



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL**

NATHÁLIA MARIA LARANJEIRA BARBOSA

**BANANEIRA 'MAÇÃ' (*Musa* spp.) SOB CULTIVO ORGÂNICO E
DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO NO BIOMA CAATINGA**

JUAZEIRO-BAHIA

2024

NATHÁLIA MARIA LARANJEIRA BARBOSA

**BANANEIRA ‘MAÇÃ’ (*Musa spp.*) SOB CULTIVO ORGÂNICO E
DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO NO BIOMA CAATINGA**

Trabalho de conclusão de Tese apresentado a Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Campus de Juazeiro-BA, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial.

Orientadora: Dra. Cristiane Domingos da Paz

Coorientadora: Dra. Gertrudes Macário de Oliveira

JUAZEIRO – BAHIA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
por Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

B238b Barbosa, Nathália Maria Laranjeira

Bananeira 'Maçã' (Musa spp.) sob cultivo orgânico e diferentes densidades de plantio no bioma Caatinga / Nathália Maria Laranjeira Barbosa. Juazeiro-BA, 2024.
129 fls.: il.

Orientador (a): Prof.^a. Dr.^a. Cristiane Domingos da Paz.

Coorientador (a): Prof.^a. Dr.^a. Gertrudes Macário de Oliveira.

Inclui Referências

Tese (Doutorado Profissional) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT, Campus III. 2024.

1. Agroecossistemas. 2. Sistemas de produção – Base agroecológica. 3. Produção orgânica. 4. Técnicas alternativas – Cultivo da bananeira. 5. Custos de produção. I. Paz, Cristiane Domingos da. II. Oliveira, Gertrudes Macário de. III. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. IV. Título.

CDD: 577.1

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL


FOLHA DE APROVAÇÃO

NATHÁLIA MARIA LARANJEIRA BARBOSA


BANANEIRA 'MAÇÃ' (*Musa spp.*) SOB CULTIVO ORGÂNICO E DIFERENTES
DENSIDADES DE PLANTIO NO BIOMA CAATINGA

Tese apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor em Agroecologia e
Desenvolvimento Territorial, pela Universidade do
Estado da Bahia.


Aprovada em: 22 de julho de 2024.

Documento assinado digitalmente
 **CRISTIANE DOMINGOS DA PAZ**
Data: 23/07/2024 10:29:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


(Cristiane Domingos da Paz, Ph.D. - UNEB)

Documento assinado digitalmente
 **FABIO DEL MONTE COCOZZA**
Data: 22/07/2024 23:29:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


(Fábio Del Monte Coccozza, D.Sc. - UNEB)

Documento assinado digitalmente
 **FELIPE RODRIGUES BOMFIM**
Data: 23/07/2024 07:59:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Felipe Rodrigues Bomfim, D.Sc. - UNEB)

Documento assinado digitalmente
 **LEONARDO MILANEZ DE LIMA LEANDRO**
Data: 23/07/2024 02:36:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Leonardo Milanez de Lima Leandro, D.Sc. - UNIVASF)

Documento assinado digitalmente
 **MARYLUCE ALBUQUERQUE DA SILVA CAMPOS**
Data: 23/07/2024 09:54:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Maryluce Albuquerque da Silva Campos, D.Sc. - UPE)

Dedico esse trabalho aos meus pais, Luiz Sérgio Viveiros Laranjeira Barbosa (*in memoriam*) e Maria Raimunda Santos Laranjeira Barbosa, que sempre valorizaram a minha educação e a de meus irmãos, aos meus filhinhos Gabriela e Hiroshi, ao meu companheiro Roberlúcio e a todos aqueles envolvidos na cadeia produtiva da banana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por estar sempre presente, principalmente nos momentos mais difíceis, sempre ao meu lado e, muitas vezes, me carregando.

Aos meus irmãos Péricles, Luiz Ernesto e Luiz Alexandre, que sempre me apoiaram, especialmente Luiz Ernesto, parceiro em publicações.

À Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS, Campus III, pelos conhecimentos ofertados gratuitamente, sempre contribuindo na produção e difusão de ciência e tecnologia para a região do São Francisco.

Ao Centro de Agroecologia, Energias Renováveis e Desenvolvimento Sustentável - CAERDES, por disponibilizar suas dependências físicas e equipamentos no desenvolvimento das atividades do PPGADT.

À minha orientadora Prof^a. Dra. Cristiane Domingos da Paz, pelos seus ensinamentos, orientação, compreensão, paciência e amizade nos momentos mais difíceis e felizes no decorrer deste trabalho, tornando possível a sua realização.

À minha co-orientadora Prof^a. Dra. Gertrudes Macário de Oliveira, pelo apoio constante.

Aos meus amigos, que também foram meus consultores, especialmente a Wilma Bacelar Acioli Lins, quem me apoiou e me fez ver o quanto me satisfaz trabalhar com densidades de plantio em bananeiras e a Silvana Cardoso da Silva, pelo suporte em estatística.

Ao Sr. Roberlúcio Cardoso da Silva, produtor e gestor ambiental, que cedeu a área, insumos e mão-de-obra para a implantação do bananal e realização do manejo da cultura, bem como Jaílson, pelo apoio e ajuda nas leituras de campo.

À Multiplanta Tecnologia Vegetal, em Andradas/MG, que cedeu as mudas micropropagadas de meristema de bananeira Maçã para enviveiramento e plantio;

À Soloagri - Análises de Solos e Produtos Agrícolas Ltda., em especial ao Engenheiro Agrônomo Welder de Oliveira Cruz, pelo apoio nas análises de solos, química e bioanálise, bem como à bióloga Darlenny Hellen Pereira de Assis Mandú pelo suporte durante o processo laboratorial.

À Granja Santa Ana Sertaneja Eireli, em Casa Nova/BA, que cedeu o esterco de poedeiras para uso na adubação de fundação, e

À Ecofertil Indústria e Comércio Ltda, em Petrolina/PE, que cedeu o composto para adubação de fundação e o bagaço de coco para uso em cobertura da linha de plantio.

Ao corpo docente do PPGADT/UNEB: Cristiane Domingos da Paz, Gertrudes Macário de Oliveira, Luciano Sérgio Ventin Bomfim, Lindete Miria Vieira Martins, Marcos Antônio Vanderlei Silva, Fábio Del Monte Coccozza, Jairton Fraga Araújo e demais professores que contribuíram com seus conhecimentos nessa jornada.

Aos colegas discentes da primeira turma do PPGADT/UNEB: Edvando Manoel de Souza, Erivaldo Erbo Alves Dos Santos, Jussara Adolfo Moreira, Luciano de Oliveira Costa, Marcos Vinícius Furtado Gomes, Mariana Barros de Almeida, Mayara Milena Menezes da Luz Pires Brandão, Paulo Eduardo Rolim Campos, Pedro Henrique Campello Santos, Ramão Jorge Dornelles e Valtency Remígio Souto, pela amizade e compartilhamento de conhecimentos durante essa etapa, bastante promissora em nossas vidas, com especial agradecimento a Edvando Manoel de Souza, pela assessoria estatística.

A Macileide Ferreira Passos Alves, secretária do PPGADT/UNEB e Regivaldo José da Silva, bibliotecário da UNEB, pelo profissionalismo, suporte técnico, disposição e paciência para comigo, sempre.

À Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco - ADAGRO, em especial à equipe do escritório de Petrolina, agradeço o apoio e compreensão na divisão e execução das atividades que precisavam ser cumpridas.

Enfim, agradeço a todos que direta e/ou indiretamente contribuíram para o cumprimento e concretização dos estudos necessários deste doutorado.

Sempre amei bananeiras. Acho incrível o desenvolvimento das plantas e o entrelaçado da unidade de produção, da família... sua diversidade genética, mostrando plantas e inflorescências de singelas a robustas, e, ao final, um fruto delicioso, intrigante, com embalagem prática e sustentável, que compõe a dieta alimentar em lares de todas as classes sociais. Esse foi um trabalho feito com muito amor e suor.

BANANEIRA 'MAÇÃ' (*Musa spp.*) SOB CULTIVO ORGÂNICO E DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO NO BIOMA CAATINGA

RESUMO

O cultivo da bananeira é considerado de fácil manejo para o produtor, e seu fruto, a banana, está presente nos lares de todas as classes sociais no Brasil. Objetivou-se com este estudo avaliar os caracteres vegetativos e de rendimento da bananeira 'Maçã' orgânica em diferentes estandes, por dois ciclos de produção, bem como os atributos químicos e bioanálise do solo, além dos custos de produção dos tratamentos. O experimento foi instalado em propriedade certificada orgânica, em Petrolina-PE, em delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco densidades populacionais (1.666; 2.000; 2.500; 4.000 e 5.000 plantas/ha), cinco repetições e parcelas constituídas por quatro linhas. Avaliou-se três plantas em cada uma das duas linhas centrais, sendo os dados submetidos às análises de verificação da normalidade e posteriormente, a de regressão utilizando o programa estatístico R 4.0. A bananeira 'Maçã' revelou-se uma alternativa de cultivo para o agricultor implementar a transição agroecológica, sendo que à medida que elevou-se o número de plantas por hectare, houve aumento na duração dos ciclos e, em todos os tratamentos, os frutos foram classificados na categoria extra, de qualidade superior. As práticas culturais e o manejo desta fruteira contribuíram para o aporte de matéria orgânica e melhoria da qualidade biológica do solo. Dois modelos de transição agroecológica se destacaram, 2.500 plantas por hectare, recomendada para cultivos por mais de dois ciclos e 4.000 plantas por hectares, que deve ser explorado por apenas duas safras. A análise econômica mostrou a rentabilidade do empreendimento, assim como a possibilidade de planejar a implementação do modelo adequado.

Palavras-chave: *Musa spp.*; agroecologia; produção orgânica

BANANA 'MAÇÃ' (*Musa* spp.) UNDER ORGANIC CULTIVATION AND DIFFERENT PLANTING DENSITIES IN THE CAATINGA BIOME

ABSTRACT

Banana cultivation is considered easy for producers to manage, and its fruit, the banana, is present in homes of all social classes in Brazil. The objective of this study was to evaluate the vegetative and yield characteristics of the organic banana tree 'Maçã' in different stands, for two production cycles, as well as the chemical attributes and bioanalysis of the soil, in addition to the production costs of the treatments. The experiment was installed on a certified organic property, in Petrolina-PE, in a randomized block experimental design, with five population densities (1,666; 2,000; 2,500; 4,000 and 5,000 plants/ha), five replicates and plots consisting of four lines. Three plants were evaluated in each of the two central lines, and the data were subjected to normality verification analyses and then regression analyses using the R 4.0 statistical program. The 'Maçã' banana tree proved to be an alternative crop for farmers implementing the agroecological transition, and as the number of plants per hectare increased, there was an increase in the duration of the cycles and, in all treatments, the fruits were classified in the extra category, of superior quality. The cultural practices and management of this fruit tree contributed to the contribution of organic matter and improvement of the biological quality of the soil. Two agroecological transition models stood out: 2,500 plants per hectare, recommended for crops for more than two cycles, and 4,000 plants per hectare, which should be explored for only two harvests. The economic analysis showed the profitability of the enterprise, as well as the possibility of planning the implementation of the appropriate model.

