produção 1	Produção 2
K ₁	ÁGUA	12 L	9 L	7 L
	TEMPO	39 min	39 min	30 min
K ₂	ÁGUA	32 L	41 L	60 L
	TEMPO	75 min	60 min	75 min
K ₃	ÁGUA	60 L	84 L	131 L
	TEMPO	63 min	85 min	108 min
K ₄	ÁGUA	81 L	116 L	184 L
	TEMPO	122 min	105 min	138 min
K _p	ÁGUA	55 L	75 L	112 L
	TEMPO	30 min	36 min	36 min

O Nitrogênio, o Magnésio e o Ácido Nítrico também foram aplicados na calda e injetados na irrigação e seguiu o mesmo critério de uso padrão do produtor (via análise de solo) só com uma diferença inferior a utilizada pela Fazenda FRUTACOR, assim como a necessidade de micronutrientes. Contudo, foi analisado o 4º ciclo da banana Pacovan Apodi e suas variáveis respostas para os diferentes tratamentos onde cada uma das cinco lâminas foi combinada com as três doses de potássio e a sem potássio. Com exceção de K_p (padrão da fertirrigação da FRUTACOR) que só foi aplicado nas linhas com irrigação com 100% da Etc (L₃) e nas bordas da área de pesquisa. O tratamento L₃K_p dos lisímetros foi usado somente para manejar a irrigação não tendo nestas duas meias fileira dupla nenhuma das 60 plantas da pesquisa. O cálculo da fertirrigação foi feito para as três fases fenológicas da cultura da banana cv. Pacovan Apodi. Para cada fertirrigação era aplicada uréia (13,4g planta⁻¹, 20,33g planta⁻¹, 13,42 g planta⁻¹, respectivamente para crescimento 2, produção 1 e produção 2), o sulfato de magnésio (2,33g planta⁻¹, 4,17 g planta⁻¹, 4,17 g planta⁻¹) e ácido nítrico (1,17 g planta⁻¹, 2,33 g planta⁻¹, 2,33 g planta⁻¹). No crescimento 2 foram 17 aplicações, na produção 1 foram 4 aplicações e na produção 2 um total de 26 aplicações. O total geral da quantidade de fertilizante (K₂SO₄ = 50% K₂O) por planta no quarto ciclo de produção foi de 1.048,3 g planta⁻¹, 0 g planta⁻¹, 635,7 g planta⁻¹, 1.475,2 g planta⁻¹, 2.110,5 g planta⁻¹, respectivamente para cada tratamento K_p e testemunha, K₁, K₂, K₃ e K₄.

A solução composta por fertilizantes e água era feita em uma caixa d'água onde essa água era medida em bombona e os adubos colocados dentro de um balde plástico e empenhados em uma balança pequena de gancho. O fertirrigador usava uma ripa para

mexer para dissolver bem os adubos (Figura 11). A calda é injetada no sistema de irrigação por meio de um Venturi.



Figura 11. Calda (solução) feita com fertilizantes e água

3.5.4.1 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação era composto pelo conjunto motobomba, cabeçal de controle, linha principal, linha de derivação, linha lateral e gotejadores. A bomba era KSB 7,5 cv Meganorm instalada dentro da casa de bombeamento. O cabeçal de controle era situado após a bomba tinha um filtro grande de disco retirada das impurezas da água que antes e depois dele tinha manômetros para controle da pressão do sistema. Depois um injetor tipo Venturi que injeta os adubos na água de irrigação. Estes aparelhos utilizam a pressão efetiva negativa para succionar os fertilizantes (Figura 12A) da calda e injetava na água de irrigação. A linha principal e de derivação eram de PVC e as linhas laterais eram de polietileno onde os gotejadores eram conectados na linha (Figura 12B). Para controlar as irrigações cada tratamento tinha duas linhas laterais que tinham registros manuais no início para fechar e abrir no momento desejado a rega ou não da área. As linhas laterais eram de diâmetro nominal de 13 mm. A irrigação localizada por gotejamento utilizada na cultura da banana era composta por emissores modelo RAM autocompesante da marca Netafim que trabalhava com pressão

acima de 0.5 kgf cm^{-1} . Cada planta era regada por cinco emissores com espaçamento entre eles de 0,40 m e vazão de $2,3 \text{ L h}^{-1}$ (Figura 12C).

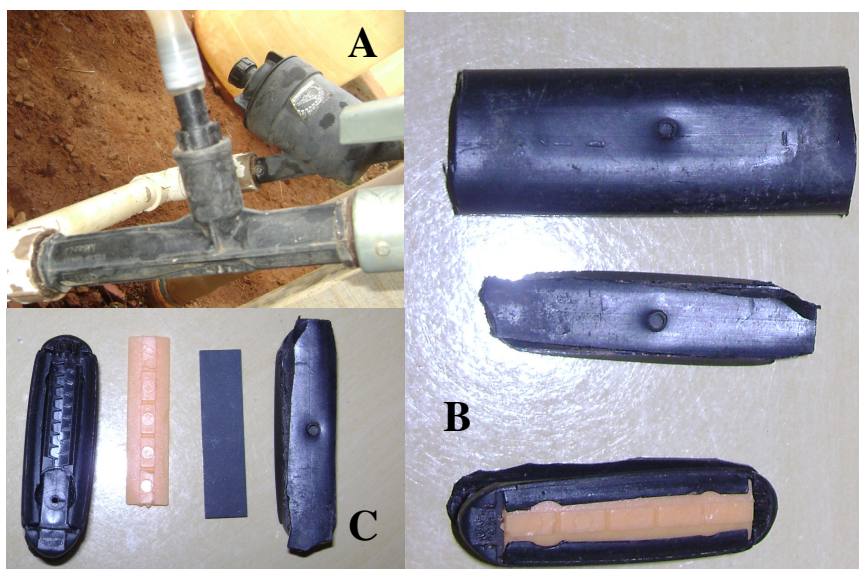


Figura 12. O injetor tipo Venturi para aplicação da solução (A), linha lateral ou fita de polietileno com o emissor conectado a linha (B) e gotejador desmontado com visualização do labirinto e do diafragma (C)

As diferentes doses de irrigação eram aplicadas na área através de cinco lâminas sendo controladas através do tempo em que cada tratamento era ligado. Quando se coletava a água dos dois lisímetros, digitava na planinha de irrigação, que como estava com fórmulas, já dava o tempo que cada uma das lâminas deveria permanecer ligada na área. Para não aplicar todas as lâminas de uma só vez esse tempo era dividido por dois sendo parte da lâmina pela manhã e outra à tarde. A irrigação aplicada no tratamento L_3 que corresponde a 100% da ETc do lisímetro era a base para saber o volume de água consumida no dia anterior (ETc). De acordo com a seguinte equação:

$$V = \frac{Ti \times (ng \times q)}{60} \quad (5)$$

em que:

V: É o Volume aplicada na área no dia anterior, L; Ti: Tempo de irrigação da L_3 com 100% da ETc, min; ng: Número de gotejadores planta⁻¹ do lisímetro; e q: Vazão média dos gotejadores, em L h^{-1} .

O cálculo era feito assim com o valor de L_3 dado na planilha Ti, depois multiplicá-lo pela vazão aplicada no Lisímetro (6 emissores vezes a vazão) e em seguida dividir por 60 minutos, obtendo o resultado em litros (equação 5). Já o cálculo da ETc média era feito pela média das duas ETc móveis das duas equações abaixo:

$$VL_1 = \frac{0,5 \times ET_{cm}}{Ef} \quad (6)$$

em que:

VL_1 : Volume aplicado a 50% da ETc média na lâmina L_1 , L; ET_{cm} : Evapotranspiração média da cultura, L; e Ef : Eficiência do sistema de irrigação por gotejamento 0,95.

$$TiL_1 = \frac{VL_1 \times 60}{(ng \times q)} \quad (7)$$

em que:

TiL_1 : Tempo de irrigação da L_1 com 50% da ETc, min; VL_1 : Volume aplicado a 50% da ETc média na lâmina L_1 , min; ng : Número de gotejadores planta⁻¹ do lisímetro; e q : Vazão média dos gotejadores, L h⁻¹.

A equação (6) e equação (7) demonstraram os cálculos feitos na planilha de irrigação para obter o volume em litros e o tempo em minuto para a lâmina L_1 com 50% da ETc em litros.

3.6 DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO E DO COEFICIENTE DE CULTURA

A evapotranspiração da cultura foi determinada por dois lisímetro de drenagem instalados na área experimental. Nos lisímetros de drenagem a evapotranspiração diária foi determinada pelo balanço médio de entrada e saída de água, de acordo com as seguintes equações:

$$Etc = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2}{2} \quad (8)$$

$$\Delta L = I + P - D \quad (9)$$

em que:

ΔL_1 : É a Diferença entre a entrada e saída de água no lisímetro 1, mm; ΔL_2 : Diferença entre a entrada e saída de água no lisímetro 2, mm; I: Água de irrigação, mm; P: Precipitação no período, mm; e D: Água drenada no lisímetro, mm.

A evapotranspiração de referência foi determinada pela equação Penman-Monteith-FAO no programa REF ET com dados coletados no período de 20 de março de 2008 a 06 de janeiro de 2009 da estação meteorológica instalada na área de produção da fazenda FRUTACOR. Os dados da estação meteorológica eram todos computados na escala horária e para inserir no programa foi necessário fazer uma média diária.

A ETo foi estimada pelo método da FAO Penmann-Monteith da seguinte equação:

$$ET = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)} \quad (10)$$

em que:

Eto: É a Evapotranspiração de referência, mm d⁻¹; R_n: Radiação líquida à superfície da cultura, MJ m⁻² d⁻¹; G: Densidade do fluxo de calor do solo, MJ m⁻² d⁻¹; T: Média da temperatura do ar a 2 m de altura, °C; U₂: Velocidade do vento a 2 m de altura, m s⁻¹; (e_a – e_d): Défice da pressão de vapor medido a 2 m de altura, kPa; Δ: Declive da curva de pressão de vapor, kPa °C⁻¹; γ: Constante psicrométrica, kPa °C⁻¹; e 900: Coeficiente para a cultura de referência, kJ⁻¹ kg K; resultante da conversão de segundos para dias e de coeficientes devidos à substituição das variáveis ρ, c_p e r_a, 0,34 coeficiente de vento para a cultura de referência, kJ⁻¹ kg K, resultante da razão r_s/r_a (i.e. 70/208 = 0,34); e 0.408 valor para 1/λ com λ = 2.45 MJ kg⁻¹.

A evapotranspiração de referência (ET_o), equação(10) define-se como a taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência hipotética, para a qual se assume uma altura de 0,12 m, uma resistência de superfície constante de 70 s m⁻¹ e um albedo de 0,23, semelhante à evapotranspiração de um extenso coberto de relva verde de altura uniforme, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo e bem abastecido de água.

O coeficiente de cultura (K_c) foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (11)$$

em que:

ET_c: É a Evapotranspiração da cultura, mm dia⁻¹; ET_o: Evapotranspiração da cultura de referência, mm dia⁻¹; e K_c: Coeficiente da cultura.

O coeficiente de cultura (K_c), equação (11), foi identificado a partir dos valores obtidos com a evapotranspiração da cultura e a de referência. Já os estádios de desenvolvimento, foram identificados pela cobertura da superfície do solo e estágio fenológico da planta.

3.7 EFEITOS DAS LÂMINAS E DOSES DE POTÁSSIO ENTRE OS CICLOS DE PRODUÇÃO 1º, 2º, 3º E 4º DA BANANEIRA PACOVAN APODI EM LIMOEIRO DO NORTE, NA REGIÃO DA CHAPADA DO APODI

As características avaliadas durante os ciclos 1º, 2º (COSTA, 2009), 3º (BARROSO, 2009) e 4º de produção da bananeira Pacovan Apodi foram escolhidos por serem analisadas e comuns nos quatros ciclos de pesquisa na área experimental localizada na fazenda FRUTACOR. As variáveis comparadas foram as seguintes:

- ❖ Peso do Cacho (PC);
- ❖ Número de Frutos no Cacho (NFC);
- ❖ Número de Pencas (NP);
- ❖ Peso da Penca Centra (PPC);
- ❖ Número de Frutos na Penca Central (NFPC);
- ❖ Diâmetro do Fruto (DF);

- ❖ Comprimento do Fruto (CF);
- ❖ Sólidos Solúveis Totais (SST) ou °Brix (GB) e
- ❖ Potássio no Fruto (K).