Keywords: *Musa* spp.; agroecology; organic production

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Bananeira adulta.....	20
Figura 2- Registro aéreo da área do experimento sobre densidades de banana 'Maçã' no bioma Caatinga, no lote 101B, Petrolina, 2022.....	39
Figura 3- Média dos dados climáticos do município de Petrolina (PE), no período de 2013 a 2023.	40
Figura 4- Marcação e abertura de berços para plantio da bananeira. Petrolina (PE), 2020.	41
Figura 5 - Croqui da parcela experimental, com as bordaduras e ruas internas e plantas para coleta dos dados. Petrolina (PE), 2020.	42
Figura 6- Medição da altura da bananeira em floração. Petrolina (PE), 2021.....	45
Figura 7- Medida do diâmetro do pseudocaule da bananeira em floração. Petrolina (PE), 2021.	46
Figura 8- Médias da altura de planta (ALT), número de filhos emitidos (NFIL), diâmetro do pseudocaule no colo (\emptyset s), diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo (\emptyset 0,3) e diâmetro do pseudocaule a 1 m do solo (\emptyset 1m) em função das densidades de plantio no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	52
Figura 9- Médias do número de folhas vivas no florescimento (NFF), número de folhas vivas na colheita (NFC), peso de cacho (PC), peso de pencas (PP), número de pencas (NPEN) em função das densidades de plantio no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	55
Figura 10- Médias do número de frutos (NFRU), peso da segunda penca (PP2), peso do fruto da segunda penca (PFP2) e diâmetro de fruto da segunda penca (\emptyset FP2) em função das densidades de plantio no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	58
Figura 11- Médias do comprimento interno de fruto da segunda penca (CIFP2), comprimento externo de fruto da segunda penca (CEFP2), peso da ráquis (PR), comprimento do engaço (CE) e diâmetro do engaço (\emptyset E) em função das densidades de plantio no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	60
Figura 12- Médias do intervalo entre plantio e floração (PF), intervalo do florescimento à colheita (FC), número de dias do plantio à colheita (PCol), produtividade ton/ha (PROD), área foliar total (AF) e índice de área foliar (IAF) em função das densidades de plantio no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	64
Figura 13- Médias da altura de planta (ALT), diâmetro do pseudocaule no colo (\emptyset s), diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo (\emptyset 0,3) e diâmetro do pseudocaule a 1 m do solo (\emptyset 1m) em função das densidades de plantio no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	66

Figura 14- Médias do número de folhas vivas no florescimento (NFF), número de folhas vivas na colheita (NFC), peso de cacho (PC), peso de pencas (PP) e número de pencas (NPEN) em função das densidades de plantio no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	69
Figura 15- Médias do peso da segunda penca (PP2), número de frutos (NFRU), peso médio dos frutos (PMF), peso do fruto da segunda penca (PFP2) e diâmetro de fruto da segunda penca (ØFP2) em função das densidades de plantio no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	72
Figura 16- Médias do comprimento interno de fruto da segunda penca (CIFP2), comprimento externo de fruto da segunda penca (CEFP2), peso da ráquis (PR), comprimento do engaço (CE) e diâmetro do engaço (ØE) em função das densidades de plantio no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	75
Figura 17- Médias do intervalo entre início do ciclo 2 e sua floração (PF), intervalo do florescimento à colheita (FC), número de dias do início do ciclo 2 à colheita (PCol), produtividade ton/ha (PROD), área foliar total (AF) e índice de área foliar (IAF), em função das densidades de plantio no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	79
Figura 18- Cachos de banana 'Maçã' orgânica das áreas de diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Atributos químicos do solo da área experimental antes do plantio, nos perfis 0-30 cm e 30-60cm. Petrolina (PE), 2020.....	40
Tabela 2- Atributos físicos do solo da área experimental antes do plantio, nos perfis 0-30 cm e 30-60cm. Petrolina (PE), 2020.	41
Tabela 3- Atributos da bioanálise de solos da área experimental antes do plantio, no perfil 0-10 cm, Petrolina (PE), 2023.	41
Tabela 4- Esquema simplificado dos tratamentos utilizados no experimento. Petrolina (PE), 2020.	42
Tabela 5- Insumos orgânicos utilizados na adubação no período de 2020 a 2023...43	43
Tabela 6- Coeficiente de cultura (Kc) da bananeira em regiões de clima tropical.	43
Tabela 7- Análise de variância, médias, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis altura de planta (ALT), número de filhos emitidos (NFIL), diâmetro do pseudocaule no colo (\emptyset_s), diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo ($\emptyset_{0,3}$) e diâmetro do pseudocaule a 1 m do solo (\emptyset_1) no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	49
Tabela 8- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis número de folhas vivas no florescimento (NFF), número de folhas vivas na colheita (NFC), peso de cacho (PC), peso de pencas (PP) e número de pencas (NPEN) no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	53
Tabela 9- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis número de frutos (NFRU), peso da segunda penca (PP2), peso do fruto da segunda penca (PFP2) e diâmetro de fruto da segunda penca (\emptyset_{FP2}) no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	56
Tabela 10- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis comprimento interno de fruto da segunda penca (CIFP2), comprimento externo de fruto da segunda penca (CEFP2), peso da ráquis (PR), comprimento do engaço (CE) e diâmetro do engaço (\emptyset_E) no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	59
Tabela 11- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis intervalo entre plantio e floração (PF), intervalo do florescimento à colheita (FC), número de dias do plantio à colheita (PCol), produtividade (PROD), área foliar total (AF) e índice de área foliar (IAF) no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	61
Tabela 12- Resumo da análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação, média das densidades com análise de regressão para as variáveis altura de planta (ALT), diâmetro do pseudocaule no colo (\emptyset_s), diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo ($\emptyset_{0,3}$) e diâmetro do pseudocaule a 1 m do solo (\emptyset_1) no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.	65

Tabela 13- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis, número de folhas vivas no florescimento (NFF), número de folhas vivas na colheita (NFC), peso de cacho (PC), peso de pencas (PP) e número de pencas (NPEN) no segundo ciclo de produção da banana ‘Maçã’ orgânica. Petrolina (PE), 2024.	67
Tabela 14- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis número de frutos (NFRU), peso da segunda penca (PP2), peso do fruto da segunda penca (PFP2) e diâmetro de fruto da segunda penca (ØFP2) no segundo ciclo de produção da banana ‘Maçã’ orgânica. Petrolina (PE), 2024.	70
Tabela 15- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis comprimento interno de fruto da segunda penca (CIFP2), comprimento externo de fruto da segunda penca (CEFP2), peso da ráquis (PR), comprimento do engaço (CE) e diâmetro do engaço (ØE) no segundo ciclo de produção da banana ‘Maçã’ orgânica. Petrolina (PE), 2024.	73
Tabela 16- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis intervalo entre início do ciclo 2 e sua floração (PF), intervalo do florescimento à colheita (FC), número de dias do início do ciclo 2 à colheita (PCol), produtividade (PROD), área foliar total (AF) e índice de área foliar (IAF) no segundo ciclo de produção da banana ‘Maçã’ orgânica. Petrolina (PE), 2024.	76
Tabela 17- Análise dos atributos pH, C.E., SB, CTC, V, C e MO da análise de solos na profundidade de 0-30 cm em áreas de banana ‘Maçã’ orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.....	82
Tabela 18- Análise dos atributos pH, C.E., SB, CTC, V, C e MO da análise de solos na profundidade de 30-60 cm em áreas de banana ‘Maçã’ orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE). 2023.....	82
Tabela 19- Análise dos atributos Ca ⁺² , Mg ⁺² , K ⁺² , P, AL ⁺³ e H+Al da análise de solos na profundidade de 0-30 cm em áreas de banana ‘Maçã’ orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.....	83
Tabela 20- Análise dos atributos Ca ⁺² , Mg ⁺² , K ⁺² , P, AL ⁺³ e H+Al da análise de solos na profundidade de 30-60 cm em áreas de banana ‘Maçã’ orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.....	84
Tabela 21- Análise dos componentes SAT.Ca ⁺² , SAT. Mg ⁺² , SAT. Na ⁺² e SAT. K ⁺² da análise de solos na profundidade de 0-30 cm em áreas de banana ‘Maçã’ orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.	84
Tabela 22- Análise dos componentes SAT.Ca ⁺² , SAT. Mg ⁺² , SAT. Na ⁺² e SAT. K ⁺² da análise de solos na profundidade de 30-60 cm em áreas de banana ‘Maçã’ orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.	84
Tabela 23- Análise dos componentes Cu, Fe, Mn, Zn e B da análise de solos na profundidade de 0-30 cm em áreas de banana ‘Maçã’ orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.	85

Tabela 24- Análise dos componentes Cu, Fe, Mn, Zn e B da análise de solos na profundidade de 30-60 cm em áreas de banana 'Maçã' orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.	85
Tabela 25- Atividade das enzimas β -glicosidase e arilsulfatase na profundidade de 0 a 10 cm. Petrolina (PE), 2023.	86
Tabela 26- Estimativa de investimento para implantação (mês 1 ao 12) de 1,00 ha (1.667 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.	88
Tabela 27- Coeficientes técnicos para o 2 ^o ano (mês 13 ao mês 24) de produção de 1,0 ha (1.667 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.....	89
Tabela 28- Coeficientes técnicos para o 3 ^o ano (mês 25 ao mês 28) de produção de 1,0 ha (1.667 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.....	90
Tabela 29- Estimativa de investimento para implantação (mês 1 ao mês 12) de 1,00 ha (2.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.	91
Tabela 30- Coeficientes técnicos para o 2 ^o ano (mês 13 ao mês 24) de produção de 1,0 ha (2.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.....	92
Tabela 31- Coeficientes técnicos para o 3 ^o ano (mês 25 ao mês 30) de produção de 1,0 ha (2.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.....	93
Tabela 32- Estimativa de investimento para implantação (mês 1 ao mês 12) de 1,00 ha (2.500 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.	94
Tabela 33- Coeficientes técnicos para o 2 ^o ano (mês 13 ao mês 24) de produção de 1,0 ha (2.500 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.....	95
Tabela 34- Coeficientes técnicos para o 3 ^o ano (mês 25 ao mês 32) de produção de 1,0 ha (2.500 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.....	96
Tabela 35- Estimativa de investimento para implantação (mês 1 ao mês 12) de 1,00 ha (4.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.	97
Tabela 36- Coeficientes técnicos para o 2 ^o ano (mês 13 ao mês 24) de produção de 1,0 ha (4.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.....	98
Tabela 37- Coeficientes técnicos para o 3 ^o ano (mês 25 ao mês 36) de produção de 1,0 ha (4.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.....	99
Tabela 38- Estimativa de investimento para implantação (mês 1 ao mês 12) de 1,00 ha (5.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.	100
Tabela 39- Coeficientes técnicos para o 2 ^o ano (mês 13 ao mês 24) de produção de 1,0 ha (5.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023...	101
Tabela 40- Coeficientes técnicos para o 3 ^o ano (mês 25 ao mês 36) de produção de 1,0 ha (5.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023...	102
Tabela 41- Coeficientes técnicos para o 4 ^o ano (mês 37) de produção de 1,0 ha (5.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.	103
Tabela 42- Resumo detalhado dos custos de produção das diferentes densidades de plantio da banana 'Maçã' orgânica pelo período de dois ciclos de produção. Petrolina (PE), 2023.	103

Tabela 43- Resumo dos custos de produção de banana ‘Maçã’ orgânica em diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.....	104
Tabela 44- Resumo da distribuição da produção de banana ‘Maçã’ ao longo dos anos, em diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.....	106
Tabela 45- Resumo dos custos e receitas de diferentes densidades de plantio de banana ‘Maçã’ orgânica em Petrolina (PE), 2024.	107

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	ORIGEM, TAXONOMIA E MORFOLOGIA	19
2.2	BREVE HISTÓRIA DO CULTIVO COMERCIAL DA BANANEIRA	25
2.3	O CULTIVAR MAÇÃ	25
2.4	A AGROECOLOGIA: VISLUMBRE E SEMEIO	26
2.5	SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICA NO BRASIL	30
2.6	MANEJO ORGÂNICO E QUALIDADE AMBIENTAL	32
2.7	DENSIDADE DE PLANTIO EM BANANEIRAS	35
2.8	AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DA BANANEIRA 'MAÇÃ'	37
3	MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1	CONDUÇÃO DA PESQUISA	39
3.2	VARIÁVEIS OBSERVADAS	44
3.3	EQUIPE EXECUTORA	48
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1	CICLO 1	49
4.2	CICLO 2	64
4.3	SOLO	80
4.4	BIOANÁLISE DE SOLO	85
4.5	ANÁLISE DO CUSTO DE PRODUÇÃO	87
5	CONCLUSÕES	109
	REFERÊNCIAS	110

1 INTRODUÇÃO

Originária da Ásia, a bananeira (*Musa spp.*) encontra-se cultivada nos cinco continentes da Terra, sendo seu fruto, a banana, considerado o mais importante produto fresco no mercado mundial. É a primeira fruta recomendada por médicos para bebês, continua por toda uma vida na dieta dos humanos, principalmente atletas, e é a base alimentar de populações africanas.

Em 2022 os principais países produtores foram Índia, China, Indonésia, Nigéria, Brasil, Equador, Filipinas e Guatemala. Estimou-se nesse ano que a produção mundial de bananas foi de 135.447.170,31 toneladas em área colhida igual a 5.955.705 hectares. Este fruto está presente intensivamente nas transações comerciais desde a segunda metade do século XIX, sendo o Equador o maior exportador mundial (FAO, 2024).