O número de frutos, pencas e frutos da penca central de cada cacho era contado ainda no campo no momento em que era retirado o mangará e colocadas às fitas de identificação de cada tratamento na penca central do cacho. Quando os cachos eram levados ao galpão de processamento de frutos, eles eram pesados sem o engaço após a despalma. Durante a despalma dos cachos as pencas, que eram separadas na caixa, eram novamente contadas, pois nesta contagem somente as pencas de primeira eram consideradas. Em alguns cachos a última penca não era posta para pesagem por serem classificadas como uma banana de segunda.

Após a pesagem da caixa, a penca central do cacho onde identificava o tratamento era pesada isoladamente em uma balança de 5 g de precisão. Também era refeita a contagem das bananas contida nesta penca. Em seguida, eram feitas as medidas de diâmetro e comprimento do fruto através de paquímetro e fita métrica, respectivamente.

A determinação do °Brix e concentração de potássio na banana eram feitas após sua maturação na câmara. Logo após eram feitas às análises nos Laboratórios de Alimentos, responsável pela °Brix, e de Solos e Água para fins de Irrigação da Faculdade de Tecnologia CENTEC de Limoeiro do Norte – Ceará, atualmente IFCE do Campus de Limoeiro do Norte.

A produtividade média foi feita através da determinação do peso do cacho em cada tratamento para as diferentes lâminas e doses de potássio e em seguida multiplicado pelo número de plantas em um hectare.

3.8 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NA PLANTA E FRUTOS

3.8.1 Ritmo de emissão foliar

Foi realizada pela contagem do número de folhas emitidas no 4º ciclo de produção no período entre o início da emissão da inflorescência do cacho do 3º ciclo e a emissão da inflorescência do cacho do 4º ciclo da bananeira cv. Pacovan Apodi nas plantas selecionadas em cada tratamento com três repetições. Por exemplo, quando a planta selecionada do 3º ciclo emitiu a inflorescência a contagem da emissão das folhas passa para o seu seguidor, ou seja,

para o 4º ciclo, que continua a contagem até o lançamento do seu mangará. Essa característica permitiu analisar a correlacionar esta frequência de lançamento de folhas com as diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio.

O número de folhas emitidas no mês era contado da folha onde a fita preta (Figura 13) estava até a última folha emitida (folha vela), a qual deveria estar até 50% da folha desenrolada, caso contrário não seria contado. Quando esta folha era contada a fita preta era então amarrada na folha abaixo desta, porque ela ainda estava se abrindo. Esta fita preta identificava o ponto da última contagem de folhas. O amarrão era feito com bastante espaço para que não causasse estrangulamento na bainha foliar e como consequência prejudicasse o desenvolvimento da planta.



Figura 13. Planta escolhida para fazer a fenologia todo começo do mês onde a fita preta identifica a última folha contada na última contagem

3.8.2 Análise física do fruto e produção

3.8.2.1 Número de frutos por cacho (NFC)

Foi obtido mediante a contagem de todos os dedos (bananas) de cada penca, chegando ao total geral de dedos produzidos por cacho das plantas indicadas de cada tratamento e repetição no 4º ciclo da cultura da bananeira. A contagem foi realizada normalmente logo após a abertura de todas as pencas de bananas quando elas estavam ainda magras, ou melhor, quando existia um pequeno espaço entre as bananas (Figura 14).



Figura 14. Abertura de todas as pencas de bananas e prontas para serem contadas por estarem ainda magras (com espaço entre os dedos)

3.8.2.2 Número de pencas/palmas por cacho (NPC)

Foi obtido mediante a contagem de todas as pencas ou palmas produzidas por cacho das plantas contempladas de cada tratamento e repetição no acompanhamento deste 4º ciclo da cultura. Durante a contagem foram colocadas as fitas de identificação do tratamento e da referida repetição, pois cada tratamento tem três repetições. As fitas eram colocadas uma na penca central do cacho e outra sem identificação (sem escrever na fita o tratamento) no final do cacho (Figura 15) para maior visualização dos cachos de pesquisa pelo pessoal da colheita dos cachos, evitando assim que os mesmos sejam colhidos antes dos três meses após o corte de seu mangará.



Figura 15. Uma fita é colocada sem identificação no final do cacho (A) e uma outra fita inserida na penca central do cacho de banana (B)

3.8.2.3 Peso médio do cacho (PMC) e Produtividade (PROD)

Foi obtido pela pesagem dos cachos das plantas selecionadas em cada tratamento e repetição da cultura. O valor médio foi obtido através do peso dos três cachos de cada tratamento, ou seja, para cada combinação de lâmina e adubação diferente das repetições. Essa característica indicou o comportamento produtivo da planta face aos diferentes modelos de irrigação e adubação. A partir deste, determinou-se a produtividade média em kg ha^{-1} e ton ha^{-1} , estes valores foram calculados simplesmente multiplicando o peso do cacho pelo número de plantas da área (kg ha^{-1}) e em seguida dividindo este valor por 1000, resultando o valor em (ton ha^{-1}). Assim, o cacho depois de despalmados (retirada das pencas do engaço) foi colocado em uma caixa de plástico grande de 50 quilos e levado para ser pesado em uma balança digital (Figura 16).



Figura 16. Cacho de bananas Pacovan Apodi despalmados e colocado em uma caixa de plástico grande de 50 quilos para ser pesado em uma balança digital

3.8.2.4 Peso da penca mediana do cacho (PPMC); Número de frutos na penca central (NFPC); Diâmetro do fruto da penca central (DFPC) e Comprimento de frutos da penca central (CFPC)

Amostragem da penca mediana do cacho de cada planta observada nos tratamentos e repetições foi tomada no dia da colheita logo após a pesagem do cacho. Essas pencas centrais de cada cacho eram monitoradas da seguinte maneira: primeiramente eram pesadas, contadas novamente e as duas bananas centrais eram medidas o comprimento por uma fita métrica e o diâmetro através de paquímetro digital (Figura 17). Depois levadas para a câmara de maturação do laboratório de Fruticultura do IFCE - Campus de Limoeiro do Norte – Ceará, onde eram armazenadas as bananas até estarem maduras normalmente no período de sete dias. Em seguida, eram feitas as seleções agora na penca madura. Nesta seleção de cada penca eram retiradas apenas 8 bananas, das quais 4 colocadas em um saco de papel identificado e levados para o Laboratório de Alimentos para análise do teor de sólidos solúveis totais (SST), pH e acidez. Todas as análises foram feitas em triplicatas, ou seja, com três repetições para depois se fazer uma média dos três resultados.



Figura 17. Monitoramento feito na penca central de cada cacho: pesagem da penca central (A), medidas do comprimento nas duas bananas centrais utilizando uma fita métrica (B) e o diâmetro medido através de um paquímetro digital (C)

3.8.3 Análise química foliar

Amostragem foliar foi tomada segundo o método MEIR, citado por SILVA et al. (1999), o qual usa a 3ª folha verdadeira a contar do ápice de plantas que estejam com a inflorescência no estágio intermediário entre sua emissão e no máximo com todas as três penchas de flores femininas descobertas. Desta folha retiram-se de 10 a 15 cm da parte interna mediana do limbo de cada lado da folha, eliminando-se a nervura central (Figura 18). Depois, coloca-se em um saco de papel (envelope ou saco de papel), tipo os utilizados em panificadoras, e devidamente identificados com todos os dados necessários para que sejam protocolados ao chegar ao laboratório. No qual se deve constar:

1. O nome do proprietário;
2. A propriedade (localização nome da fazenda);
3. O lote;
4. O local (cidade);
5. A identificação na área de pesquisa e o tratamento utilizado;
6. A cultura e
7. A data da coleta.



Figura 18. O ponto ideal com as três penchas com as flores femininas descobertas (A); a folha onde se retirou 10 cm da parte interna mediana do limbo de cada lado da folha, deixando somente a nervura central e detalhes do local correto para a coleta a análise foliar (C)

E por último, o tipo de análise: completa, só macronutrientes, somente micronutrientes, etc.

Essa amostragem também foi feita nas 60 plantas observadas do 4º ciclo da cultura da banana. Após coletadas as análises eram levadas para o Laboratório de Solos e Água para Irrigação, IFCE – Campus de Limoeiro do Norte – Ceará. Logo na entrega eram identificadas pelo número do protocolo, onde eram anotados os dados e o data de entrega do material no laboratório, constando também o nome do responsável, cultura e tecido analisado.

Para a análise de potássio (K), pesou-se 500 mg de cada amostra triturada dos saquinhos nos tubos de digestão e adicionou 6 mL de Nitro-perclórica com uma bureta em cada das análises e também na prova em branco. Em seguida, os tubos foram colocados no bloco digestor na capela e, depois de completada a digestão, as leituras de K foram finalmente determinadas pelo espectrofotômetro de absorção atômica.

Já a análise de nitrogênio (N) foi feita pesando 100 mg de cada uma das 60 amostras dos tratamentos e colocada em seus tubos referentes a cada análise e depois adicionou 7 mL da mistura digestora com uma bureta e também adicionou 7 mL em um tubo em amostra para fazer a prova em branco. Em seguida, foram às amostras levadas à capela onde permaneceram até completar a digestão e logo após feita às leituras nas análises por meio espectrofotômetro de absorção atômica (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

3.8.4 Analise química do fruto

3.8.4.1 Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado através do seu °Brix. Cada banana era amassada e em seguida feita à leitura de temperatura e de seu °Brix para se chegar a uma média das quatro bananas utilizadas para aquele tratamento A determinação foi feita por refratômetro de bancada 0 – 32 °Brix (Figura 19) a partir do suco oriundo do macerado de quatros bananas selecionados da penca mediana de cada cacho do experimento.



Figura 19. Refratômetro de bancada 0 – 32 °Brix do IFCE – Campus de Limoeiro do Norte

3.8.4.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH de cada análise foi feito através de um peagâmetro de bancada (Figura 20). Depois de feita a leitura do °Brix de cada banana da amostra das 4 banana, eram misturadas em liquidificador. Em seguida, pesou-se 10 g da mistura de banana e adicionou-se 100 mL de água destilada na temperatura normal, mas que tinha sido anteriormente fervida. Agitou-se a misturar de 10g com a água e ao mesmo tempo foi feita a leitura do pH, segundo o método (LUTZ, 1985).



Figura 20. Peagâmetro e vidraria utilizada nas leituras (A) e fazendo a leitura de pH e temperatura na solução (B)

3.8.4.3 Acidez total titulável (ATT)

Foi determinada pesando-se um 1,0 g da amostra da mistura das quatro bananas e adicionando-se 50 mL de água destilada. Logo após, adicionou-se 2 gotas do indicador fenolftaleína. Depois, titulou-se com a solução padrão de Hidróxido de Sódio 0,1 N, até obtenção da coloração da amostra rósea (Figura 21), segundo a metodologia proposta por (LUTZ,1985).



Figura 21. Vidrarias usadas e solução para titular (A) e depois de feita a titulação até a obtenção da coloração rósea no fruto de bananeira cv. Pacovan Apodi (B)

3.8.4.4 Teor de potássio no fruto (TPF ou KFR)

Amostragem seguiu os mesmos procedimentos das amostras do laboratório de Alimentos. Elas foram armazenadas no período de sete dias na câmara de maturação (Figura 22A), depois de madura cada penca passava por um processo de seleção para ser retirada da penca somente 8 (oito) bananas (Figura 22B), das quais 4 (quatro) eram postas em saco de papel devidamente identificado com seu tratamento e repetição (Figura 22C) e levados ao laboratório de solo do IFCE para determinar a quantidade de potássio e nitrogênio na banana.



Figura 22. Câmara de maturação e penca média com a fita de identificação (A), processo de seleção das bananas (B) e as bananas já selecionadas em saco de papel devidamente identificado com seu tratamento e repetição (C)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA E COEFICIENTE DE CULTURA

4.1.1 Dados climáticos

Na tabela 7, verifica-se que a maior temperatura máxima do ar ocorreu no mês de novembro 36,03 °C, com média das máximas entre meses foi de 30,03 °C, já a temperatura mínima do ar no mesmo mês foi de 21,39 °C e a média de 23,08 °C. A Radiação solar líquida em MJ m⁻² dia⁻¹ máxima no período foi de 18,84 MJ m⁻² dia⁻¹ no mês de abril de 2008 e uma média de 13,72 MJ m⁻² dia⁻¹. A maior velocidade média do vento foi de 2,74 m s⁻¹ e a média no período de 1,31 m s⁻¹. A maior umidade relativa foi observada do mês de março com 96,45% e uma média durante o período de 70,65%. Quanto à Evapotranspiração da cultura de referência, vê-se que a maior foi no mês de abril de 2008 com 5,20 mm dia⁻¹, a menor no mês de março de 2008 com 2,58 mm dia⁻¹ e a média foi de 4,47mm dia⁻¹.