A cultura da bananeira encontra condições edafoclimáticas favoráveis à sua exploração na maior parte do território nacional. No Brasil, em 2023, a área em produção foi estimada em 454.732 hectares, sendo colhidas 6.862.774 toneladas de bananas, apresentando rendimento médio de aproximadamente 15,09 t/ha (IBGE, 2023). Os principais estados produtores foram: São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Santa Catarina e Pará (IBGE, 2023). Entretanto, a produtividade da bananeira no país apresenta-se baixa, o que é explicado não somente pelo tipo de tecnologia adotada pelo produtor na condução do seu bananal ou pelo método de levantamento de dados, no qual estão agrupados cultivares distintos, com diferentes potenciais de produtividade, mas também pelo fato de que os cultivares 'Prata', 'Prata Anã' e 'Pacovan', bananas bem menos produtivas que as do subgrupo 'Cavendish', que dominam o mercado mundial, são citadas por Silva, Santos-Serejo e Cordeiro, (2004) como aquelas que têm aproximadamente 60% da área total cultivada no país.

A partir do momento em que o bananal entra em produção, dependendo do tamanho da sua área, o produtor realiza a colheita a intervalos semanais ou mensais, viabilizando a entrada de recursos em menor espaço de tempo. A comercialização dos frutos ocorre tanto na propriedade como nas feiras livres, sacolões, mercadinhos e supermercados ou ainda nas centrais de abastecimento, e o valor do produto varia em função da *lei da oferta e demanda*, do cultivar comercializado e do sistema de produção adotado, principalmente se "convencional" ou orgânico. Martins *et al.* (2006),

analisando preços de hortifrúti de origens convencional e orgânico no mercado varejista de São Paulo, praticados em redes de supermercados, encontraram uma diferença mínima de 30 pontos percentuais e a diferença média entre os produtos variando entre 150 e 240%, evidenciando o impacto dos diferentes sistemas de manejo no rendimento do produtor.

A busca por uma vida saudável, em harmonia com o meio ambiente é crescente e promove o consumo de produtos orgânicos, movimentando o mercado mundial que, em 2022, segundo o relatório do Research Institutes of Organic Agriculture FiBL (2024), teve faturamento em torno de 134,76 bilhões de euros em produtos com origem de todos os continentes, ocupando 2% das terras agricultáveis, cerca de 96,4 milhões de hectares cultivados por aproximadamente 4,5 milhões de produtores orgânicos. Para o ano de 2023, os estudos apresentados por Grand View Research (2024), mostraram que o tamanho do mercado global de alimentos e bebidas orgânicas foi avaliado em US\$ 231,52 bilhões.

No território brasileiro, de acordo com os dados do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos disponibilizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2024), o número de produtores orgânicos registrados até junho de 2024 é de 25.651, um crescimento de 432,27% quando comparado com o ano de 2012, quando eram identificados apenas 5.934 produtores (BRASIL, 2019).

No Brasil, dentre os alimentos demandados pelos consumidores, está a banana Maçã, considerada pelos brasileiros a mais nobre, dado ao seu sabor (Silva *et al.*, 1997), o que a valoriza em relação às outras bananas e garante ao agricultor maior valor na sua comercialização. Entretanto os agricultores se sentem inseguros em investir no cultivo da bananeira 'Maçã' devido à sua susceptibilidade à murcha de *Fusarium*, doença causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* (Schlecht) f.sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyd. & Hans., raça 1, que acarreta, quando da sua presença, numa acentuada redução do estande ou número de plantas por hectare e, conseqüentemente, afeta a sua renda.

A observação de bananais de 'Maçã' adensados, sob manejo orgânico, tem mostrado maior duração da sua exploração econômica, mesmo com a presença do Mal-do-panamá (*F. oxysporum* f.sp. *cubense*). Como não há arranjos de plantio do cultivar Maçã adensado, tampouco sistemas alternativos para seu cultivo no

Semiárido, espera-se ao menos um desenho desenvolvido para transição agroecológica por pequenos, médios e/ou grandes produtores, bem como possibilitar maior diversidade de alimentos saudáveis a custo mais acessível ao consumidor.

Desta forma este trabalho tem por objetivo avaliar a bananeira 'Maçã' sob sistema de produção orgânico no bioma Caatinga, no Nordeste brasileiro, e, ao final, indicar ao menos um desenho para condução do bananal por no mínimo dois ciclos de produção. Também tem o propósito de avaliar o custo/benefício das diferentes densidades de plantio, através do acompanhamento dos seus custos de produção, bem como, observar o aporte de biomassa e promoção da vida no solo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ORIGEM, TAXONOMIA E MORFOLOGIA

A bananeira (*Musa* spp) é uma planta herbácea, que pertence ao gênero *Musa*, subfamília Musoideae, família Musaceae, ordem Scitaminales e classe das Monocotyledoneas (Dantas; Soares Filho, 2000). A maioria dos cultivares de banana tem sua origem na Ásia, tendo evoluído a partir das espécies diploides selvagens *Musa acuminata* Colla e *Musa balbisiana* Colla, e seus cruzamentos espontâneos. Champion (1967) citou outros centros de origem os quais denominou de secundários, como algumas ilhas no oceano Pacífico, a África Oriental e fez referência, também, à existência de uma considerável diversidade genética na África Ocidental.

De acordo com Soto Ballesteros e Sancho (1992), o centro de origem da bananeira se situa entre 30° de latitude norte e 30° de latitude sul, sendo que as melhores condições para seu desenvolvimento e produção ocorrem entre 15° de latitude norte e sul. Segundo estes autores a planta desenvolve-se bem em regiões tropicais, com temperatura média anual variando entre 28°C a 34°C, requer entre 100 a 180 mm mensais de chuvas bem distribuídas e, para sua produção comercial, o solo deve apresentar boas condições de aeração e drenagem, bem como fertilidade química.

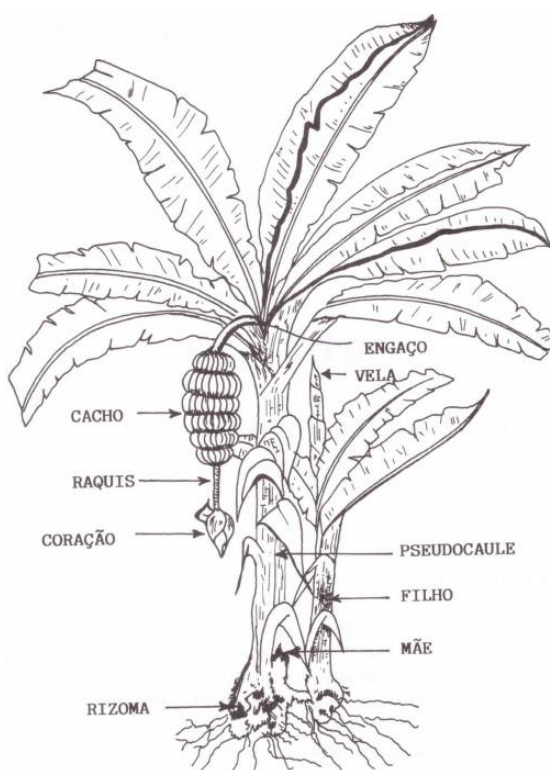
De acordo com Silva *et al.* (2013), tanto *M. acuminata*, com diversas subespécies, quanto a *M. balbisiana*, são seminíferas, e o cruzamento entre essas espécies e subespécies pode ter induzido ao aparecimento da partenocarpia, uma característica selecionada pelo homem em conjunto com a esterilidade, levando assim à fixação de genótipos estéreis com frutos comestíveis.

Desta forma, segundo Dantas e Soares Filho (2000), são encontrados clones diploides, triploides e tetraploides, gerando, a partir da combinação dos genomas A (*M. acuminata*) e B (*M. balbisiana*), os grupos AA, BB, AB, AAA, AAB, ABB, AAAA, AAAB, AABB e ABBB, determinados em estudo por Simmonds (1962), e que são utilizados para a classificação de bananas por todo o mundo. Silva *et al.* (1997), Silva, Santos-Serejo e Cordeiro (2004) e Lichtemberg *et al.* (2021), classificam como exemplos destes materiais genéticos no Brasil, as bananas: 'Ouro', representante do grupo AA; 'Grand Naine' e 'Williams' (que pertencem ao subgrupo Cavendish) dentro do grupo AAA; 'Prata Anã', 'Prata Rio' e 'Pacovan' (subgrupo Prata),

‘Maçã’ (subgrupo Maçã) e ‘Terra’, ‘Terrinha’ e ‘D’Angola’ (subgrupo Terra), pertencem ao grupo AAB; ‘Figo Cinza’ e ‘Figo Vermelho’ (subgrupo Figo) pertencem ao grupo ABB, e, por último, os híbridos tetraploides AAAB, como ‘Prata Graúda’, ‘BRS Platina’, ‘BRS Tropical’ e, entre outros, ‘BRS Princesa’. Em se tratando do comércio de bananas, Dantas e Soares Filho (2000), afirmaram que todas as variedades plantadas em grande escala é um acesso triploide.

A bananeira (Figura 1) é uma planta herbácea, com pseudocaulé aéreo que tem origem num rizoma, no qual também se desenvolvem gemas laterais, denominadas rebentos ou filhos, assim como raízes, em sua porção inferior (Soto Ballester; Ruiz, 1992). As folhas são grandes, possuem bainha, pecíolo e lâmina, têm distribuição em forma de espiral, com padrão de filotaxia variando entre as diferentes espécies e cultivares. As bainhas circundam o caule se sobrepondo para formar o pseudocaulé, por onde a inflorescência, que é terminal, vai se desenvolvendo até alcançar a superfície; logo após o racimo ou cacho, na sua porção final, se encontra o “coração” da planta.

Figura 1- Bananeira adulta.



Fonte: Dantas; Dantas; Alves, 1997.

Paralelo ao desenvolvimento da planta, nascem brotos laterais que também crescem e vão formando a touceira ou, ainda, a “família” ou unidade de produção, no caso em sistemas de condução de plantas planejados. Com a colheita do seu cacho, a planta “mãe”, a primeira que foi plantada, morre, mas os rebentos advindos dela são a oportunidade da cultura se tornar perene, uma vez que estes “filhos” dão continuidade ao bananal, com seu respectivo ciclo.

O sistema radicular da bananeira é fasciculado, com raízes lançadas em grupos de 3 ou 4, em formato de cordão que, quando jovens são brancas e macias, depois tornam-se amareladas e enrijecidas, muito embora permaneçam flexíveis, e por fim, já maduras, ficam escuras e suberosas (Soto Ballesteros; Ruiz, 1992). As raízes podem alcançar até 5 m de crescimento horizontal (Marcílio *et al.* 2022), apesar de que, em plantios irrigados por microaspersão no Semiárido pernambucano, tenham chegado apenas a 1,40 m (Basso *et al.*, 2001), sendo característico o entrelaçamento delas com as das plantas vizinhas. Em relação à profundidade, Basso *et al.* (2001), encontraram 88% das raízes efetivas até os 60 cm, com pouquíssima variação durante o período avaliado e complementaram que a profundidade máxima do sistema radicular foi de 60 cm aos 6 meses de idade do bananal e, a partir do nono mês após o plantio, o sistema radicular atingiu até 1m. De acordo com Marcílio *et al.* (2022) o sistema radicular é superficial, com aproximadamente 40% dele nos primeiros 10 cm de profundidade e com 60% a 85% concentrando-se na camada de 30 cm.

O rizoma ou caule subterrâneo é curto e avolumado, dele surgem as folhas na parte superior, as gemas laterais ao longo do seu perímetro e as raízes adventícias na porção inferior. Segundo Soto Ballesteros e Ruiz (1992), seus entrenós são curtos, o que determina seu baixo crescimento em altura; os nós são muito agrupados e em cada um deles tem uma folha cuja base se estende lateralmente até circundar todo o rizoma. Os mesmos autores, citando Champion (1968) e Charpentier (1966), concluem que tanto as folhas bem desenvolvidas como as escamiformes da lâmina foliar reduzida que as antecedem, são subentendidas como uma única gema lateral, que será um futuro rebento, muito embora 2 a 3 daquelas localizadas na porção média a superior do rizoma são as que efetivamente se desenvolverão e darão continuidade à vida da unidade de produção. Vale ressaltar que a quantidade de rebentos emergidos é característica de cada cultivar.

Soto Ballesteros e Ruiz (1992), descrevem que os brotos, filhos ou rebentos se desenvolvem a partir das gemas laterais, sendo que sua posição no rizoma, está em função da filotaxia da planta, ou seja, o padrão de arranjo da inserção das folhas no rizoma, aqui caracterizado como espiralado ou helicoidal. De acordo com Robinson e Galán Saúco (2012), esse padrão foi expresso em alguns clones pela fração 1/3 em rebentos jovens, ou seja, a folha 1 é superposta da folha 3, a 4/9 em plantas adultas. Em termos práticos o ângulo formado entre o lançamento sucessivo de folhas busca minimizar o sombreamento de uma lâmina foliar sobre a outra, permitindo uma melhor captação da luz solar para realização da fotossíntese (Chaves; Santos; Oliveira, 2021).

Segundo Soto Ballesteros e Ruiz (1992), durante o desenvolvimento do bananal ocorre o lançamento sequencial de filhos pela planta mãe e, na maioria dos casos, o primeiro rebento lançado é aquele com melhor desenvolvimento e mais promissor para se obter uma fruta de bom tamanho, assim como formar melhores bananais. O desenvolvimento de novos filhos é influenciado pela dominância apical ou inibição hormonal, da planta mãe, bem como pelos filhos mais velhos, sendo que essa inibição vai diminuindo progressivamente com o tempo. Nessa etapa, chamada fase infantil, os filhos dependem basicamente da planta mãe, desenvolvem seu sistema radicular e apresentam, a princípio, folhas lanceoladas que se mostram cada vez maiores nos próximos lançamentos foliares. A fase juvenil do filho ocorre depois que este desenvolve aproximadamente 7 a 13 folhas de limbo reduzido e lança uma nova folha com largura próxima a 10 cm, a "F10", quando finaliza a inibição hormonal da planta mãe. Na sequência, 13 a 20 outras folhas emergem até surgir a primeira folha de tamanho mínimo característico do cultivar para uma planta adulta, a "Fm", quando então esta planta entra em fase de reprodução. Quanto maior for a distância de lançamento entre a "F10" e a "Fm", 8 a 9 folhas, maior qualidade terá a fruta a ser colhida nesta planta.

De acordo com Soto Ballesteros e Ruiz (1992), sistema foliar da bananeira é composto por folhas com bainha, pseudopecíolo e lâmina foliar propriamente dita. Robinson e Galán Saúco (2012) e Cayón Salinas e Donato (2021) consideram um pecíolo verdadeiro. As bainhas são compridas, se abraçam e se transpõem formando um pseudocaule, sendo que as margens opostas de cada base não se justapõem em função da filotaxia da planta, de forma que a estrutura é resistente e tem capacidade

de suportar o peso das folhas e do cacho a ser formado, apesar de que em alguns cultivares podem precisar de tutoramento.

Soto Ballestero e Ruiz (1992) descrevem que o pseudopécíolo está localizado entre o extremo superior da bainha foliar e se estreita até alcançar o limbo; revela crescimento das bordas em formato acanalado na face adaxial e é robusto o suficiente para suportar o peso da lâmina foliar.

Da porção superior a partir do centro da planta emerge, totalmente enrolada em si mesma, uma folha por vez, então denominada “folha vela” ou, também, “zero”, a qual leva aproximadamente 1 a 2 semanas para abrir-se completamente, ocasião em que será lançada uma nova folha. À medida que a lâmina foliar vai desenvolvendo no interior do pseudocaule, o mesmo engrossa e as folhas mais velhas, que se posicionam na porção externa, têm suas respectivas bainhas desprendidas facilmente da bananeira, envelhecem e morrem. As folhas são contadas a partir da folha vela ou zero, de forma sequencial em 1, 2, 3, 4 e assim sucessivamente, sendo a folha 3 a mais jovem entre as adultas e mais ativa fisiologicamente. O lançamento de folhas, entre 25 e 60 unidades, e o crescimento da planta ocorrem até a emissão da inflorescência, podendo o pseudocaule atingir até 5m de altura e apresentar aproximadamente 40cm de diâmetro, a depender do cultivar (Soto Ballestero; Ruiz, 1992; Robinson; Galán Saúco, 2012; Cayón Salinas; Donato, 2021).

De acordo com Robinson e Galán Saúco (2012), a diferenciação floral é marcada pela transição entre as fases vegetativa e reprodutiva da bananeira, quando o meristema apical situado na base do pseudocaule cessa a emissão foliar, se transforma em uma gema floral e dá início ao desenvolvimento de toda a estrutura que compõe o cacho, à medida que ele vai se elevando através do pseudocaule. Os mesmos autores relatam ainda vários estudos que discutem sobre o que ocorre para cessar a emissão de folhas e iniciar a formação da inflorescência, entretanto parece existir uma interação entre a predisposição à floração e o desencadeamento da mesma que poderia ser a indução hormonal interna.

Em termos práticos, vários autores (Soto Ballestero; Ruiz, 1992; Robinson; Galán Saúco, 2012; Cayón Salinas; Donato, 2021) descrevem a inflorescência da bananeira separando-a em 3 partes:

- a) pedúnculo, comumente conhecido como engaço, é a porção inicial saída do pseudocaule e que suporta toda a estrutura da inflorescência,

chegando até a gema terminal que está coberta por brácteas, formando o denominado coração da bananeira;

- b) pencas ou mãos, com filas duplas de frutos, estão dispostas em espiral ao redor do pedúnculo floral, a princípio cobertas por brácteas que, ao longo do desenvolvimento inicial do cacho, se enrolam e se desprendem da inflorescência, e
- c) frutos, que são partenocárpicos, originados de flores pistiladas, femininas, sem fecundação, cada fruto é uma baga com pericarpo; logo abaixo desses frutos, na porção terminal, existem pequeninas pencas compostas por flores estaminadas, masculinas, que não se desenvolvem;

Robinson e Galán Saúco (2012) relatam que tanto a quantidade de pencas, quanto o total de frutos são determinados no momento da iniciação floral, pelo número de flores femininas que se produzem no meristema diferenciado e estão determinados pelo genoma do grupo do cultivar, ciclo de cultivo, temperatura, vigor da planta e manejo agrônomico dispensado ao bananal.

Com a finalização da colheita da planta mãe, termina o primeiro ciclo do bananal e o seu segundo ciclo já se encontra em andamento desde quando o melhor rebento foi selecionado; possivelmente os filhos destes que estarão compondo as plantas do terceiro ciclo de produção, estarão iniciando seu desenvolvimento acima da superfície da terra.

Em se tratando da implantação à colheita de um bananal, independente do material genético, observa-se que aqueles com sistema de condução definido, no qual se observa a constituição da unidade de produção como “mãe, filho e neto”, e manejo adequado às condições edafoclimáticas, são os que apresentam maior longevidade e rendimento. Robinson e Galán Saúco (2012) consideram que a escolha da densidade de plantio para implantação de um bananal é fator importante na duração da sua vida produtiva, ressaltam ainda que em algumas regiões produtoras no mundo, o dobro da densidade recomendada é bastante suportada em cultivos de apenas um ciclo e recomendam que plantios com condução de 2 a 3 ciclos deveriam ter espaçamentos ou densidades intermediárias àqueles que se quer manter a longo prazo.

2.2 BREVE HISTÓRIA DO CULTIVO COMERCIAL DA BANANEIRA

É sabido por estudiosos da cultura da bananeira que esta fruteira começou a ser dispersada por volta do ano 650 e chegou à América em 1516, mas sua exploração econômica foi desencadeada no final do século XIX (Soto Ballester, 1992), onde grandes companhias implantaram bananais na América Central, e posteriormente na América do Sul, em regiões com pluviosidade entre 1500 e 4500 mm anuais, e iniciaram as primeiras pesquisas com a cultura. O sistema explorado era o convencional, que vem ao longo de mais de 120 anos de observações e estudos, incorporando tecnologias de produção visando, além de manter ou ampliar a produtividade, sobreviver às pragas da lavoura, muitas vezes frustradas, como a perda do cultivar 'Gros Michel', na última década de 50, pela sua susceptibilidade à murcha de *Fusarium*, sendo assim substituído, projetando as bananas do subgrupo Cavendish, que dominam nas transações internacionais.

2.3 O CULTIVAR MAÇÃ

A bananeira 'Maçã' é um triploide, pertencente ao grupo genômico AAB, que é constituído, entre outros, pelo subgrupo Maçã ou, como conhecido internacionalmente, Silk subgroup (Silva *et al.*, 1997; Lichtemberg *et al.*, 2021).

Silva *et al.* (1997) e Lichtemberg (2002), descrevem a planta como de folhas pouco pendentes e de porte médio a alto, que varia entre 2,8 e 4,0m de altura, apresentando um pseudocaulo verde-amarelo brilhante, com poucas e pequeninas manchas escuras, formado por bainhas que finalizam em pecíolos de margem rosada e nervuras das folhas em coloração verde-clara. O limbo foliar tem tonalidade verde mais escuro e possui cerosidade na sua face inferior. O cultivar apresenta ótimo perfilhamento, cacho com 6 a 12 pencas bem distanciadas, frutos carnudos, roliços, com pouca curvatura, comprimento variando entre 10 e 16cm, amarelo-pálidos quando maduros, ocasião em que revelam uma fina e delicada casca envolvendo uma polpa branca e perfumada (Lichtemberg *et al.*, 2021). Após o cacho, se encontra a ráquis masculina, seguido do "coração", na sua porção terminal, que por época do desenvolvimento dos frutos é grande, mas vai diminuindo de tamanho à medida que o cacho se aproxima da colheita (Silva *et al.*, 1997). A banana 'Maçã' é um cultivar destinado ao consumo *in natura*, que segundo Lichtemberg *et al.* (2021), deve ser

consumida bem madura a fim de evitar sua adstringência, dado que é um fruto de maturação tardia.

O ciclo vegetativo dura aproximadamente 300 dias numa densidade de plantio igual a 1666 plantas/ha, apresentando peso do cacho entre 10 e 15 kg e produtividade em áreas não irrigadas da ordem de 10 t/ha (Silva; Santos-Serejo; Cordeiro, 2004). Uma outra característica desse material é a susceptibilidade à murcha de *Fusarium* (*F. oxysporum* f.sp. *cubense*) que, segundo Paiva *et al.* (2013), esta doença limita o tempo de vida do bananal, podendo comprometer a produtividade ou até mesmo levar à frustração da colheita.

De acordo com Cordeiro, Matos e Meissner Filho (2004), *F. oxysporum* f.sp. *cubense* é um fungo de solo, capaz de sobreviver mesmo na ausência do hospedeiro, caracterizado por causar escurecimento do xilema, sendo que a progressão da enfermidade leva ao arqueamento de folhas, clorose, murcha e eventual morte da planta, podendo provocar perdas de 100% do bananal. De acordo com Jangir *et al.* (2021) *Fusarium oxysporum* é uma doença que infecta uma variedade de espécies, dentre elas a banana, e devido à evolução de novos patógenos, as estratégias de manejo para a murcha de *Fusarium* não são bem-sucedidas.

Rebouças *et al.* (2021), em testes de laboratório e casa de vegetação, observaram também a susceptibilidade da banana 'Maçã' ao *F. oxysporum* f.sp. *cubense* raça subtropical 4, fungo que vem dizimando outros cultivares de banana em países onde está presente.

2.4 A AGROECOLOGIA: VISLUMBRE E SEMEIO

Conforme Foley (2017), durante muito tempo, cientistas, economistas e outros estudiosos têm-se preocupado com a rapidez com que a população, tecnologia e poder econômico cresceram nos últimos decênios, impactando imensamente o planeta. De acordo com o mesmo autor, no início do século XXI, começamos a exercer pressão sobre sistemas inteiros em escala planetária, incluindo a biodiversidade, os recursos terrestres, a água doce e até o sistema climático.

Em 2005, Foley *et al.*, consideraram que as mudanças mundiais em florestas, terras agrícolas, cursos de água e no ar foram impulsionadas pela necessidade de fornecer alimentos, fibras, água e abrigo a mais de seis bilhões de pessoas. Desta forma, em todo o planeta, a agropecuária e as áreas urbanas

expandiram-se nas últimas décadas, contribuindo com aumentos no consumo de energia, água e fertilizantes, juntamente com perdas consideráveis de biodiversidade. Afirmam ainda sobre a urgência em gerir os compromissos entre as necessidades humanas imediatas e manter a capacidade da biosfera para fornecer bens e serviços a longo prazo, sugerindo estudos de caso em escala local, seguindo alguns exemplos mundiais, que ilustram como as práticas de utilização do solo podem oferecer benefícios ambientais, sociais e econômicos vantajosos para todos.