Tabela 7. Dados médios mensais de Temperatura do Ar Máxima e Mínima, Radiação Solar Líquida Velocidade do Vento, Umidade Relativa, Evapotranspiração da Cultura de Referência e média dos meses. Obtidos da Estação Meteorológica Campbell CR23x da área Experimental da FRUTACOR/ DIJA – Limoeiro do Norte / CE. 2008, 2009.

Data	Temperatura do Ar Max °C	Temperatura do Ar Mínima °C	Radiação Solar Liq. MJ m ⁻² dia ⁻¹	Vel. Vento Média m s ⁻¹	Umid. Relativa %	ETo mm dia ⁻¹
mar/08	25,42	24,23	10,04	0,09	96,45	2,58
abr/08	27,64	24,37	18,84	0,18	94,51	5,20
mai/08	25,74	24,89	16,25	0,29	59,17	4,52
jun/08	24,92	24,03	16,06	0,18	67,94	4,40
jul/08	24,96	23,97	16,58	0,53	67,82	4,55
ago/08	25,65	24,58	16,27	0,84	76,53	4,65
set/08	32,80	21,49	12,84	2,25	63,44	4,83
out/08	35,98	20,97	11,59	2,74	59,35	5,13
nov/08	36,03	21,39	12,20	2,69	61,78	5,10
dez/08	35,82	21,99	10,59	2,39	63,41	4,42
jan/09	35,40	21,95	9,64	2,25	66,75	3,83
Média	30,03	23,08	13,72	1,31	70,65	4,47

4.1.2 Dados da evapotranspiração da cultura e coeficiente da cultura

A Figura 23 mostra a evolução da ET_c da cultura durante um ciclo de produção da bananeira, a análise dos dados revela que os maiores valores da ET_c, encontraram-se nos primeiros meses do ciclo (quarto ciclo), com destaque para o mês de março com um ET_c de 10,77 mm dia⁻¹, devido erro na leitura, ocasionado pela chuva em excesso que fez a água transbordar dos baldes coletores. Já o mês de abril atingiu o valor mínimo. Essa oscilação nos valores obtidos no mês de março é devido às duas plantas do lisímetro estarem ainda se estabelecendo da colheita da planta – mãe e mais exposta a evaporação. Possivelmente também o período de crescimentos diferenciados e em virtude de colheitas ocorrida na área de pesquisa dos cachos das bananeiras próximas dos lisímetros. O total geral de água consumida pela planta entre esse período de março de 2008 a janeiro de 2009 foi de 1.409,58 mm ciclo⁻¹ com uma média de 4,81 mm dia⁻¹. Conforme Hernandez (2003), uma planta pode consumir mais ou menos água, em função da fase fenológica da cultura e do clima. Este consumo, ou seja, a retirada da água do solo se dá por dois mecanismos: a transpiração das folhas das plantas e a evaporação na superfície do solo. À combinação destes dois fatores, denominada evapotranspiração, é a quantidade de água que deve ser reposta às plantas para que as mesmas expressem o seu máximo vigor e produtividade. Costa (2009), trabalhando com os efeitos de níveis de irrigação e doses de potássio aplicado por gotejamento na bananeira Pacovan Apodi, avaliou a eficiência do uso da água pela bananeira nas condições edafoclimáticas locais e os volumes totais consumidos nos ciclos foram de 7.772,66 L (1.295,44 mm) e 6.329,07 L (1.054,85 mm), com média de 30,48 L/dia (5,08 mm/dia) e 29,03 litro/dia (4,84 mm/dia), para a planta-mãe e planta-filha, respectivamente. No período de março de 2006 a setembro de 2007, no campo experimental da Empresa FRUTACOR. Já Barroso (2009), trabalhando com Lâminas de irrigação e doses de potássio por gotejamento na cultura da bananeira no terceiro ciclo de produção, a E_{tc} total da cultura durante o 3º ciclo foi de 1.381,17 mm ciclo⁻¹, com uma média de 5,68 mm dia⁻¹.

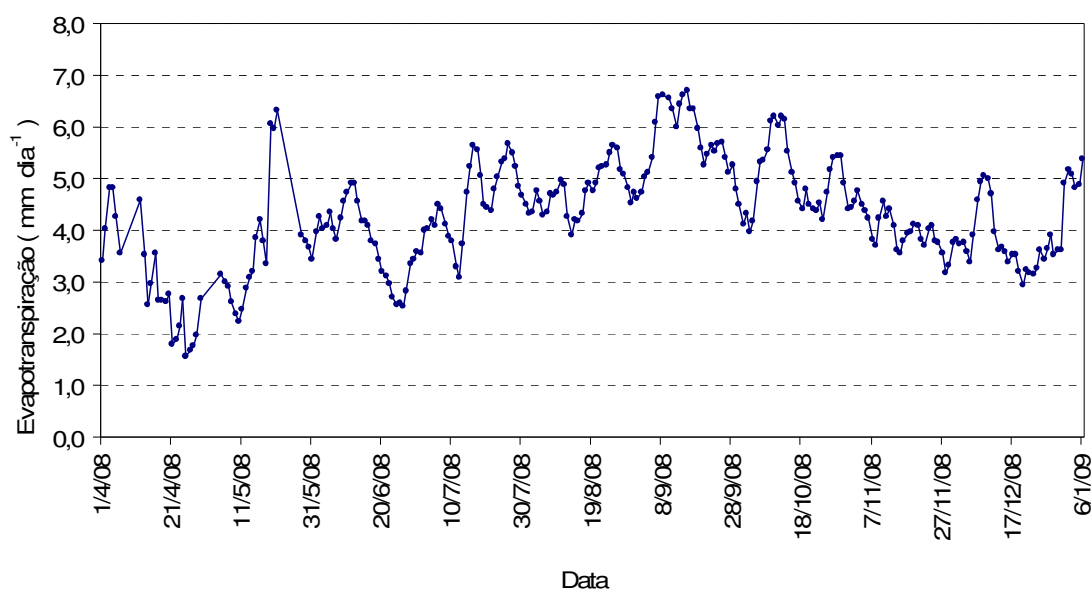


Figura 23. Níveis de água consumida (ETc) pelas médias dos dois lisímetros das duas plantas da bananeira Pacovan Apodi – SH3640, na fazenda FRUTACOR

A Figura 24 contém os valores de ETc e a ETo em mm, durante o ciclo de produção da cultura. A análise dos dados revela que houve aumento da ETc até o mês de setembro, posteriormente verificou-se uma diminuição até o final do ciclo, tais alterações refletem a fisiologia de produção da cultura. Pequenas alterações são explicadas devido às plantas nos diferentes tratamentos terem período de florescimento e colheita bem distante um dos outros. E também por causa das colheitas feitas na área de pesquisa, deixando a área dos lisímetros mais expostas aos raios solares. A evapotranspiração da cultura evidencia uma tendência de superioridade no consumo de água para as plantas que tiveram a maior parte do seu desenvolvimento no 2º semestre do ano.

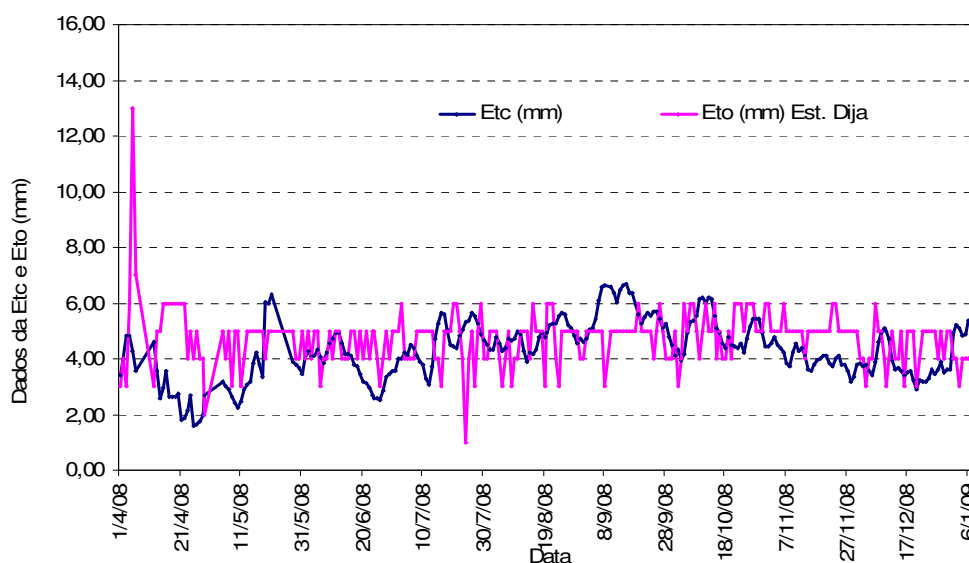


Figura 24. Curva dos dados comparativos entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração de referência da bananeira cv. Pacovan Apodi no 4º ciclo de produção no período de março de 2008 a janeiro de 2009

Os valores dos coeficientes da cultura (K_c) da bananeira pacovan apodi (SH3640) no quarto ciclo produtivo para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura são mostrados (Figura 25). O K_c médio da fase inicial intermediária e final foram 0,87; 1,01 e 0,88 respectivamente. Isso é devido provavelmente às condições climáticas e a parte da área das plantas no início estarem sem a sombra da planta-mãe e no final pela maior cobertura foliar no lisímetro e principalmente a E_{Tc} ser feita através da média entre as plantas dos lisímetros da subárea do lado direito e esquerdo. Possivelmente a variação da área molhada implica na variação da evaporação de água do solo (DOOREMBOS; PRUITT, 1977). Esses valores de K_c seguem a mesma tendência dos valores obtidos de acordo com Costa (2009), onde os valores de K_c médios para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (início, meio e final), foram respectivamente, 0,67; 1,30 e 1,02; no primeiro ciclo de cultivo, e 1,09; 1,21 e 0,71 para o segundo ciclo de cultivo. E bem próximo aos valores de Barroso (2009), início (Crescimento 2), meio (Produção 1) e final (Produção 2) foram de 0,92, 1,07 e 0,98 no 3º ciclo de produção.

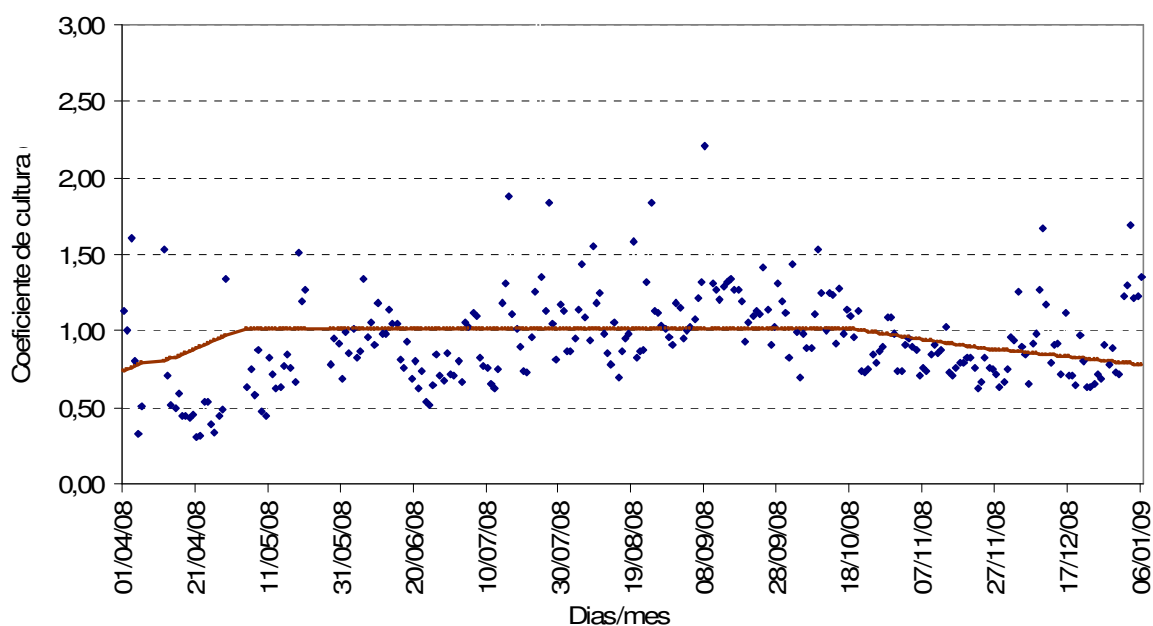


Figura 25. Curva de coeficiente de cultura (Kc) da bananeira pacovan apodi (SH3640) no 4º ciclo de cultivo

4.2 MANEJO DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO APLICADAS NOS TRATAMENTOS

Assim como o Apêndice 4, mostram os volumes aplicados no período de 20/03/2008 a 06/01/2009 em cada um dos diferentes tratamentos de lâminas de irrigação, em mm planta^{-1} , no quarto ciclo de cultivo da bananeira pacovan apodi (SH3640). Então, o valor da soma dos valores de cada mês correspondente às lâminas L_1 , L_2 , L_3 , L_4 e L_5 são, respectivamente, 741,89; 1.112,83; 1.483,77; 1.854,72 e 2.223,46 $\text{mm planta}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ aplicadas da irrigação da área de pesquisa (Figura 26).

O mês que obteve maiores lâminas para os tratamentos foi o mês de setembro e a menor lâmina foi obtida no mês de janeiro devido ter sido considerado apenas seis dias deste mês. A maior lâmina no tratamento L_3 (100% da ET_c) foi de $181,54 \text{ mm planta}^{-1} \text{ mês}^{-1}$.

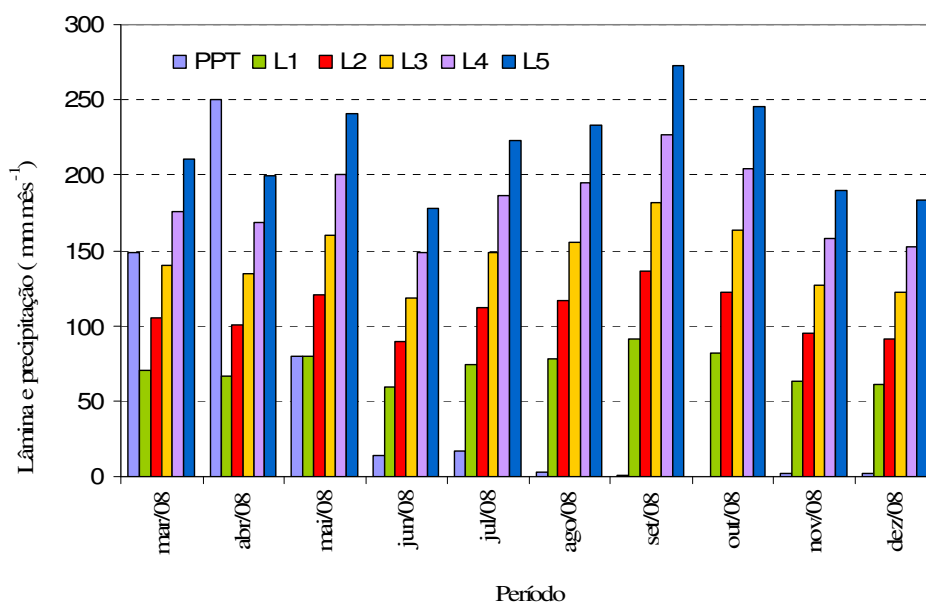


Figura 26. Valores mensais das lâminas aplicadas na irrigação nos diferentes tratamentos manejados no 4º ciclo de produção.

4.3 VARIÁVEIS NOS CICLOS DE PRODUÇÃO DA BANANEIRA PACOVAN APODI

A Tabela 8 contém a análise de variância do Peso do Cacho (PC); Número de Frutos no Cacho (NFC); Número de Pencas (NP); Peso da Penca Central (PPC); Número de Frutos na Penca Central (NFPC); Diâmetro do Fruto (DF); Comprimento do Fruto (CF); Sólidos Solúveis Totais (SST) ou °Brix (GB) e Potássio no Fruto (K). A análise dos dados revela que houve diferença estatística significativa a 1% de probabilidade pelo teste F para causa de variação ciclo, esse resultado denota que as variáveis avaliadas foram modificadas pelos diferentes ciclos 1º, 2º, 3º e 4º da cultura da bananeira cv. Pacovan Apodi. Esse mesmo resultado foi observado para a causa de variação Lâminas, exceto na variável diâmetro do fruto, sólidos solúveis totais (°Brix) e potássio no fruto. A análise da interação Ciclos versus Lâminas foi significativa a 1% de probabilidade pelo teste F apenas para o potássio no fruto. A análise do potássio revelou diferença estatística significativa para o PC, NFC e NP. A interação Lâminas versus Potássio evidenciou diferença estatística significativa para o NFC, NP, PPC, DF e CF. Já para interação Ciclo versus Potássio e para Ciclo versus Potássio versus Lamina, não foram evidenciadas diferenças estatísticas significativas.

Tabela 8. Análise de variância do Peso do Cacho (PC); Número de Frutos no Cacho (NFC); Número de Pencas (NP); Peso da Penca Central (PPC); Número de Frutos na Penca Central (NFPC); Diâmetro do Fruto (DF); Comprimento do Fruto (CF); Sólidos Solúveis Totais (SST) ou °Brix (GB) e Potássio no Fruto (KFR)

CAUSA DE VARIACÃO	GL	QM								
		PC	NFC	NP	PPC	NFPC	DF	CF	GB	KFR
BLOCOS	2	33,5633	274,5792	0,3792	0,6094	0,5042	9,7786	13,4215	0,2307	47,7132
CIC	3	687,7378 *	18104,7819 *	29,8778 *	2,7727 *	24,3819 *	24,8767 *	14,1996 *	37,4781 *	1405,7114 *
R(a)	6	6,3497	89,1736	0,4569	0,1152	0,2986	2,0422	0,5815	2,0763	15,1532
LAM	4	534,1572 *	2887,0792 *	3,7021 *	3,6703 *	4,8708 *	3,7809 ns	13,7949 *	0,7788 ns	35,0652 ns
CIC*LAM	12	24,7486 ns	396,4486 ns	0,8188 ns	0,1368 ns	1,3403 ns	4,4976 ns	1,9193 ns	1,4132 ns	26,7946 *
R(b)	32	28,6252	307,4000	0,5990	0,2081	0,8292	2,8425	1,2556	0,7486	9,1899
POT	3	184,0350 *	1381,5486 *	2,2111 *	0,2647 ns	0,8153 ns	15,1561 ns	3,3776 ns	2,4481 ns	39,5963 ns
LAM*POT	12	37,3569 ns	736,2292 *	1,2076 *	0,5102 *	1,7875 ns	17,1901 *	3,1632 *	1,0097 ns	19,4686 ns
CIC*POT	9	39,7644 ns	187,7671 ns	0,2889 ns	0,1110 ns	0,6597 ns	3,3601 ns	0,8224 ns	1,6412 ns	13,9021 ns
CIC*LAM*POT	36	16,7374 ns	219,0356 ns	0,6650 ns	0,1767 ns	0,8310 ns	4,7367 ns	0,7706 ns	0,6621 ns	12,3699 ns
R(c)	120	18,1307	196,0639	0,4111	0,1572	0,8667	4,5567	1,3017	0,7417	10,0513

(*) Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F (ns) Não significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A Tabela 9 contém o contraste dos valores Médios (Apêndice 5 dados de origem) do Peso do Cacho (PC), Número de Frutos no Cacho (NFC), Número de Pencas (NP) Peso da Penca Central (PPC), Número de Frutos na Penca Central (NFPC), Diâmetro do Fruto (DF), Comprimento do Fruto (CF), Sólidos Solúveis Totais (SST) ou °Brix (GB) e Potássio no Fruto (K), para as causas de variação Ciclo e a metodologia utilizada foi o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Vê-se para ciclo que as médias de PC, NFC, NP, PPC, DF e CF, foram maiores e diferentes estatisticamente no 4º ciclo de produção, possivelmente por causa do acúmulo de matéria seca de um ciclo para outro e devido a fertirrigação permanecer a mesma para os quatro ciclos. No entanto, o NFPC, GB, e K, evidenciaram os menores valores e diferentes da fase inicial do ciclo de produção, provavelmente pelo fato dos cachos do 4º ciclo ter um número maior de frutos e, assim afetado o seu °Brix e a concentração de potássio por fruto no resultado final. Observa-se que houve uma tendência no crescimento dos valores avaliados, devido provavelmente a existência de resíduos de um ciclo para o outro e também a contribuição de matéria orgânica remanescente na área. Verifica-se que esses efeitos refletiram com maior ênfase no Número de Frutos por Cacho (NFC) e no Peso por Cacho (PC), considerando que houve pequena variação para o diâmetro do fruto (DF) e Comprimento do Fruto (CF), isto mostra que o aumento do Peso do Cacho (PC) deve-se conseqüentemente ao maior Número de Fruto por Cacho (NFC), embora o peso do cacho não tenha estatisticamente, na análise de variância, sido significativa. Quanto à concentração de potássio no fruto (K) observa-se uma redução desta concentração durante os ciclos, isto se deve possivelmente ao maior Número de Fruto por Cacho (NFC), o mesmo não ocorre para o °Brix, na análise de variância foi não significativo na interação Lâmina versus Potássio.

Tabelas 9. Médias do Peso do Cacho (PC); Número de Frutos no Cacho (NFC); Número de Pencas (NP); Peso da Penca Central (PPC); Número de Frutos na Penca Central (NFPC); Diâmetro do Fruto (DF); Comprimento do Fruto (CF); Sólidos Solúveis Totais (SST) ou °Brix (GB) e Potássio no Fruto (K)

Ciclo	PC	NFC	NP	PPC	NFPC	DF	CF	GB	K
	32,83				14,02			20,90	
C1	C	122,87C	8,40 C	3,38 B	C	38,84 A	21,31 B	A	21,55 A
	32,75				15,50			20,45	
C2	C	149,45B	9,32 B	3,59 B	A	38,38 AB	21,56 B	AB	21,55 A
	34,93				15,07			19,11	
C3	B	149,22 B	9,43 B	3,47 B	B	37,76 B	21,32 B	C	17,19 B
C4	39,97	164,68 A	10,12	3,87 A	15,13	39,27 A	22,43 A	19,71	11,34 C

A

A

B

BC

 Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas Figuras 27, 28, 29, 30 e 31 e (Apêndice 6) contem a Interação Lâmina versus Potássio, nota-se que houve pequenas variações nos efeitos de tratamentos para todas as variáveis analisadas, essa Interação foi significativa para (Número de Frutos no Cacho (NFC); Número de Pencas (NP); Peso da Penca Central (PPC); Diâmetro do Fruto (DF) e Comprimento do Fruto (CF)) e não significativa para (Peso do Cacho (PC), Número de Frutos na Penca Central (NFPC), °Brix (GB) e Potássio no Fruto (KFR)) nos quatro ciclos da bananeira.

Segundo MOREIRA (1987), altos teores de nutrientes no solo não são o mais importante fator para a bananeira porque as deficiências nutricionais podem ser corrigidas; as características físicas do solo, entretanto, são muito importantes, pois dificilmente podem ser modificadas. Embora, Marschner (1988), afirma que possivelmente pelo fato da aplicação de adubos no solo não garantir o aproveitamento dos nutrientes pela cultura, uma vez que os elementos estão sujeitos a processos de perdas, ou podem assumir formas indisponíveis às plantas ou, ainda, interagir em processos de inibição e sinergismo.

De acordo com SILVA et al. (2003), trabalhando com bananeira cv. Prata-Anã (AAB) em quatro ciclos sucessivos, só encontraram efeito significativo da adubação potássica na produtividade do último ciclo de produção, e da adubação nitrogenada no segundo e terceiro ciclos. Segundo eles, o elevado teor de K disponível no solo (acima de $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) foi o principal motivo para a baixa resposta da bananeira à aplicação desse elemento no solo.

Costa (2009), na região da chapada do Apodi também obteve, na interação de níveis de irrigação e doses de potássio, influencia ($p < 0,01$) o NPC na planta-filha e ($p < 0,05$) na média dos dois primeiros ciclos. O NFPC sofreu efeito significativo ($p < 0,05$) na interação desses fatores e o DFPCC influenciou significativamente ($p < 0,01$) o comportamento vegetativo e produtivo da cultura também sofreu influência dos níveis de irrigação e doses de potássio. Barroso (2009), analisando o terceiro ciclo de produção da bananeira cv. Pacovan Apodi contatou valores semelhantes nas variáveis de produção na interação entre lâmina de irrigação e doses de potássio, e influenciaram nas variáveis: peso do cacho, produtividade, número de frutos por cacho, peso da penca mediana e no comprimento do fruto da penca mediana com a significância ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F. No entanto, quando analisado o quarto ciclo separadamente, não houve diferença entre os tratamentos. Isto provavelmente devido efeito de resíduos de um ciclo para o ciclo seguinte.