Nas últimas décadas, a forma de produção de alimentos foi reavaliada e a conscientização sobre a necessidade de reorientar os sistemas de produção agrícola e desenvolver modelos alternativos de uso da terra é tema no campo, universidades, eventos de ordem técnico-científicos e debates públicos, sendo observado o desenvolvimento de uma nova consciência social e política, com novas abordagens conceituais e foco em alcançar seus objetivos.

Em campo, alguns produtores, sensibilizados ou exigidos por contrato comercial, incorporaram ao sistema de produção conceitos e atividades mais “amigáveis” com a natureza, ou seja, plantio direto, boas práticas agrícolas, manejo de ervas espontâneas, manejo integrado de pragas assim como o respeito pelo trabalhador, a partir de convivência harmoniosa e cumprimento das leis trabalhistas. Paralelamente, a pauta saiu do ambiente rural e a ela foi acrescentado o tema saúde, enfocando nos problemas causados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos, foi questionada, debatida e cobrada por parte da sociedade, que internalizou a causa e incorporou ao vocabulário, empregando amplamente, o termo agroecologia, muitas vezes gerando confusão.

De acordo com Caporal, Costabeber e Paulus (2011) a agroecologia é uma ciência que vai além da agronomia, da ecologia, dos conhecimentos e dos saberes populares, mas que para sua consolidação, são fundamentais os conhecimentos científicos das diferentes disciplinas para traçar agroecossistemas e agriculturas mais sustentáveis, logo ela é integradora e holística, o que a faz mais apropriada como orientação teórica e prática para estratégias de desenvolvimento rural sustentável.

Segundo Altieri (2004), a agroecologia viabiliza uma metodologia de trabalho para compreensão significativa da natureza dos agroecossistemas e dos preceitos segundo os quais eles funcionam, com uma abordagem integrando princípios agronômicos, ecológicos, sociais e econômicos, ao entendimento e análise

do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo. Para tanto, o autor utiliza os agroecossistemas como unidades de estudo, transpassando “a visão unidimensional – genética, agronomia, edafologia – incluindo dimensões ecológicas, sociais e culturais” (Altieri, 2004, p. 23). O mesmo autor complementa que a abordagem agroecológica estimula ao pesquisador a adentrar-se no saber e “técnicas dos agricultores e a desenvolver agroecossistemas com uma dependência mínima de insumos agroquímicos e energéticos externos” (Altieri, 2004, p. 23).

Entretanto para Guzmán (*apud* Feiden, 2005, p. 53), “a agroecologia não pode ser uma ciência, pois incorpora o conhecimento tradicional que por definição não é científico”. Feiden (2005) conceitua a agroecologia como ciência em formação, com características transdisciplinares integrando saberes de múltiplas ciências e incorporando até mesmo, o conhecimento tradicional, que é validado por meio de metodologias científicas.

Caporal (2011a) defende que a agroecologia oferece as referências científicas para promover tipos de agriculturas mais sustentáveis, produzindo alimentos em quantidades adequadas e de alta qualidade biológica para a população, contribuindo, assim, para a sua segurança alimentar e nutricional. Desta forma, o autor sugere que, com base no conhecimento atual dos princípios da agroecologia, se pode evoluir, sem demora, a uma transição agroecológica, substituindo a agricultura convencional por formas distintas de agriculturas mais sustentáveis, adotando as bases que orientam as agriculturas de baixos insumos externos, alicerçadas em práticas de agroecologia aplicada. Acrescenta, ainda, que o alcance dessa transição, além de aumentar a inclusão social da agricultura familiar no campo, gera alimentos mais saudáveis num sistema de produção de menor impacto ambiental.

Duru, Therond e Fares (2015), analisando desenhos de transição agroecológica, afirmaram que a agricultura baseada na biodiversidade é uma alternativa à agricultura produtivista e que a sua atratividade aumenta à medida que intensifica a pressão social para uma gestão sustentável do ambiente e da agricultura. Dentre os desafios para sua implementação estão gerir, no território, uma transição consistente dentro e entre sistemas agrícolas, cadeias de abastecimento e gestão de recursos naturais. Os mesmos autores propõem a metodologia participativa para desenhar a transição agroecológica no âmbito local, baseada na análise da situação

atual, identificando futuras mudanças exógenas e projetando: a agricultura territorial baseada na biodiversidade direcionada; o caminho da transição; as estratégias de gestão e estruturas de governação adaptativas necessárias.

Caporal (2011b) sugere a construção e implementação de um Plano Nacional de Transição Agroecológica (PNTA) com metas de curto, médio e longo prazo, que considerem as demandas e necessidades das futuras gerações, bem como a preservação da base de recursos naturais. Sugere que o PNTA deva estar referenciado pela Constituição Brasileira, a qual garante, entre outros, o acesso a alimentos saudáveis a todos e a todo tempo, cumprindo o que prescreve a lei sobre segurança alimentar e nutricional. Conclui que o PNTA poderia ser um referencial para uma nova proposta de desenvolvimento rural, que legitime a agricultura familiar como modelo de produção e de vida mais harmonizável com os processos ecológicos a serem implantados, uma vez que para a transição agroecológica, o manejo ecológico a ser adotado será efetivo apenas se houver uma agricultura feita por agricultores.

Caporal (2020), defende a formação de uma Extensão Rural Agroecológica, que possa converter os sistemas agroalimentares na direção tanto da segurança e da soberania alimentar, como da sustentabilidade socioambiental, além de não se submeter a nichos de mercado ou processos de certificação, porém capaz de apoiar transformações, além de técnicas-agronômicas, de sustentabilidade e bem viver dos envolvidos. Para tanto, supõe várias etapas, compostas por promotores, desde individuais, a comunidades, organizações, e, entre outras instituições, apoiados pelos agentes de extensão rural quando, juntos, buscam por políticas públicas, legislações e normas que incrementem e consolidem as transições agroecológicas. O mesmo autor faculta o espaço às organizações sociais de apoio, citando, bancos de sementes e raças, trocas de mudas, ou, ainda, instituições públicas e ONGs que disponibilizem serviços de Extensão Rural Agroecológica, o que fortaleceria a pauta.

Wezel *et al.* (2013), em sua revisão sobre práticas agroecológicas, consideram que para implementação de uma agricultura sustentável, é necessário aumentar a eficiência do agroecossistema, substituir práticas e processos e redesenhar o sistema de cultivo na propriedade, o qual se beneficiará através dos vários processos ecológicos e serviços ecossistêmicos envolvidos, como ciclagem de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, regulação natural de pragas, conservação da água e do solo, conservação da biodiversidade e sequestro de carbono. Para tanto,

observa que os produtores adotam práticas agroecológicas já utilizadas em diferentes regiões do mundo durante décadas, assim como há algumas desenvolvidas recentemente e que têm baixa adesão ou não estão bem difundidas, como os inoculantes (fungos micorrízicos arbusculares, rizobactérias e, entre outros, bactérias promotoras do crescimento de plantas - PGPR).

Segundo os mesmos autores apenas algumas práticas agroecológicas como fertilização orgânica, irrigação por gotejamento, controle biológico de pragas, escolha de cultivares e parcelamento da fertilização são integradas, em maior ou menor intensidade, ao sistema produtivo atual, o convencional. Já as práticas agroecológicas que têm baixíssima adesão são aquelas que exigem uma reorganização ou redesenho do sistema de cultivo, como: escolha da cultura, sua distribuição espacial e sucessão temporal; consórcio de agrofloresta com árvores produtoras de madeira, frutas ou nozes; rotação de culturas; manejo de ervas espontâneas, pragas e doenças apenas com produtos naturais, incluindo plantas alelopáticas e, por fim, a integração e utilização do manejo de elementos da paisagem seminaturais em escalas de campo e fazenda.

Ainda de acordo com Wezel *et al.* (2013), com uma legislação cada vez mais direcionada a impulsionar a implementação de medidas voltadas à promoção ambiental, com os conhecimentos científicos crescentes e disponíveis à agroecologia, assim como a experiência dos agricultores, há uma boa perspectiva para que as práticas agroecológicas mais utilizadas sejam implementadas de forma mais ampla, começando o processo de transição e em busca da agricultura sustentável.

Dentre as agriculturas de base agroecológica, a mais conhecida mundialmente é a biológica, também denominada de agricultura orgânica no Brasil. Assis e Romeiro (2002) conceituaram a agricultura orgânica como uma prática agrícola e processo social, que apresenta orientações expressas em diferentes formas de encaminhamento tecnológico e de inserção no mercado, onde em função de como esta ocorre, os limites teóricos da agroecologia são respeitados em maior ou menor grau.

2.5 SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICA NO BRASIL

Nas últimas décadas, a capacidade da sociedade em analisar criticamente o sistema de produção dominante, movimentou o debate sobre a concepção de alimentos saudáveis, produzidos com menor impacto sobre biodiversidade e clima,

redundando, no Brasil, no empenho para defender a normatização de políticas de expansão de modelos de produção de base agroecológica.

A agricultura orgânica no Brasil está legitimada pela Lei nº10.831, de 23 de dezembro de 2003 (Brasil, 2003), que dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências, bem como a Instrução Normativa nº46, de 06 de outubro de 2011 (Brasil, 2011), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção com as listas de substâncias e práticas permitidas para uso em ditos sistemas e, mais recentemente, pela Portaria nº 52, de 15 de março de 2021 (Brasil, 2021), do MAPA, que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Esses atos são considerados o marco da produção orgânica brasileira, que possibilitaram ao produtor comprovar a credibilidade da sua produção por meio do processo de certificação e ofertar ao consumidor, alimento de qualidade garantida, produzido a partir de insumos certificados para sua produção.

A Lei que aqui se trata é conhecida como “Lei dos orgânicos”, muito embora o conceito dela abarque outros sistemas de produção que conhecemos como de base agroecológica, como as agriculturas: ecológica, biodinâmica, natural, regenerativa, biológica, permacultura, e até mesmo a agroecológica (Brasil, 2003). Ressalta-se aqui que no conceito daqueles que vivenciam a agroecologia, a agricultura agroecológica é o tipo de agricultura localizada no cume da pirâmide, na posição em que todos os envolvidos na transição agroecológica deveriam almejar.

Dos 25.651 produtores orgânicos no Brasil, 7.723 tem suas respectivas áreas na região Nordeste, sendo que em Pernambuco estão cadastrados 1.070 produtores, cultivando frutas, hortaliças, grãos, raízes e tubérculos, além de mel e cachaça (Brasil, 2024).

Segundo BRASIL (2019), em pesquisa sobre as principais demandas dos brasileiros junto ao MAPA, os consumidores relataram dificuldades em encontrar alimentos orgânicos, bem como ter acesso a estes alimentos a preço mais baixo, o que é corroborado pelo trabalho de Martins *et al.* (2006).

Em 2009 a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em trabalho conjunto com profissionais da cadeia produtiva da banana, construíram o Sistema Orgânico de Produção para a Cultura da Banana (Borges, 2016), oficializando o protocolo das

possíveis atividades a serem desenvolvidas nas unidades de produção de banana orgânica no país, ou seja, debateu informações técnicas sobre implantação de bananal, preparo do solo, suprimento de nutrientes, principais cultivares, tipos de mudas, práticas culturais, manejo da irrigação, manejos de doenças, nematoides, insetos e ácaros, procedimentos de colheita e pós-colheita, além de dados sobre mercado e comercialização, levando em consideração o conhecimento da cultura, as tecnologias disponíveis e os regulamentos aprovados para a produção orgânica de alimentos.

Lichtemberg *et al.* (2013), afirmam que o Brasil apresenta grande diversidade de sistemas de produção de bananas devido aos diferentes climas, etnias, culturas e hábitos de consumo, sendo os monocultivos dominantes no país. Os mesmos autores estimam que 38,88% da área plantada no Brasil sejam de monocultivo de baixo impacto, 24,79% monocultivo intensivo sem irrigação, 12,98% monocultivo irrigado e, entre outros, 0,34% sejam monocultivo orgânico. De acordo com Borges *et al.* (2015), não existem cultivares de bananeira desenvolvidas especialmente para cultivo orgânico, sendo que o material genético selecionado pelo produtor deve responder à substituição dos insumos químicos, sem perder qualidade ou produtividade, ser resistentes ou moderadamente resistentes a pragas, apresentar frutos de sabor agradável e ser eficiente na absorção e utilização de nutrientes. Relatam ainda que a Embrapa avaliou seus híbridos recém-lançados sob sistema orgânico no Semiárido e no bioma Mata Atlântica, sendo testados genomas AAB e AAAB.