Na Figura 27, analisa-se os efeitos da Interação Lâmina versus Potássio para o Número de Frutos no Cacho (NFC), observou-se que houve pequena variação nos tratamentos. No entanto, quando se usa L_1 e registrasse os menores valores, já para L_3 os valores tiveram um ligeiro crescimento no NFC, sendo K_3 e K_4 valores superiores. Provavelmente, esta tendência deve-se a lixiviação do potássio para as camadas mais profundas do solo tenha acarretado a falta desse elemento na zona onde se encontra maior quantidade de raízes. No entanto, Costa (2009) obteve valores contrários no 1º e 2º ciclo da cv. Pacovan Apodi nas lâminas de irrigação aplicadas também na chapada do Apodi. Não obtendo efeitos significativos ($p < 0,01$) e ($p < 0,05$) na interação de níveis de irrigação e doses de potássio para o NFC na planta-filha e na média dos ciclos. Enquanto Barroso (2009) encontrou valores semelhantes no 3º ciclo de produção da bananeira Pacovan Apodi com uma tendência crescente do número de frutos cacho⁻¹ em função das lâminas de irrigação até certo ponto e verificou que a lâmina de 2.071,75 mm produziu o número máximo de frutos por cacho de 162 frutos. Quando se analisou o 4º ciclo isoladamente, para produção da bananeira Pacovan Apodi, as variáveis dependentes de produção não foram significativas a 1% de probabilidade pelo teste F. Mas, embora não sendo analisados efeitos significativos no NFC no 4º ciclo isoladamente, podem-se detectar os maiores valores para os tratamentos L_3K_4 e L_4K_4 com 190,33 e 188,33 unidades de bananas no cacho respectivamente.

Brasil et al. (2000), avaliaram o efeito da adubação nitrogenada e potássica no desenvolvimento e produção da bananeira (*Musa spp.*), cultivar Pioneira, em Capitão Poço PA, os mesmos observaram que no segundo ciclo de produção, a adição de K promoveu efeito quadrático no peso de cacho, peso de penca por cacho e peso médio de penca, com incrementos de 73, 76 e 39%, respectivamente, em relação à ausência de K. Os mesmos autores verificaram que no terceiro ciclo de produção, apenas o K influenciou no peso de cacho, peso de penca por cacho e peso médio de penca, com aumentos de 39, 40 e 26%, respectivamente. E efeito do K sobre o número de pencas por cacho e de banana por cacho foi menos acentuado que o verificado em relação às outras variáveis de produção 26% e 37%, respectivamente com a dose máxima de K (450 g planta⁻¹ de K_2O).

De acordo com Weber et al. (2006), que trabalharam também na chapada do Apodi com três ciclos da bananeira 'Pacovan', observaram que não houve influência do potássio na produtividade durante os três ciclos de cultivo. Entretanto, estes autores verificaram que na camada entre 20 a 40 cm, houve interação positiva das doses de N e K_2O , efeito linear negativo do potássio, podendo esse fato ser atribuído, em parte, às variações do solo,

variações em razão da absorção do nutriente pelas plantas e a lixiviação de K^+ no perfil do solo.

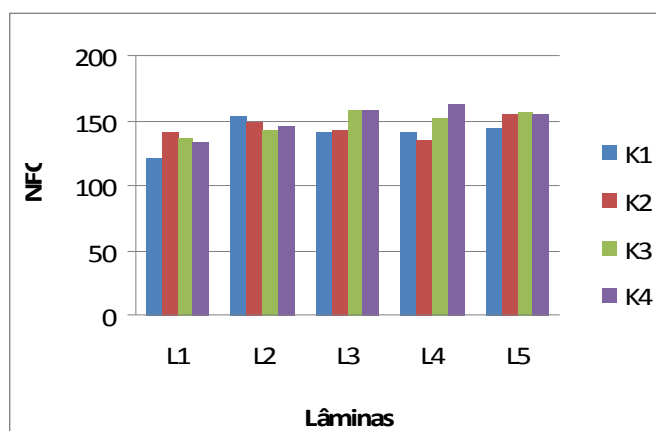


Figura 27. Interação Lamina versus Potássio Número de Frutos no Cacho (NFC)

Na Figura 28, quando se analisou o Número de Pencas no cacho (NP), observou-se que praticamente não houve variação entre os tratamentos da mesma forma que ocorreu com o NFC. Isto possivelmente devido o mesmo fato anterior, ou seja, resto de resíduos de um ciclo para o ciclo seguinte, observa-se que na cultura da bananeira dois terços da parte aérea da bananeira retornar ao solo, em forma de pseudocaule e folhas, onde se admite haver recuperação significativa da quantidade de nutrientes absorvida.

De acordo com Borges, Oliveira e Souza (1999) as concentrações mais elevadas de potássio se encontram, em maiores quantidades, no pseudocaule e nas bainhas. Estes dados são confirmados pela EMBRAPA (2003), quando em estudos mostra que a reposição de restos da cultura (pseudocauls, folhas, rizoma e coração) corresponde a aproximadamente 66% do total de sua massa, em média esses valores máximos devolvidos ao solo pela planta são de kg/ha/ciclo, de 170 de N; 9,6 de P; 311 de K; 126 de Ca; 187 de Mg e 21 de S. Quando se analisa a lâmina de irrigação verifica-se que o menor número de penca ocorre para menor lâmina, como era de se esperar, uma vez que não foi atendida a necessidade hídrica da planta. No entanto, quando se aplica a necessidade requerida pela planta, ou seja, 100% da necessidade hídrica a planta responde melhor com relação ao número de penca para os tratamentos analisados.

Pinto et al. (2000) trabalhando com a banana 'Pacovan', sob irrigação por microaspersão em Petrolina-PE com quatro doses de N (0, 150, 300 e 600 kg/ha/ano de N) e quatro doses de K_2O (0, 150, 300 e 600 kg/ha/ano de K_2O), via fertirrigação concluíram que o

potássio influenciou o número de frutos por penca, mas não o peso, provavelmente por ter sido aplicado uma quantidade insuficiente.

Costa (2009) estudando o 1º e 2º ciclo da cv. Bananeira Pacovan Apodi, analisou que número de pencas no cacho (NPC) foi influenciado significativamente ($p < 0,01$) na planta-filha e ($p < 0,05$) na média dos ciclos a interação de níveis de irrigação e doses de potássio. Barroso (2009), pesquisando o 3º ciclo encontrou também um aumento do número de pencas com o aumento da lâmina de irrigação. No entanto, quando se analisou o 4º ciclo de produção da bananeira Pacovan Apodi, a produção e o número de frutos na penca, não foi significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, devido a grande quantidade de resíduos remanescente de ciclos anteriores, vindo de certa forma, a influenciar os resultados. Para este ciclo verifica-se que para os tratamentos analisados os maiores valores médios foram L_2K_1 , L_3K_3 e L_3K_4 com valores iguais de 11,00 unidades de pencas de bananas no cacho.

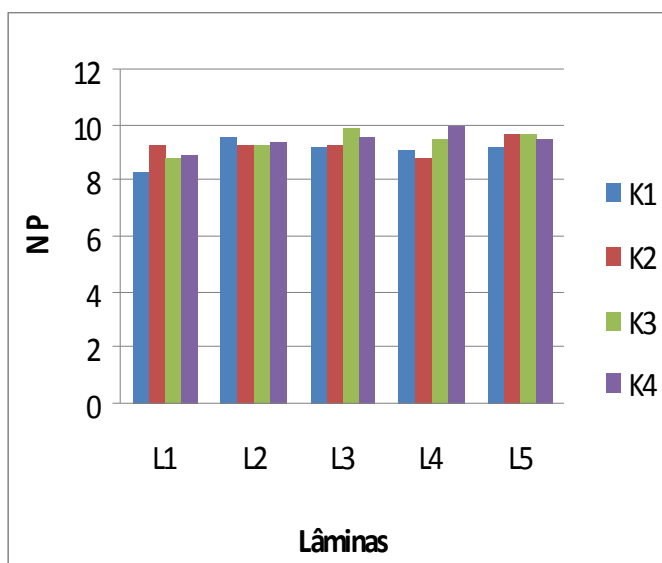


Figura 28. Interação Lâmina versus Potássio Número de Pencas (NP)

Na Figura 29, quando se analisou o Peso da Penca Central do cacho (PPC), vê-se que ocorreu variação entre os tratamentos na interação Lâmina versus Potássio. Sendo que o que apresentou menor valor foi para a Lâmina L_1 , para as quatro combinações como era de se esperar, devido a aplicação da lâmina d'água deficitária. Os valores máximos da interação foram nos tratamentos L_3K_4 , L_4K_3 e L_5K_4 . Nos três casos houve excesso de água e/ou nutriente, ocasionando maior disponibilidade e absorção dos elementos para a planta. Para o tratamento L_2K_2 observa-se valor superior aos demais da mesma lâmina, devido provavelmente a contribuições fluxos de água de um tratamento (parcela) para outro e

contribuições de resíduos de cultura, como citado anteriormente. Montagut e Martin-Prével, (1965), verificaram que no quarto mês até o florescimento o crescimento da planta é grande, com acúmulo significativo de matéria seca e conseqüentemente de nutrientes.

Barroso (2009), trabalhando o efeito das lâminas de irrigação e doses de potássio, na cultura da bananeira (*Musa spp.*), cv. Pacovan Apodi, no 3º ciclo de produção também obteve na interação entre lâminas de irrigação versus doses de potássio influencia significativamente no peso da penca mediana do cacho, encontrando valor máximo de 4,05 kg no tratamento L₅K₄. No entanto, quando se analisou o 4º ciclo separadamente (Apêndice 7) o tratamento L₁K₃ foi o que obteve menor valor entre os demais tratamentos analisados com 3,26 Kg de peso da penca central do cacho, e o tratamento com maior valor foi L₃K₄ com 4,78 Kg na penca central no cacho. Entretanto, Costa (2009) obteve-se valor divergente para o peso da penca central do cacho (PPC) não sofrendo efeitos significativos nesta interação a ($p < 0,01$) em PPC da planta-mãe e na média dos ciclos. Ao analisar todos os ciclos conjuntamente observa-se uma significância estatística entre os tratamentos, no entanto, quando se analisou os ciclos separadamente essa interação lâmina de irrigação versus dose de potássio foi não significativa.

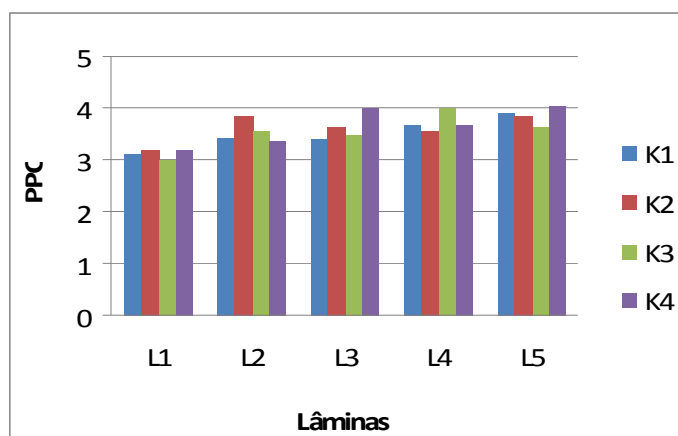


Figura 29. Interação Lâmina versus Potássio Peso da Penca Central (PPC)

Na Figura 30, quando se analisa o Diâmetro do Fruto (DF) das duas bananas centrais da penca central, verifica-se que ocorreu variação pequena entre os tratamentos na interação Lâmina versus Potássio. Para as lâminas de irrigação, quando se trabalha com déficit de água, verifica-se desuniformidade entre os tratamentos, provocados pela falta de água da irrigação que interage com os nutrientes no solo, como observado para as lâminas L₁ e L₂, já quando se trabalha com a lâmina de irrigação requerida pela planta, ou seja, o solo com sua capacidade

total de armazenamento ou então quando se utiliza irrigação em excesso existe uma tendência de uniformidade entre os tratamentos, isto ocorre devido à resposta da planta a irrigação e adubação, observa-se para o caso de trabalhar com excesso, seja de irrigação ou de adubação esta uniformidade entre tratamento deve-se provavelmente a um balanceamento entre a interação lâmina de irrigação e dose de potássio, deve-se ressaltar que a planta só absorve a quantidade de água e nutriente necessário para o seu desenvolvimento, neste caso o excesso de adubo é carregado pela lâmina excedente. Observa-se que entre os tratamentos o que apresentou menor valor foi para a Lâmina L_1 , como era de se esperar, com exceção para o tratamento L_1K_2 que apresentou valor elevado se comparados aos outros tratamentos. Enquanto os maiores valores foram para interação dos tratamentos L_3K_2 e L_4K_3 , respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado por Costa (2009) trabalhando no 1º e 2º ciclo da bananeira somente no ciclo da planta-mãe a interação lâmina versus potássio ocorreu influencia significativa ($p < 0,01$) para DF.