2.6 MANEJO ORGÂNICO E QUALIDADE AMBIENTAL

Segundo Altieri (2015), os sistemas de produção de base agroecológica são fundamentados na aplicação de cinco princípios básicos, ou seja: ciclagem de biomassa, otimizando a disponibilidade e equilibrando o fluxo de nutrientes; garantia de condições de solo favoráveis ao crescimento das plantas, gerenciando a matéria orgânica e aumentando a atividade biótica do solo; minimização das perdas em consequência dos fluxos de radiação solar, ar e água através da gestão do microclima, coleta de água e manejo e cobertura do solo; diversificação das espécies e genética do agroecossistema no tempo e espaço de campo e paisagem, e, por fim, aumentar

as interações biológicas benéficas e sinergismos entre os componentes da agrobiodiversidade, promovendo processos e serviços ecológicos essenciais.

É notório que o conhecimento dos fatores que otimizam ou limitam as respostas fisiológicas das espécies possibilita a melhor tomada de decisões de ordem técnica, necessária para melhorar a gestão, manejo e a produtividade das plantas em determinadas condições ecológicas.

De acordo com Donato *et al.* (2013), estudando a ecofisiologia e uso da água em diferentes genótipos de banana (AAB e AAAB), no Semiárido de Guanambi (BA), consideraram que cultivares mais tolerantes ao déficit hídrico do solo são mais aceitáveis do ponto de vista ambiental, uma vez que a bananeira tem alta demanda de água e impacta os recursos hídricos nas regiões semiáridas. Concluíram que quanto mais alta a temperatura foliar maior a redução na eficiência de uso da água, mesmo sob lâminas de irrigação adequadas, sugerindo que bananeiras no Semiárido, onde as temperaturas elevadas limitam a produção, as práticas referentes a planejamento e manejo de irrigação, bem como manejo cultural devem ser orientadas para favorecer a refrigeração da planta e aumentar a eficiência do uso da água, otimizar a ciclagem de nutrientes no solo e o fluxo difusivo de nutrientes, sua absorção e seu teor na planta

Moreira e Fageria (2009), em seus estudos sobre repartição e remobilização de nutrientes na bananeira cultivar Thap Maeo, na Amazônia, concluíram que as maiores proporções de K, Na, Mg, S, B, Cu, Fe e Zn se encontram contidas no pseudocaule e que a biomassa proveniente dos restos de cultura é uma fonte de nutrientes para as plantas, influenciando de forma considerável, no manejo da adubação e do estado nutricional do bananal. Segundo Hoffmann *et al.* (2010), o acúmulo de matéria seca e micronutrientes em bananeiras irrigadas, cultivares 'Grand Naine', 'Pacovan', 'Pacovan-Apodi', 'Prata Anã', 'Terrinha' e 'Gros Michel', no espaçamento padrão, em Limoeiro do Norte (CE), encontraram valores totais variando de 10.766 ± 516 até 28.398 ± 1.689 kg/ha, e para matéria seca restituída ao solo, valores entre 4.974 ± 224 e 20.983 ± 1.345 kg/ha. Os menores e maiores valores encontrados foram para 'Gros Michel' e 'Pacovan', respectivamente. Destaca-se, portanto, o aporte de nutrientes desta cultura ao solo, bem como a quantidade e composição em função do material genético utilizado. Acrescenta-se também a possível qualidade deste solo quando submetido ao cultivo da bananeira sob manejo orgânico, tanto pelos insumos

utilizados e de baixo impacto ambiental, como pela proteção fornecida por resíduos de culturas, que reduzem perdas por erosão do solo e aumentam a capacidade de retenção de água e aeração, entre outros.

De maneira prática a qualidade do solo é medida pela sua capacidade em servir como meio de crescimento para plantas, regular fluxos de água no ambiente, estocar e promover ciclagem de elementos na biosfera e funcionar como tampão ambiental na formação, mitigação e degradação de compostos prejudiciais ao meio ambiente. Para tanto, considera-se as propriedades físicas (estrutura, textura, capacidade de infiltração de água, entre outros), químicas (nutrientes, pH, SB, CTC e, entre outros, matéria orgânica) e biológicas do solo (macrofauna, mesofauna e microfauna). Destaca-se aqui o papel da MO que intensifica a funcionalidade do solo, uma vez que está associada a indicadores de qualidade como: taxa de infiltração de água, retenção de água no solo, resistência a penetração de raízes, macroporos e estabilidade de agregados, CTC, atividade da fauna do solo, atividade enzimática dos microorganismos, biorremediação de pesticidas, respiração e eficiência microbiana. Desta forma, a fertilidade do solo também é construída a partir do conhecimento das características do mesmo em cada propriedade, levando-se em consideração seus atributos.

Mendes *et al.* (2018) destacaram que a qualidade ou saúde do solo está correlacionada aos aspectos químico, físico e biológico, sendo este último componente o principal responsável pelo acionamento deste solo. Ainda de acordo com estes autores, a porção da matéria orgânica (MO) do solo possui 5% de biomassa viva, sendo que 70% desta biomassa é constituída de microorganismos, 22% de raízes e 8% de macrofauna, que interagem com os componentes físicos e químicos, influenciando além da produtividade e sustentabilidade do agroecossistemas, as funções ecológicas e serviços ambientais.

Para medir a qualidade biológica do solo, Mendes *et al.* (2018) recomendam a técnica de bioanálise de solo, conhecida como BioAS que foi desenvolvida pela Embrapa Cerrado e tem se destacado na avaliação da atividade das enzimas β -glicosidase e arilsulfatase, relacionadas ao ciclo do carbono e do enxofre, respectivamente. A técnica parte do princípio de que o solo com mais atividade enzimática é biologicamente mais ativo, mais resiliente e produtivo, por apresentar uma alta qualidade biológica.

2.7 DENSIDADE DE PLANTIO EM BANANEIRAS

O cultivo da bananeira 'Maçã' em sistema orgânico ainda é carente de informações científicas, dificultando assim a recomendação segura de práticas de manejo mais adequadas ao cultivar; apenas um ensaio foi encontrado, realizado por Zica e Simão (1974), no Estado de Goiás, com densidades de plantio abaixo da densidade praticada em áreas irrigadas do Semiárido, bem como das recomendadas por Alves e Oliveira (1997) para cultivares de porte "semi alto", e inclui as bananas 'Maçã', 'D'Angola', 'Terrinha' e 'Figo', espaçamentos entre 3x2 a 3x2,5 metros. O que se encontra disponível em literatura é abrangente para *Musa* spp. Alguns estudos avaliaram o comportamento de cultivares de bananas 'Caipira', 'Maravilha', 'Pacovan', 'Pacovan Ken', 'Thap Maeo', 'Tropical', 'Prata Anã' e 'BRS Platina', sob sistema orgânico de produção ou apenas com adubação orgânica (Ribeiro *et al.*, 2013; Araújo *et al.*, 2018; Carvalho *et al.*, 2020; Marques *et al.*, 2023).

De acordo com Robinson e Galán Saúco (2012), a escolha de uma densidade de plantio é de suma importância, primeiro porque é o principal fator determinante de rendimento anual por hectare e segundo, porque uma vez selecionada a densidade inicial, pode não se reajustar posteriormente com facilidade. Os mesmos autores relatam que a densidade ótima para obter tanto alto rendimento como boa qualidade comercial da fruta prevê vários componentes e que densidades elevadas promovem maior ciclo de vida da planta, assim como cachos e frutos de menor tamanho, contudo o rendimento total por hectare aumenta devido ao maior número de cachos produzidos. Acrescentam que a densidade ótima também vai além da produção total de frutos ou rendimento por hectare, ou seja, é aquela que produz a maior margem bruta acumulada por hectare/ano durante toda a vida da cultura explorada, levando em conta os custos de produção, os valores recebidos pela venda da fruta, a produtividade e as categorias comerciais obtidas a longo prazo.

Ainda de acordo com Robinson e Galán Saúco (2011), três fatores são determinantes para a eleição da densidade de plantio: o clima, o vigor e a longevidade do bananal. Citam que plantios localizados em região quente e seca e com frequente estresse de calor, requer densidade elevada a partir do segundo ciclo para obter o máximo benefício da alta luminosidade e elevadas unidades de calor, e proporcionar sombra e proteção microclimática. O vigor das plantas é determinado pelo cultivar,

características químicas e físicas do solo, nível de manejo do cultivo e fornecimento de água.

O plantio de bananas em alta densidade é realidade em diversas regiões produtoras como Colômbia, Costa Rica, Cuba, Nicarágua e República Dominicana, conforme relatam Rosales *et al.* (2008). Também no Brasil podemos encontrar alguns produtores praticando este conceito em suas áreas de banana 'Grand Naine', como visto na Bahia e Minas Gerais, e banana 'Maçã' e Plátanos, observados em Pernambuco. Entretanto, não foram encontradas pesquisas sobre adensamento e manejo da cultura que possam proporcionar maior produtividade do cultivar Maçã, tampouco respostas quanto à vida útil destes bananais quando adensados sob sistema orgânico de produção.

No Brasil, Scarpate Filho e Kluge (2001), avaliando quatro ciclos de produção da bananeira 'Nanicão' (grupo genômico AAA) em diferentes densidades de plantio e sistemas de espaçamento, concluíram que o aumento da densidade de plantio de 1.333 para 3.333 plantas/ha, diminuiu a massa do cacho em 15 a 20%, assim como o tamanho e a massa do fruto, apesar de que a produtividade na maior densidade foi significativamente superior até o terceiro ciclo; no quarto ciclo, não houve diferença da produtividade entre as densidades testadas.

Robinson e Galán Saúco (2011) relatam que na África do Sul e Israel, entre outros países, o cultivo da bananeira por apenas um ciclo pode ter um arranjo de densidade igual a duas vezes a recomendada para cultivos a longo prazo, devido à ausência de sombreamento entre plantas do primeiro ciclo, durante o seu crescimento. Estes autores sugerem que plantios a serem explorados por 2 ou 3 ciclos deveriam ter uma densidade intermediária entre as recomendadas para plantações de apenas um ciclo e as recomendadas para plantações a longo prazo e, por fim, para exploração do bananal a longo prazo, deve-se adotar o estande padrão, já usado na bananicultura.

Robinson *et al.* (1994), citados por Robinson e Galán Saúco (2011), avaliaram os seguintes estandes para o cultivar 'Chinese Cavendish', grupo genômico AAA: 3333 plantas/ha, 2.777 plantas/ha e 2.222 plantas/ha, nas quais, na densidade mais elevada o rendimento obtido não compensou o aumento do custo de produção e diminuiu a margem bruta. Na densidade intermediária, foi observada a maior margem bruta combinada e na densidade padrão, obteve maior margem bruta a longo prazo.

A bananeira é uma planta de sucessão, sendo que, alguns meses após o plantio, aparecem os brotos, filhos ou rebentos, que juntamente com a planta mãe, passam a constituir a família ou unidade de produção. O número de unidades de produção de um bananal é igual ao número de filhos de sucessão, que pode ser linear, composta por mãe, filho e neto ou múltipla, mãe e filhos. Para conseguir uma sequência permanente de produção deverá ser mantida uma linha de sucessão da planta adulta e seu filho, que em determinado momento substituirá a planta mãe e, por conseguinte, será substituído por um futuro filho.

A população desejada, definida no momento do plantio, deve manter-se com o menor número de variação possível, o que naturalmente é conseguido através da desbrota, que na prática é a eliminação do excesso de rebentos. Em bananais de 'Maçã', devido à sua susceptibilidade à murcha de *Fusarium*, recomenda-se a desbrota com facão ou foice, amolada em sua base, e, evitando o contato da ferramenta com o solo, corta-se o rebento, eliminando assim o tradicional corte do rizoma e o contato da sua lesão com o solo, *habitat* natural do fungo causador do mal do Panamá.