Entretanto, resultado contrário foi encontrado para variável DF na interação entre lâmina de irrigação versus doses de potássio não influenciou significativamente no 3º ciclo de produção (BARROSO, 2009), os resultados mostraram que o diâmetro do fruto aumenta de acordo com o aumento das lâminas de irrigação aplicadas, até o valor de 1533,33 mm, valor imediatamente superior à lâmina L_3 e a partir desse valor o autor verificou que ocorreu uma diminuição do diâmetro para lâminas de irrigação com alto valor excedente. O mesmo autor analisando a concentração de potássio no solo em cada tratamento observou que os valores extrapolam o valor limite de absorção de K^+ pela cultura da bananeira com $7,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nos tratamentos L_2K_3 (0 – 40 cm) e L_2K_4 (20 – 40 cm) e $7,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no tratamento L_2K_4 , na camada (20 – 40 cm).

No entanto no 4º ciclo de produção, esta interação não diferiu a 1% de probabilidade pelo teste F em nenhuma das variáveis dependentes de produção. E para o diâmetro dos frutos da penca central do cacho teve efeito praticamente igual nos tratamentos analisados na bananeira na cv. Pacovan Apodi. Os tratamentos L_1K_2 e L_4K_3 foram os que obtiveram os maiores valores com 43,59 mm e 42,40 mm, respectivamente. Fato este justificado por Borges e Caldas (2003), que em solos com teores de K^+ acima de $6,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, a bananeira não responde à adubação potássica, onde altos teores de K^+ trocável no solo dão idéia de baixa necessidade de adubação potássica.

Teixeira, Natale e Ruggiero (2001) observaram reduções significativas do teor de K^+ no solo, nas profundidades de 0 a 0,20 m e de 0,20 a 0,40 m, em dois ciclos de produção da bananeira Nanicação sob irrigação, e indicaram que a depleção desse nutriente disponível pode

comprometer a produção, considerando as grandes quantidades do nutriente requeridas pela bananeira.

Para Moreira, Pereira e Freitas (2009), verificar o efeito de doses nitrogênio e de potássio sobre a produtividade e a qualidade dos frutos da bananeira cultivar Thap Maeo (triplóide - AAB) com: três doses de N e quatro doses em dois ciclos de colheita, os autores concluíram que o diâmetro do fruto não foi influenciado pelas doses de N e K_2O . Já Silva et al. (2003), constatou que o desbalanço entre N e K afeta a produção e a qualidade do fruto de banana, os mesmos autores verificaram que não ocorreu interação significativa entre N e K ao avaliar a influência das adubações com nitrogênio e potássio na produção da bananeira cv. Prata-Anã (grupo genômico AAB), durante o 2º, 3º e 4º ciclos de produção.

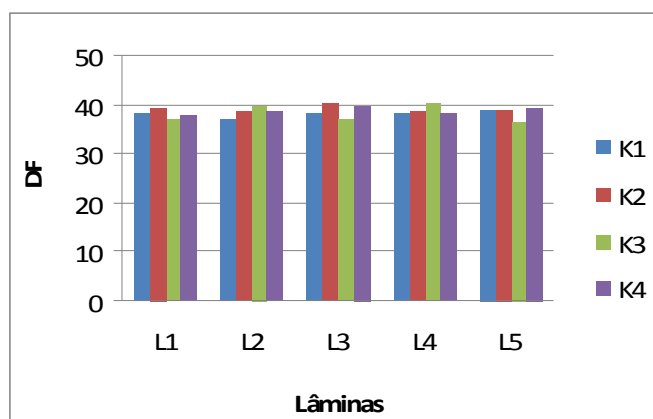


Figura 30. Interação Lamina versus Potássio Diâmetro do Fruto (DF)

Na Figura 31, quando se analisou o Comprimento do Fruto da penca central do cacho (CF), verificou-se uma pequena variação entre os tratamentos. Observa-se que os menores valores foram para L_1 e os maiores valores foram para as lâminas de irrigação L_4 e L_5 , sendo considerado o L_5K_4 o que obteve melhor desempenho em relação aos outros tratamentos com 22,69 cm, seguido dos tratamentos L_3K_4 , L_4K_2 e L_4K_3 com valores aproximados ao máximo. Isto geralmente devido aos mesmos fatores citados anteriores. Esta pequena variação provavelmente tenha ocorrido pelo fato da irrigação ser diária e conseqüentemente ter ocasionado perda de potássio para as camadas mais profundas do solo. Pode-se também mencionar o fato da linha de irrigação se encontrar apenas do lado de fora da fileira dupla, causando possivelmente déficit hídrico no lado oposto ao da irrigação.

Barroso (2009) estudando o 3º ciclo da bananeira, constatou que houve efeito da interação lâmina de irrigação versus potássio, segundo o autor, o comprimento do fruto da penca mediana mostrou que a lâmina de 1.726,46 mm ciclo⁻¹ ($L_4 = 125\%$ ETc) produziu um

comprimento máximo no fruto da penca mediana de 22,06 cm. Já para Costa (2009), somente ocorreu efeito significativo desse parâmetro no tratamento com níveis de irrigação ($p < 0,01$), para o ciclo da planta-mãe e ($p < 0,05$), com os dados da média dos ciclos. E que ocorreu grande aproximação dos valores observados nos dois ciclos da bananeira, principalmente a partir da lâmina L_3 . Quando se estudou o 4º ciclo de produção da bananeira, observou-se que não teve efeito significativo para CF nesta interação. Contudo, pode-se ressaltar que os maiores valores foram constatados nos tratamentos L_3K_4 e L_4K_2 com 23,67 cm e 23,58 cm, respectivamente.

Guerra et al. (2004), avaliando a frequência de fertirrigações com nitrogênio e potássio aplicadas por microaspersão na cultura da bananeira (*Musa spp.* AAB), cultivar Prata-Anã, durante dois ciclos de cultivo. Detectou que a fertirrigação mensal proporcionou peso de cachos, peso de pencas e produtividades e que a redução de 50% das doses de N e K não exerceu efeito sobre a produção e qualidade dos frutos.

De acordo com Moreira, Pereira e Freitas (2009), a aplicação de altas concentrações de potássio diminuiu a resistência da polpa e no segundo ciclo houve interação significativa entre as doses de N e de K_2O , sendo a maior produção obtida com aplicação de 1600 kg ha^{-1} de K_2O .

Conforme Figueiredo et al. (2006), trabalhando os efeitos de diferentes lâminas de irrigação sobre o crescimento vegetativo, a produtividade e qualidade da bananeira na colheita, na região Norte de Minas Gerais, observaram que as lâminas de irrigação não influenciaram a qualidade dos frutos na colheita, sendo que a lâmina correspondente a 120% da ETo promoveu maior percentual de pencas de primeira e de segunda, em relação aos outros tratamentos.

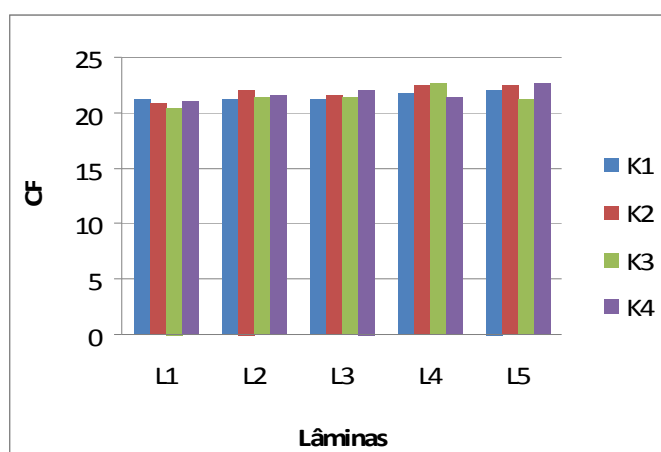


Figura 31. Interação Lâminas versus Potássio Comprimento do Fruto (CF)

5 CONCLUSÕES

A Fertirrigação alterou o Número de frutos por cacho, Número de pencas, Peso da Penca Central, Diâmetro do fruto e comprimento do fruto, no entanto, não influenciou as características do Peso do cacho, Número de Penca por Cacho, °Brix e Potássio no fruto.

As características diferenciam de um ciclo para outro, evidenciando uma mudança no padrão de produção.

O manejo adequado na cultura da bananeira deve ser recomendado quando se avalia diferentes ciclos de produção.

Dentre os fatores analisados a melhor combinação foi L_3K_2 , a lâmina de irrigação é L_3 (100% da ETc) e a adubação de potássio K_2 (60 %).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH. **Evapotranspiration del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006, 298p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

AQUINO, B. F. **Adubos e adubação**. Fortaleza: UFC. 2003. 241p. (Material didático).

AUBERT, B. Action du climat le comportement du bananier en zones tropicales et subtropicales. **Fruits**, Paris, v.26, n.3, 1971. p.175-187.

BARROSO, A. de A. F.; **Lâminas de irrigação e doses de potássio por gotejamento na cultura da bananeira no terceiro ciclo de produção**. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, 2009. 113p.

BORGES, A. L. **Manejo do solo em bananal plantado em fileiras duplas**. I. Primeiro seguidor. Cruz das Almas, Ba: EMBRAPA – CNPMF, 1987. 4p.

BORGES, A. L., OLIVEIRA, A. M. G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z. (Org.). **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 47-59. (Frutas do Brasil, 1).

BORGES, A. L., OLIVEIRA, A. M. G., SOUZA, L. S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E. J(Org.). **A cultura da banana: Aspectos técnicos sócio-econômicos e agroindustriais** 2. ed., Brasília: EMBRAPA – SPI/Cruz das Almas: EMBRAPA CNPMF, 1999. p. 197-254.

BORGES, A. L.; CORDEIRO, Z. J. M.; FRANCELLI, M.et al. Exigências edafoclimáticas In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana. Produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 17-23.

BORGES, A. L.; CALDAS, R. C. **Teores de nutrientes nas folhas de bananeira cv. Pacovan, sob irrigação**. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/revista/28_5/art18.PDF>. Acesso em: 01 set. 2008.

BORGES, A. L.; SILVA, J. T. A. da; OLIVEIRA, S. L. de. Adubação nitrogenada e potássica para bananeira cv. ‘Prata Anã’: produção e qualidade dos frutos no primeiro ciclo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, p.179-184, 1997.

BRASIL, E. C.; OEIRAS, A. H. L.; MENEZES, A. J. E. A.; VELOSO, C. A. C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2407-2414, 2000.

CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; LIMA, S. C. R. V.; PEREIRA, J. M.G. **Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da goiaba**. Irriga, Botucatu: v. 11, n. 1, 2006. p. 36-46.

CHAMPION, J. **El plátano: técnicas agrícolas y producciones tropicales**. Barcelona: Blume, 1975. p. 3 – 55.

COSTA, S. C.; **Níveis de irrigação e doses de potássio aplicados por gotejamento na cultura da bananeira para a região da chapada do Apodi-CE**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Ambientais) - Universidade Federal de Viçosa (UFV), 2009. 135p.

CREESMAN, E. E. Classification of the bananas. II: the genus *Musa* L. **New Bulletin**, London, n. 2, p. 106 – 117, 1948.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Rome, Italy: FAO Irrigation and Drainage. S. p. (FAO paper 24). 1977.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. **Mandioca e fruticultura: sistemas de produção 5**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptiaembrapa.br/Fonteshtml/Banana/BananaCeara/adubacao.htm>>. Acesso em 22: jan. 2008.

FAO. **Food Agricultural Organization. Statisticals: Database**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acessado em: 18 out. 2005.

FARIA, N. G. **Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores e bananeira**. 1997. 66f. Tese (Mestrado em Ciências Agrárias) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

FIGUEIREDO, F. P.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A.; COSTA, L.; MÁRCIO M. RAMOS, M. M.; FLÁVIO G. OLIVEIRA, F. G. Produtividade e qualidade da banana prata anã, influenciada por lâminas de água, cultivada no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.4.2006.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION. AGL. **Crop water management: banana.** 2002. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwater/banana.stm>> Acesso em: 16 jun. 2003.