2.8 AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DA BANANEIRA 'MAÇÃ'

A pressão da sociedade pela produção de alimentos saudáveis, gerados em agroecossistemas sustentáveis, as alterações climáticas e, entre outros, o combate a pragas são fatores determinantes que os produtores devem ter em conta para adaptar a sua atividade. No entanto, estas adaptações sucessivas e muitas vezes desconhecidas às novas demandas têm um impacto direto no custo de produção da cultura, podendo gerar insegurança e até mesmo atrasar a tomada de decisão pelo agricultor.

Para que o maior número de produtores inicie a transição ou conversão agroecológica é necessário, além de como vai implantar, conduzir, colher e comercializar um alimento, fazer despertar o interesse sobre a viabilidade econômica da cultura a que se está predisposto a produzir, quanto vai custar o investimento, onde está aplicando seu tempo e força de trabalho, como reduzir suas perdas, onde economizar e, entre outros, como potencializar seus rendimentos.

Britto (2004), fez comparação das análises financeiras da manga orgânica e da convencional produzidas na região do Vale do Submédio São Francisco, a partir dos

seus respectivos custos de produção, produtividades obtidas e valores de venda, inclusive projetando para um período de 20 anos, sendo que os resultados demonstraram que a manga orgânica apresenta um melhor desempenho financeiro quando comparado com a manga convencional, mesmo apresentando produtividade inferior ao longo da sua vida útil e precisando de maior investimento nos 3 primeiros anos.

Araújo, Correia e Souza (2016), após estudarem os custos de produção e viabilidade econômica para a banana 'Pacovan' orgânica, confirmaram resultados bastante satisfatórios para os produtores familiares envolvidos, entretanto, previnem que devido ao fato de a transição agroecológica ser recente na região do Vale do Submédio São Francisco, onde a pesquisa foi realizada, o acompanhamento econômico desse agroecossistema é recomendável.

Puma-Flores e Rosa-Díaz (2024), analisando a ascensão de sistemas agroalimentares através da sustentabilidade e do marketing responsável concluíram que as empresas priorizaram estratégias vinculadas à certificação dos seus sistemas de produção e da sua qualidade, bem como à capacidade logística, às certificações ambientais e ao compromisso com as alterações climáticas e os princípios do comércio justo.

Diversos autores estudam e defendem sobre o quanto a transição agroecológica e, por fim, a agroecologia, são necessárias para a conservação da biodiversidade do planeta, para a oferta de alimentos saudáveis e, entre outros, para justiça social, e muitas vezes, embora não explícito, esta última está intimamente vinculada à sustentabilidade do produtor, sua capacidade de gerir sua atividade conciliando o seu crescimento econômico à preservação ambiental.

Diante do que foi exposto compreende-se que a transição agroecológica vem despertando o interesse de pesquisadores, nos mais diversos temas que se permitem abordar, permeando, aos poucos, pelos sistemas produtivos propriamente ditos, bem como ampliando sua abrangência para novas áreas geográficas. Este trabalho fornece dados de campo importantes que podem levar o produtor a iniciar o processo de transição agroecológica, por ter informações dos caracteres vegetativos e de rendimento do cultivo orgânico da bananeira 'Maçã' no bioma Caatinga, em diferentes desenhos de base agroecológica, com informações dos respectivos custos de produção e melhorias na qualidade biológica do solo, dando suporte para o planejamento estratégico da conversão para a sustentabilidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CONDUÇÃO DA PESQUISA

O ensaio foi instalado e conduzido no Perímetro Irrigado do Bebedouro, em Petrolina, Pernambuco, Brasil, no lote 101B (Figura 2), cujas coordenadas geográficas são S09°08'07,1" e W040°19'13,9".

Figura 2- Registro aéreo da área do experimento sobre densidades de banana 'Maçã' no bioma Caatinga, no lote 101B, Petrolina, 2022.



Fonte: Imagem extraída do Software Google Earth® em 06 set. 2022.

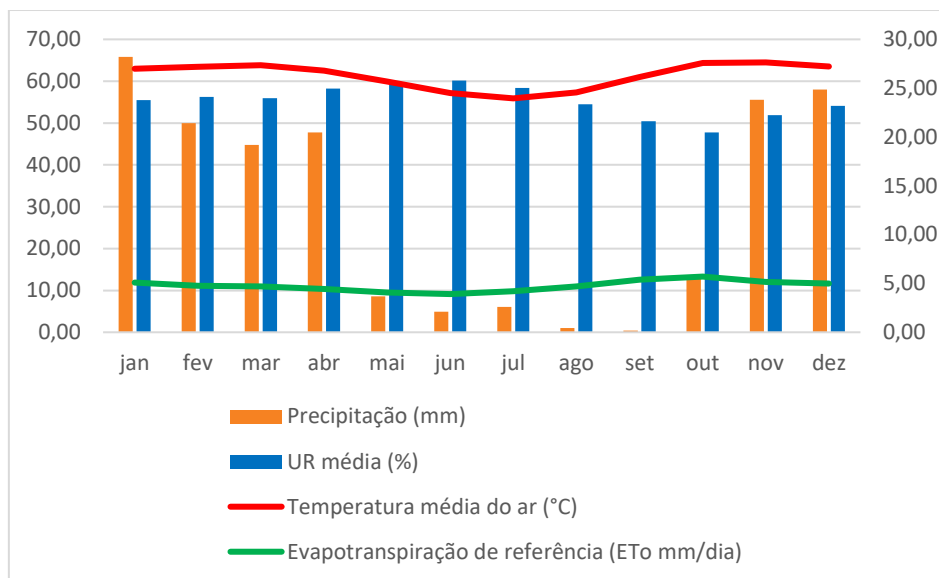
O município está localizado na mesorregião do São Francisco Pernambucano, microrregião de Petrolina (IBGE, 1990), região tipificada como semiárida, seca, muito quente, com verão chuvoso e de elevada evapotranspiração (Figura 2), o que caracteriza o clima BSw^h, segundo a classificação de Köppen (Silva *et al.*, 2005). Essa zona se destaca pela fruticultura irrigada que além de prover o mercado nacional, é forte nas transações internacionais, sendo os cultivos de manga, uva e banana, entre outros, de grande importância socioeconômica.

A área experimental está situada próxima à estação climatológica da Embrapa Semiárido, em solo catalogado como Argissolo Vermelho-amarelo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SILVA *et al.*, 2006), apresentando textura franco arenosa, com predominância de partículas de areia.

Foram coletadas amostras do solo da referida área e enviadas ao laboratório de análises químicas, físicas e bioanálise para conhecimento (Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3) e uso dos seus resultados na recomendação de adubação de

plantio e, posteriormente, cobertura, de forma que o experimento foi levado ao campo em 16 de abril de 2020, em área irrigada, de topografia plana.

Figura 3- Média dos dados climáticos do município de Petrolina (PE), no período de 2013 a 2023.



Fonte: Labmet/Univasf, 2024.

Tabela 1- Atributos químicos do solo da área experimental antes do plantio, nos perfis 0-30 cm e 30-60cm. Petrolina (PE), 2020.

Determinação	0-30 cm	30-60 cm
pH (H₂O) 1:2,5 - potencial hidrogeniônico	7,40	7,20
Ext. Sat. C.E./25°C dS/m - condutividade elétrica	1,03	0,97
MO (g kg⁻¹) - matéria orgânica	5,60	3,50
C (g kg⁻¹) - carbono	3,20	2,00
P (mg dm⁻³) - fósforo	211,00	86,00
K⁺ (cmolc dm⁻³) - potássio	0,78	0,64
Ca⁺² (cmolc dm⁻³) - cálcio	5,30	4,80
Mg⁺² (cmolc dm⁻³) - magnésio	1,70	1,20
Na⁺ (cmolc dm⁻³) - sódio	0,21	0,25
S (bases) (cmolc dm⁻³) - soma de bases	7,99	6,89
H+Al (cmolc dm⁻³) - hidrogênio e alumínio	0,00	0,00
CTC (cmolc dm⁻³) - capacidade de troca de cátions	7,99	6,89
V % - porcentagem de saturação por bases	100	100
Cu (mg dm⁻³) - cobre	2,10	1,60
Fe (mg dm⁻³) - ferro	209,80	210,40
Mn (mg dm⁻³) - manganês	102,30	86,60
Zn (mg dm⁻³) - zinco	81,40	92,60

Fonte: LASP, 2020.

Tabela 2- Atributos físicos do solo da área experimental antes do plantio, nos perfis 0-30 cm e 30-60cm. Petrolina (PE), 2020.

Determinação	0-30 cm	30-60 cm
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,41	1,46
Densidade de partículas (kg dm ⁻³)	2,70	2,63
Porosidade total (%)	47,99	44,58
Areia total (g kg ⁻¹)	799,60	802,10
Silte (g kg ⁻¹)	55,22	47,72
Argila (g kg ⁻¹)	145,18	150,18
Classificação	Franco arenoso	Franco arenoso

Fonte:LASP, 2020.

Tabela 3- Atributos da bioanálise de solos da área experimental antes do plantio, no perfil 0-10 cm, Petrolina (PE), 2023.

Determinação	Unidade	0-10 cm
β-glicosidase	µg p-nitrofenol g ⁻¹ solo h ⁻¹	41,53
Arilsulfatase	µg p-nitrofenol g ⁻¹ solo h ⁻¹	16,55

Fonte:Soloagri, 2023.

O cultivar de banana selecionado foi o ‘Maçã’, devido à demanda existente por seu fruto para consumo *in natura* e potencial para ser testado sob manejo irrigado e possivelmente adensado. Utilizou-se mudas provenientes do laboratório Multiplanta Tecnologia Vegetal Ltda., micropropagadas, indexadas, portanto, com atestado de sanidade e, quando *endurecidas*, após enviveiramento, com 20 a 25 cm de altura, foram levadas a campo para plantio, em solo já adubado (Figura 4).

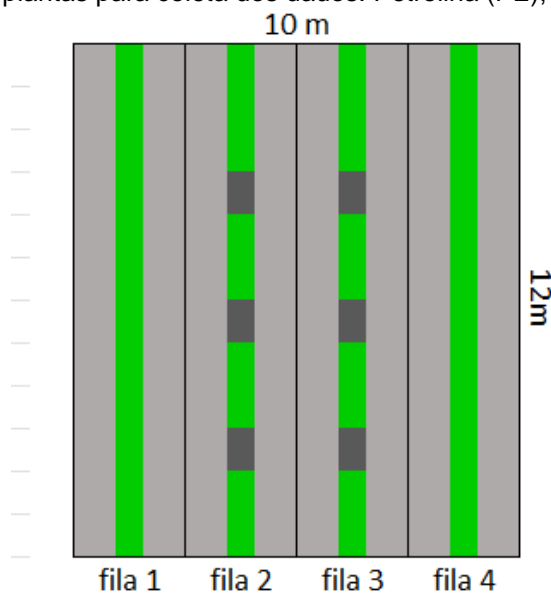
Figura 4- Marcação e abertura de berços para plantio da bananeira. Petrolina (PE), 2020.



Foto: Roberlúcio Cardoso da Silva, 2020.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições, 120m² de área por parcela, cada qual com quatro filas, das quais as duas externas correspondem às bordaduras, e as filas internas, destinadas às medições de três plantas em cada, totalizando seis plantas avaliadas (Figura 5).

Figura 5 - Croqui da parcela experimental, com as bordaduras e ruas internas e plantas para coleta dos dados. Petrolina (PE), 2020.



Fonte: a autora, 2020.

O espaçamento utilizado foi em fileiras simples, distanciadas a 2,5m uma da outra e, dentro da fila, a distribuição de plantas variou em função do estande (Tabela 4).

Tabela 4- Esquema simplificado dos tratamentos utilizados no experimento. Petrolina (PE), 2020.

Tratamentos	Espaçamentos	Densidades de plantio
T ₀	2,5m x 2,4m	1.666 plantas por hectare
T ₁	2,5m x 2,0m	2.000 plantas por hectare
T ₂	2,5m x 1,6m	2.500 plantas por hectare
T ₃	2,5m x 1,0m	4.000 plantas por hectare
T ₄	2,5m x 0,8m.	5.000 plantas por hectare

Fonte: a autora, 2020.

A área do ensaio esteve protegida por quebra ventos de capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), ao Sul, e ao Norte, Leste e Oeste, existem válvulas de irrigação do lote ocupadas com banana.