GANRY, J. Étude du développement du système foliaire du bananier en fonction de la temperature. **Fruits**, Paris, v.28, n.7/8, p.499-516, 1973.

GUERRA, A. G.; ZANINI, J. R.; NATALE, W.; PAVANI, L. C. Frequência da fertirrigação da bananeira-prata-anã com nitrogênio e potássio aplicados por microaspersão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.80-88, 2004.

HARTZ, T. K.; HOCHMUTH, G. J. fertility management of drip-irrigated vegetables. **HortTechnology**, p. 168-172. 1996.

HERNANDEZ, F. B. T. **Agricultura irrigada e atuação da UNESP no oeste paulista.** Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/fernando.htm>> Acesso em: 16 jun. 2003.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2007:** malha municipal digital do Brasil: situação em 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 18 out. 2005.

ITAL. Campinas, SP. **Banana:** cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: ITAL, 1990. 302p. (ITAL. Frutas Tropicais, 3).

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design.** [S.1]: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.

LASSOUBIÉRE, A. Quelques aspects de la croissance et du développement du bananier 'Poyo' em Cote d'Ivoire. II. Le système radical. **Fruits**, Paris, v.33, n. 5, p.314 – 338, 1978.

LOPES A. S. **Manual de fertilidade do solo.** Traduzido e adaptado do original: Soil fertility manual. Potash Phosphate Institute. São Paulo: ANDA/POTAFOS. 1989. 153p.

LUTZ, A. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** métodos químicos e físicos para as análises de alimentos. São Paulo: 1985. v. 1.

MACHADO, R. E.; MATTOS, A. Construção e instalação de um lisímetro com sistema de Drenagem. Estado São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.1, p.147-151, Março, 2001.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 2. ed. 319p. 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic press, 1988. 889 p.

MEDINA, J. C. Cultura. In: ITAL. **Banana**: cultura, matéria – prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: 1990. p. 1 – 131. (ITAL. Série Frutas Tropicais, 3).

MONTAGUT, G.; MARTIN-PRÉVEL, P. Besoins en engrais des bananaraies antillaises. **Fruits**, Paris: v.20, n.6, p.265-273, 1965.

MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R.; FREITAS, A. R. **Nitrogênio e potássio na produtividade e qualidade da bananeira cultivar Thap Maeo**. Bragantia, Campinas, v.68, n.2, p.483-491, 2009.

MOREIRA, R. S. **Banana**: teoria e prática de cultivo, 2. ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1999. 1 CD-ROM.

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

OLIVEIRA, I. E. de A.; BORGES, A. L.; SILVA, S. de O. Teores de nutrientes e produtividade em genótipos de bananeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16. 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF, 2000 a. 1 CD ROM.

OLIVEIRA, M. de A.; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K.; SOARES FILHO, W. A dos S.; CORDEIRO, Z. J. M.; DANTAS, J. L. L.; SILVA, S. de O. Avaliação agronômica de cultivares e híbridos promissores de banana I: porte médio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 15, n. 3, p. 7-13, dez. 1993.

OLIVEIRA, S. de L.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L. Irrigação e fertirrigação. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.) **Banana**: produção, aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000 b. p. 60-72.

OLIVEIRA, S. L. de. Irrigação. In: ALVES, Élio José (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, sócioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 1999, p. 317-334.

OLIVEIRA, S. L.; BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; DA SILVA, J. T. A. **Uso da irrigação e da fertirrigação na produção integrada de banana no Norte de Minas Gerais**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2005. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 77).

PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba Agropecuária, 1999. 460p.

PENMAN, H. L. Evaporation: an introductory survey. Netherlands. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.4, p.9-29. 1956.

PINTO, J. M.; FLORI, J. E.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J. ; SOARES, J. M. **Aplicação de nitrogênio e potássio via fertirrigação em bananeira**. XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2000.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri, SP: Manole, 2004.

RODRIGUES, M. G. V.; SOUTO, R. F. **Novas opções à bananicultura de Minas Gerais**. Disponível em: <www.todafruta.com.br> Acessado em: 10 ago. 2003.

SILVA, E. de B.; RODRIGUES, M. G. V.; SANTOS, J. de O. Estado nutricional de um bananal irrigado com água subterrânea. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001. Nova Porteirinha. **Anais...** Montes Claros: Unimontes, 2001. p. 263-266.

SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L.; MALBURG, J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 21-36, jan. fev. 1999.

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**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 152-155, 2003.

SILVA, K. O., Jarbas H.; MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N.; FOLEGATTI, M. V. Análise de métodos de estimativa de evapotranspiração na otimização de sistemas de drenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 161-165, 2005.

SILVA, S. de O. e.; ALVES, É. J.; SHEPHERD, Kenneth e DANTAS, J. L. L, In: Élio José Alves. (Org.). **A cultura da banana**: aspectos técnicos, sócioeconômicos e agroindustriais. 2ª. ed. Brasília, DF: Embrapa, 1999. 585p.

SILVA, S. de O. e.; ROCHA, S. A.; ALVES, E. J.; CREDICO, M.; PASSOS, A. R. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 161-169, ago. 2000.

SIMMONDS, N. W. **Los platanos**. Arcelona lume, 1973. 539p.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos**: cultivo y comercialización. 2. ed. San José: Litografis e Imprenta LIL, 1992. 674p.

SUBRA, P.; GUILLEMOT, J. Contribution a Pétude du rhizome et des rejets du bananier. **Fruits**, Paris, v. 16, n. 1, p. 19- 23, 1961.

TEIXEIRA, L. A. J.; NATALE, W.; RUGGIERO, C. Alterações em alguns atributos químicos do solo decorrentes da irrigação e adubação nitrogenada e potássica em bananeira após dois ciclos de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 684-689, 2001.

TEIXEIRA, L. A. J.; SANTOS, W. R.; BATAGLIA, O. C.; Diagnose nutricional para nitrogênio e potássio em bananeira por meio do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) e de níveis críticos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, ago. 2002.

WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. A. T.; SILVA, I. M. N. ; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. V. Adubação nitrogenada e potássica em bananeira 'Pacovan' (musa AAB, subgrupo prata) na chapada do Apodi, Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 1, p. 154-157, abr. 2006.

APÊNDICE

Apêndice 1. 1ª Avaliação do sistema

Tipo = Gotejamento Marca = Netafim Modelo = RAM autocompensante
 Vazão teórica = 2,3 L h⁻¹ Pressão = acima de 0.5 Kgf cm⁻²
 Pressões Data: 21/10/2008

$$CUD = 100 \frac{\bar{x}}{X}$$

Saída da bomba = 2,7 Entrada da LP = 2,0

$$CUD = 95,43 \%$$

Num. laterais = 22 Num plantas= 33 Obs: coleta em 2 emissores mais próximo da planta

Área	Localização da Linha	Linha	Primeira - Planta 1			1/3 - Planta 11			2/3 - Planta 22			Última - Planta 33			Médias das Vazões
			Vol got 1 (ml)	Vol got 2 (ml)	tempo (min)	Vol got 1 (ml)	Vol got 2 (ml)	tempo (min)	Vol got 1 (ml)	Vol got 2 (ml)	tempo (min)	Vol got 1 (ml)	Vol got 2 (ml)	tempo (min)	
1	Início	1 L5K4	61,00	69,00	2	74,00	66,00	2	67,00	72,00	2	69,00	69,00	2	2,05
			59,00	69,00	2	75,00	66,00	2	67,00	70,00	2	69,00	69,00	2	
			63,00	69,00	2	76,00	65,00	2	67,00	70,00	2	68,00	69,00	2	
			61,00	69,00	2	75,00	65,67	2	67,00	70,67	2	68,67	69,00	2	
		Vazão		1,95			2,11			2,07			2,07		
	Um terço	7 L5K3	71,00	72,00	2	67,00	71,00	2	70,00	70,00	2	67,00	74,00	2	2,13
			71,00	72,00	2	72,00	72,00	2	71,00	70,00	2	67,00	75,00	2	
			72,00	72,00	2	72,00	72,00	2	71,00	70,00	2	67,00	74,00	2	
			71,33	72,00	2	70,33	71,67	2	70,67	70,00	2	67,00	74,33	2	
		Vazão		2,15			2,13			2,11			2,12		
	Dois terços	15 L2K4	71,00	80,00	2	75,00	74,00	2	73,00	73,00	2	72,00	72,00	2	2,19
			72,00	80,00	2	62,00	71,00	2	73,00	74,00	2	72,00	71,00	2	
			73,00	79,00	2	73,00	73,00	2	72,00	74,00	2	72,00	71,00	2	
			72,00	79,67	2	70,00	72,67	2	72,67	73,67	2	72,00	71,33	2	
		Vazão		2,28			2,14			2,20			2,15		
	Última	22 L2K3	70,00	66,00	2	70,00	72,00	2	71,00	68,00	2	71,00	67,00	2	2,08
			71,00	66,00	2	71,00	71,00	2	71,00	68,00	2	72,00	66,00	2	
			72,00	66,00	2	71,00	70,00	2	71,00	68,00	2	70,00	66,00	2	
			71,00	66,00	2	70,67	71,00	2	71,00	68,00	2	71,00	66,33	2	
		Vazão		2,06			2,13			2,09			2,06		

(Continuação)

Área	Localização da Linha	Linha	Primeira - Planta 1			1/3 - Planta 11			2/3 - Planta 22			Última - Planta 33			Médias das Vazões			
			Vol got 1	Vol got 2	tempo	Vol got 1	Vol got 2	tempo	Vol got 1	Vol got 2	tempo	Vol got 1	Vol got 2	tempo				
			(ml)	(ml)	(min)	(ml)	(ml)	(min)	(ml)	(ml)	(min)	(ml)	(ml)	(min)				
2	Início	1 L4K3	70,00	67,00	2	68,00	67,00	2	71,00	72,00	2	64,00	71,00	2	2,05			
			70,00	67,00	2	67,00	67,00	2	72,00	72,00	2	64,00	69,00	2				
			70,00	66,00	2	68,00	65,00	2	71,00	71,00	2	64,00	70,00	2				
			Média	70,00	66,67	2	67,67	66,33	2	71,33	71,67	2	64,00	70,00		2		
		Vazão		2,05			2,01			2,15			2,01					
	Um terço	7 L4K4	70,00	71,00	2	68,00	70,00	2	72,00	70,00	2	70,00	68,00	2		2,10		
			70,00	71,00	2	68,00	69,00	2	72,00	70,00	2	72,00	66,00	2				
			70,00	71,00	2	68,00	69,00	2	72,00	70,00	2	72,00	67,00	2				
			Média	70,00	71,00	2	68,00	69,33	2	72,00	70,00	2	71,33	67,00			2	
		Vazão		2,12			2,06			2,13			2,08					
	Dois terços	15 L1K1	66,00	70,00	2	71,00	74,00	2	68,00	68,00	2	59,00	69,00	2			2,05	
			66,00	71,00	2	68,00	75,00	2	69,00	68,00	2	59,00	69,00	2				
			65,00	71,00	2	69,00	77,00	2	70,00	68,00	2	58,00	68,00	2				
			Média	65,67	70,67	2	69,33	75,33	2	69,00	68,00	2	58,67	68,67				2
		Vazão		2,05			2,17			2,06			1,91					
	Última	22 L1K2	82,00	71,00	2	63,00	68,00	2	71,00	66,00	2	73,00	72,00	2				2,12
			82,00	71,00	2	63,00	69,00	2	71,00	66,00	2	73,00	71,00	2				
			82,00	71,00	2	62,00	69,00	2	72,00	66,00	2	71,00	72,00	2				
			Média	82,00	71,00	2	62,67	68,67	2	71,33	66,00	2	72,33	71,67				
		Vazão		2,30			1,97			2,06			2,16					
	Soma das 8 vazões médias (l h ⁻¹) =													16,76				
	Vazão media por gotejador (l h ⁻¹) =													2,10				
	Vazão aplicada no lisímetro com 6 gotejadores (l h ⁻¹)													12,57				

=

Apêndice 2. 2ª Avaliação do sistema

Tipo = Gotejamento			Marca =			Modelo = RAM autocompensante						$CUD = 100 \frac{\bar{x}}{X}$				
Vazão teórica = 2,3 L h ⁻¹			Netafim			Pressão = acima de 0.5 Kgf cm ⁻¹										
						Data:			10/04/2009							
Pressões																
Saída da bomba = 2,4			Entrada da LP = 2,0									CUD = 75,14 %				
Num. laterais = 22			Num plantas= 33			Obs: coleta em 2 emissores mais próximo da planta										
Área	Localização da Linha	Linha	Primeira - Planta 1			1/3 - Planta 11			2/3 - Planta 22			Última - Planta 33			Médias das Vazões	
			Vol got 1	Vol got 2	tempo	Vol got 1	Vol got 2	tempo	Vol got 1	Vol got 2	tempo	Vol got 1	Vol got 2	tempo		
			(ml)	(ml)	(min)	(ml)	(ml)	(min)	(ml)	(ml)	(min)	(ml)	(ml)	(min)		
1	Início	1	72,00	70,00	2	73,00	73,00	2	33,00	33,00	2	73,00	70,00	2	1,90	
			L5K4	72,00	70,00	2	73,00	73,00	2	42,00	42,00	2	67,00	63,00		2
				72,00	70,00	2	73,00	73,00	2	64,00	41,00	2	64,00	60,00		2
		Média	72,00	70,00	2	73,00	73,00	2	46,33	38,67	2	68,00	64,33	2		
		Vazão		2,13			2,19			1,28			1,99			
	Um terço	7	71,00	74,00	2	65,00	62,00	2	37,00	53,00	2	62,00	59,00	2	1,77	
			L5K3	69,00	72,00	2	62,00	57,00	2	37,00	50,00	2	60,00	56,00		2
				67,00	70,00	2	60,00	59,00	2	49,00	53,00	2	57,00	56,00		2
		Média	69,00	72,00	2	62,33	59,33	2	41,00	52,00	2	59,67	57,00	2		
		Vazão		2,12			1,83			1,40			1,75			
	Dois terços	15	69,00	77,00	2	50,00	52,00	2	41,00	42,00	2	45,00	45,00	2		
			L2K4	68,00	74,00	2	49,00	50,00	2	41,00	41,00	2	44,00	46,00		2
				58,00	48,00	2	49,00	50,00	2	41,00	41,00	2	42,00	47,00		2

		Média	65,00	66,33	2	49,33	50,67	2	41,00	41,33	2	43,67	46,00	2	
		Vazão		1,97			1,50			1,24			1,35		1,51
		22	54,00	73,00	2	46,00	55,00	2	49,00	52,00	2	47,00	47,00	2	
		L2K3	65,00	75,00	2	50,00	54,00	2	49,00	50,00	2	35,00	45,00	2	
	Última		68,00	73,00	2	52,00	53,00	2	48,00	50,00	2	47,00	48,00	2	
		Média	62,33	73,67	2	49,33	54,00	2	48,67	50,67	2	43,00	46,67	2	
		Vazão		2,04			1,55			1,49			1,35		1,61

Área	Localização da Linha	Linha	Primeira - Planta 1			1/3 - Planta 11			2/3 - Planta 22			Última - Planta 33			Médias das Vazões
			Vol got 1	Vol got 2	tempo	Vol got 1	Vol got 2	tempo	Vol got 1	Vol got 2	tempo	Vol got 1	Vol got 2	tempo	
			(ml)	(ml)	(min)	(ml)	(ml)	(min)	(ml)	(ml)	(min)	(ml)	(ml)	(min)	
2	Início	1 L4K3	74,00	70,00	2	44,00	63,00	2	50,00	27,00	2	44,00	38,00	2	
			74,00	70,00	2	44,00	65,00	2	44,00	43,00	2	42,00	42,00	2	
			81,00	70,00	2	44,00	68,00	2	50,00	35,00	2	41,00	40,00	2	
		Média	76,33	70,00	2	44,00	65,33	2	48,00	35,00	2	42,33	40,00	2	
		Vazão		2,20			1,64			1,25			1,24		1,58
	Um terço	7 L4K4	69,00	68,00	2	58,00	59,00	2	34,00	25,00	2	46,00	48,00	2	
			68,00	67,00	2	57,00	57,00	2	39,00	43,00	2	46,00	47,00	2	
			67,00	65,00	2	56,00	56,00	2	42,00	42,00	2	46,00	46,00	2	
		Média	68,00	66,67	2	57,00	57,33	2	38,33	36,67	2	46,00	47,00	2	
		Vazão		2,02			1,72			1,13			1,40		1,56
	Dois terços	15 L1K1	66,00	66,00	2	53,00	52,00	2	41,00	48,00	2	41,00	45,00	2	
			67,00	66,00	2	54,00	52,00	2	43,00	49,00	2	41,00	45,00	2	
			64,00	65,00	2	53,00	51,00	2	43,00	45,00	2	40,00	46,00	2	
		Média	65,67	65,67	2	53,33	51,67	2	42,33	47,33	2	40,67	45,33	2	
		Vazão		1,97			1,58			1,35			1,29		1,55
	Última	22 L1K2	72,00	73,00	2	48,00	46,00	2	82,00	44,00	2	38,00	38,00	2	
			75,00	80,00	2	48,00	46,00	2	84,00	45,00	2	38,00	38,00	2	
			74,00	72,00	2	48,00	46,00	2	89,00	44,00	2	38,00	37,00	2	

2	7	75,00	2	71,00	2	74,00	2	72,00	2	69,00	2	71,00	2
		75,00	2	70,00	2	74,00	2	72,00	2	69,00	2	71,00	2
		76,00	2	70,00	2	74,00	2	72,00	2	69,00	2	71,00	2
		75,00	2	70,00	2	74,00	2	72,00	2	69,00	2	71,00	2
	Média	75,25	2	70,25	2	74,00	2	72,00	2	69,00	2	71,00	2
Vazão		2,26		2,11		2,22		2,16		2,07		2,13	12,95

Vazão Média = 12,97 L/hora Valor médio 12,97 l/hora

Vazão do emissor 2,16 l/h

Apêndice 4. Diferentes lâminas de irrigação aplicadas em mm planta⁻¹ mês⁻¹ e total geral no 4º ciclo de produtiva da bananeira cv. Pacovan Apodi, Limoeiro do Norte – Ceará

Mês/ano	L1	L2	L3	L4	L5
	Etc mm	Etc mm	Etc mm	Etc mm	Etc mm
	mês	mês	mês	mês	mês
mar/08	70,24	105,36	140,48	175,60	210,72
abr/08	67,24	100,86	134,47	168,09	199,80
mai/08	80,11	120,17	160,22	200,28	240,34
jun/08	59,36	89,04	118,72	148,40	177,80
jul/08	74,34	111,50	148,67	185,84	223,01
ago/08	77,72	116,59	155,45	194,31	233,17
set/08	90,77	136,16	181,54	226,93	272,32
out/08	81,78	122,67	163,56	204,45	245,35
nov/08	63,25	94,87	126,50	158,12	189,75
dez/08	61,12	91,69	122,25	152,81	183,37
jan/09	15,95	23,92	31,89	39,87	47,84
TOTAL	741,89	1112,83	1483,77	1854,72	2223,46

Apêndice 5. Valores médios analisados nos ciclos 1º, 2º, 3º e 4º da bananeira cv. Pacovan Apodi em Limoeiro do Norte/CE nos diferentes tratamentos com níveis de irrigação e doses de potássio

Ciclo	PC	NFC	NP	PPC	NFPC	DF	CF	GB	K
L1K1	27,21	121,75	8,33	3,12	13,92	38,14	21,23	19,93	17,45
L1K2	31,20	140,92	9,25	3,19	14,83	39,33	20,79	20,04	17,92
L1K3	28,64	136,42	8,83	2,98	14,50	37,19	20,43	20,14	21,18
L1K4	30,51	133,33	8,92	3,19	14,33	37,94	20,99	19,56	20,00
L2K1	33,98	153,83	9,58	3,43	15,42	37,10	21,15	20,04	16,84
L2K2	36,70	149,83	9,25	3,85	15,00	38,54	22,15	20,20	16,97
L2K3	35,66	143,17	9,33	3,58	14,75	39,87	21,45	20,39	18,91
L2K4	35,70	145,83	9,42	3,37	14,67	38,66	21,54	19,82	16,70
L3K1	32,52	141,00	9,17	3,41	14,83	38,03	21,15	20,56	16,96
L3K2	34,50	143,08	9,33	3,63	14,83	40,21	21,56	19,70	16,33
L3K3	36,14	158,58	9,92	3,46	15,17	36,88	21,37	20,28	18,85
L3K4	41,29	158,50	9,58	4,00	15,33	39,80	22,19	20,04	21,30
L4K1	33,52	142,25	9,08	3,69	14,83	38,40	21,83	20,36	17,14
L4K2	34,93	135,50	8,83	3,54	14,58	38,71	22,53	20,17	17,59
L4K3	39,34	152,50	9,50	3,99	15,08	40,19	22,64	19,40	18,16
L4K4	38,48	163,08	10,00	3,67	15,50	38,27	21,48	19,63	17,97
L5K1	36,97	144,08	9,17	3,92	14,92	39,06	22,21	20,27	17,28
L5K2	38,37	155,17	9,67	3,83	15,33	38,92	22,43	20,13	17,61
L5K3	37,26	156,67	9,67	3,63	15,83	36,55	21,31	20,44	16,11
L5K4	39,51	155,58	9,50	4,03	14,92	39,45	22,69	19,77	16,92

Fonte: Dados dos 1º e 2º ciclos pertencentes ao (COSTA, 2009) e do 3º ciclo à (BARROSO, 2009).

Apêndice 6. Valores médios analisados nos ciclos 1º, 2º, 3º e 4º da bananeira cv. Pacovan Apodi em Limoeiro do Norte/CE nos diferentes tratamentos com níveis de irrigação e doses de potássio.

NFC	K1	K2	K3	K4	NP	K1	K2	K3	K4
L1	121,75	140,92	136,42	133,33	L1	8,33	9,25	8,83	8,92
L2	153,83	149,83	143,17	145,83	L2	9,58	9,25	9,33	9,42
L3	141,00	143,08	158,58	158,50	L3	9,17	9,33	9,92	9,58
L4	142,25	135,50	152,50	163,08	L4	9,08	8,83	9,50	10,00
L5	144,08	155,17	156,67	155,58	L5	9,17	9,67	9,67	9,50
PPC	K1	K2	K3	K4	DF	K1	K2	K3	K4
L1	3,12	3,19	2,98	3,19	L1	38,14	39,33	37,19	37,94
L2	3,43	3,85	3,58	3,37	L2	37,10	38,54	39,87	38,66
L3	3,41	3,63	3,46	4,00	L3	38,03	40,21	36,88	39,80
L4	3,69	3,54	3,99	3,67	L4	38,40	38,71	40,19	38,27
L5	3,92	3,83	3,63	4,03	L5	39,06	38,92	36,55	39,45
CF	K1	K2	K3	K4					
L1	21,23	20,79	20,43	20,99					
L2	21,15	22,15	21,45	21,54					
L3	21,15	21,56	21,37	22,19					
L4	21,83	22,53	22,64	21,48					
L5	22,21	22,43	21,31	22,69					

Fonte: Dados dos 1º e 2º ciclos pertencentes ao (COSTA, 2009) e do 3º ciclo à (BARROSO, 2009).

Apêndice 7. Valores médios das variáveis dependentes de produção analisadas 4º ciclo da bananeira cv. Pacovan Apodi em Limoeiro do Norte/CE nos diferentes tratamentos com níveis de irrigação e doses de potássio

	NFC	NPC	PPC	DFPC	CFPC
L1K1	127,00	8,33	3,46	41,10	22,33
L2K1	179,67	11,00	3,73	37,44	22,00
L3K1	160,00	10,00	3,61	38,57	23,00
L4K1	154,33	9,67	3,68	37,56	21,67
L5K1	162,00	10,00	4,27	39,84	22,50
L1K2	162,33	10,33	3,90	43,59	22,00
L2K2	167,00	9,67	4,13	38,57	22,83
L3K2	151,67	10,00	3,63	39,66	21,58
L4K2	152,33	9,67	3,87	38,68	23,58
L5K2	170,67	10,33	4,01	39,02	22,58
L1K3	149,67	9,67	3,26	36,86	21,50
L2K3	166,33	10,33	4,02	40,53	22,00
L3K3	179,33	11,00	3,79	37,33	22,00
L4K3	182,67	10,67	4,30	42,40	22,75
L5K3	165,33	10,00	3,61	37,03	22,17
L1K4	144,00	9,67	3,61	38,19	22,67
L2K4	170,00	10,67	3,67	39,60	22,67
L3K4	190,33	11,00	4,78	41,97	23,67
L4K4	188,33	10,67	4,27	38,17	22,33
L5K4	170,67	9,67	3,83	39,22	22,83