O preparo do solo constituiu-se da escarificação e sulcamento da área, sendo distribuídos ao longo do sulco de plantio o fosfato natural, o esterco de poedeiras e o composto orgânico (Tabela 5), repetida anualmente, assim como a programação da adubação de cobertura, realizada semanalmente com calda orgânica

confeccionada com húmus, torta de mamona micronizada, pó de rocha micronizado, óxido de potássio, ácido bórico e sulfato de zinco.

Tabela 5- Insumos orgânicos utilizados na adubação no período de 2020 a 2023.

Insumos	Plantio	Anual	Cobertura
Composto orgânico	4 t ha ⁻¹	4 t ha ⁻¹	
Esterco de poedeiras	8 t ha ⁻¹	8 t ha ⁻¹	
Fosfato natural	0,4 t ha ⁻¹	0,4 t ha ⁻¹	
Calda orgânica			500 L ha ⁻¹ por semana

Fonte: a autora, 2020.

O bananal foi irrigado até os 8 meses de plantio através de sistema de irrigação tipo gotejamento em 2 fitas paralelas, uma a cada lado da fila plantada, com vazão igual a 1,6 L h⁻¹ e gotejadores distanciados em 20 cm. A partir do nono mês, substituiu-se as fitas por microaspersores, com vazão igual a 61 L h⁻¹. Para o cálculo da lâmina d'água a ser distribuída, levou-se em conta o coeficiente de cultivo (Kc), conforme sugerido por Coelho *et al.* (2003), e a evaporação do tanque classe A, disponibilizado pela Estação Agrometeorológica da Univasf, em Petrolina (Tabela 6).

Tabela 6- Coeficiente de cultura (Kc) da bananeira em regiões de clima tropical.

Mês	1-2	3	4	5	6	7	8	9-10	11	12-13	14	15
Fase	Crescimento vegetativo				Floração				Colheita			
Kc	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	1,10	0,90	0,80	0,95	1,00

Fonte: Coelho *et al.*, 2003.

Para controle inicial das plantas espontâneas na linha de plantio, foi distribuída a fibra de coco como cobertura da terra, dando efeito “mulching”, após a montagem do sistema de irrigação e plantio das mudinhas; nas entrelinhas, o controle de ervas espontâneas foi realizado com roçadeira costal, deixando sempre o solo coberto, o que minimiza a erosão e busca regular sua temperatura.

Os tratos culturais foram aplicados conforme a necessidade do bananal, sendo previstos, com maior frequência, a desbrota e a desfolha e, quando iniciada a colheita, a picagem do pseudocaule, favorecendo além da aceleração da sua decomposição e ciclagem de nutrientes, o controle da broca-da-bananeira ou moleque-da-bananeira (*Cosmopolite sordidus* (Germ.)), inseto bastante comum nos bananais. Outras atividades realizadas semanalmente foram a fertirrigação, marcação de cachos e levantamento de pragas.

Para gestão dos dados gerados, foram utilizadas planilhas do Excel, tanto para o tabulamento dos descritores, como para registrar as atividades de campo por

parcela trabalhada, o que possibilitou a construção do custo de produção de cada tratamento.

Salienta-se que a propriedade é certificada orgânica desde o início de suas atividades, em 2017, produzindo banana 'Maçã' e culturas de ciclo curto como abóbora, abobrinha, andu, feijão, maxixe, melancia, melão, milho, quiabo e tomate, por época da implantação de novas áreas de fruticultura. Atualmente a área de produção é igual a 5 hectares (ha), dos quais 3ha são de banana 'Maçã' e 2ha são de manga Keitt, em consórcio com outras lavouras. A produção agrícola é comercializada em sacolões e mercadinhos, assim como no Mercado Municipal do Produtor Orgânico, em Petrolina.

3.2 VARIÁVEIS OBSERVADAS

Os dados climáticos foram fornecidos pelo laboratório de meteorologia da universidade Federal do Vale do São Francisco, em Petrolina, Pernambuco, no período entre abril de 2020 a maio de 2023. Dentre eles, foram observadas a precipitação, a umidade relativa média, a temperatura do ar e a evapotranspiração de referência.

Durante a pesquisa as avaliações foram semanais, pelo período de 2 ciclos da cultura, sendo que o primeiro ciclo corresponde ao período entre o plantio e a colheita da planta mãe, e o segundo ciclo deste bananal, refere-se ao período entre a floração da planta mãe, quando o filho se torna independente, e a colheita do rebento selecionado para dar continuidade à unidade de produção.

Os primeiros levantamentos começaram com o registro das atividades para construção dos respectivos custos de produção dos tratamentos e monitoramento da incidência de muita de fusarium (*F. oxysporum* f.sp. *cubense*), moleque-da-bananeira (*C. sordidus* (Germ.)), ácaro-vermelho-das-palmeiras (*Raoiella indica* Hirst) e tripses da erupção do fruto (*Frankliniella* spp.).

Quando as plantas começaram a florescer, foram marcadas com fita de seda presas nas mesmas com um pequeníssimo prego para assegurar sua identificação na parcela. Os descritores adotados no trabalho são os de caracterização do material genético (IPGRI-INIBAP/CIRAD, 1996), referência para as pesquisas com esta cultura, sendo a sua aplicação prática dividida em 2 momentos:

a) Floração

- altura da planta, medida da base do pseudocaule até o ponto de emergência do pedúnculo (Figura 6);

- perfilhamento, contagem do número de filhos que apresentaram altura superior a 30 cm do ponto de emergência da última folha, sendo esta medida tomada em plantas não desfilhadas, o que aconteceu apenas no primeiro ciclo avaliado;
- diâmetro do pseudocaule na região do colo, a 30 e a 100 centímetros de altura, medida da base do pseudocaule (Figura 7);
- número de folhas vivas na planta florada, comprimento e largura da folha 3, e
- dias do plantio ao florescimento.

Figura 6- Medição da altura da bananeira em floração. Petrolina (PE), 2021.



Fonte: Roberlúcio Cardoso da Silva, 2021.

Figura 7- Medida do diâmetro do pseudocaulo da bananeira em floração. Petrolina (PE), 2021.



Fonte: Roberlúcio Cardoso da Silva, 2021.

b) Colheita

- número de folhas, contagem das folhas vivas no momento;
- comprimento e diâmetro do engaço, sendo o primeiro medido entre a coroa foliar e a primeira penca de frutos e o segundo, determinado no seu ponto mediano;
- peso ou massa do cacho, é o peso das pencas com o engaço, utilizado também para o cálculo do rendimento;
- Número de pencas por cacho, contagem da quantidade de pencas do cacho;
- Peso da penca 2, que é a segunda penca contada de cima para baixo, no cacho;
- Número de frutos por cacho, contagem da quantidade de frutos do cacho;
- Peso do fruto externo da porção mediana da penca 2;
- Comprimento interno e externo do fruto, bem como o seu diâmetro no fruto externo da penca 2: medidas tomadas, respectivamente, no arco interno e externo do fruto,

desconsiderando o pedicelo, e por último, a medida tomada na sua seção transversal, e

- Produtividade, medida através da projeção da colheita das plantas avaliadas, para área de 1 ha, em toneladas.

Por época da floração foi realizada a aferição da terceira folha da bananeira (F3), tomando medidas de comprimento ao longo da sua nervura central, que é a distância compreendida entre a base da folha no ponto de inserção do pecíolo até o seu ápice, e largura da folha, medida da parte mediana da mesma, com uso de uma trena graduada, em centímetros. A área foliar total foi determinada de acordo com a equação de Kumar *et al.* (2002), onde $AFT = C \times L \times 0,80 \times N \times 0,662$, onde AFT é a área foliar total; C é o comprimento da folha; L é a largura da folha; N é o número total de folhas, e 0,80 e 0,662 são os fatores de correção. O IAF foi calculado por meio da relação entre a AFT e a área disponível às plantas, dada pelo espaçamento correspondente a cada tratamento. $IAF = AFT/Ap$, onde: IAF = índice da área foliar do dossel ($m^2 m^{-2}$); AFT = área foliar total (m^2) e Ap = área ocupada pela planta no terreno (m^2).

Quanto ao componente biológico do solo, o mesmo foi avaliado através do uso da Tecnologia BioAS, bioanálise de solo, desenvolvida pela Embrapa Cerrados, estando a análise restrita a alguns laboratórios que foram habilitados por esta empresa de pesquisa para uso do protocolo (EMBRAPA, 2021). A amostragem do solo para a BioAS é realizada com o mesmo procedimento padrão de solo para análise química, no entanto coletada num perfil de 0 a 10 cm de profundidade. No mesmo dia também foram retiradas as amostras para análise química do solo das parcelas, nas profundidades de 0-30 cm e 30-60 cm, sendo todo o material enviado ao Soloagri Análises de Solo e Produtos Agrícolas Ltda, onde as análises foram realizadas.

Para a análise de variância, no que se refere aos ciclos 1 e 2 de produção da bananeira, foi considerado o delineamento em blocos casualizados e as médias das variáveis em cada ciclo foram comparadas por meio de regressão na análise de variância. O *software* R foi utilizado para a análise dos dados e para construção dos gráficos.

No que se refere às análises de solo e bioanálise de solo, os resultados foram analisados no SISVAR - programa de análise de variância – ANAVA (Michel,

2005), adotando-se o teste Tukey a 5% de probabilidade. Os dados apresentados e seus respectivos coeficientes de variações (CV) não foram transformados.

3.3 EQUIPE EXECUTORA

As etapas de execução da pesquisa contaram com a participação direta da Doutoranda, auxiliada sob supervisão da orientadora, Profa. Dra. Cristiane Domingos da Paz e da coorientadora Profa. Dra. Gertrudes Macário de Oliveira. Nas atividades de levantamento de dados em campo de produção houve também a participação do produtor e gestor ambiental Roberlúcio Cardoso da Silva, que providenciou insumos e mão-de-obra tanto para implantação e condução do bananal, assim como para auxiliar na colheita do ensaio, em campo de produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características vegetativas e de rendimento da banana 'Maçã' em sistema de transição agroecológica tipo orgânico e em diferentes densidades de plantio, avaliadas em dois ciclos de produção, são apresentadas na sequência, assim como o aporte de nutrientes ao solo, a atividade microbiológica e a análise financeira dos seus respectivos custos, projetados para 1ha.

4.1 CICLO 1

Os resultados para as variáveis altura de planta (ALT) e número de filhos emitidos (NFIL) sugerem que as densidades apresentaram significância a 1% ($P < 0,01$); as variáveis diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo ($\emptyset 0,3$) e diâmetro do pseudocaule a 1 m do solo ($\emptyset 1$) apresentaram significância a 5% ($P < 0,05$) e para a variável diâmetro do pseudocaule no colo ($\emptyset s$) as densidades não foram significativas. Todas as variáveis foram significativas no que se refere ao delineamento em blocos ao acaso (Tabela 7).

Tabela 7- Análise de variância, médias, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis altura de planta (ALT), número de filhos emitidos (NFIL), diâmetro do pseudocaule no colo ($\emptyset s$), diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo ($\emptyset 0,3$) e diâmetro do pseudocaule a 1 m do solo ($\emptyset 1$) no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.

FV	GL	ALT (m)	NFIL (unid.)	$\emptyset s$ (cm)	$\emptyset 0,3$ (cm)	$\emptyset 1$ (cm)
Quadrado Médio						
Densidades	4	2,01**	5,21**	11,66 ^{ns}	4,78*	3,43*
Bloco	4	1,50**	3,11*	141,99**	71,95**	48,50**
Erro	141	0,07	1,16	4,95	1,89	1,21
Média Geral		3,30	3,79	25,08	22,50	17,01
CV (%)		7,94	28,37	8,87	6,11	6,46
Densidades		Médias				
	T ₀	2,98	4,27	25,06	22,18	16,54
	T ₁	3,24	3,67	25,48	23,05	17,34
	T ₂	3,17	4,20	25,02	22,35	16,94
	T ₃	3,51	3,47	25,74	22,79	17,34
	T ₄	3,62	3,37	24,10	22,15	16,91
Regressão		Quadrado Médio				
	Linear	7,34**	13,33**	10,07 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,83 ^{ns}
	Quadrática	0,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}	20,47*	4,83 ^{ns}	5,31*
	Desvio	0,01*	3,75*	8,05 ^{ns}	6,73*	3,78*

** , * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

Para a variável ALT observa-se que a maior média se encontra em T₄ (3,62 m); a regressão linear foi a que apresentou significância, com bom ajuste ($R^2=91\%$), e mostra comportamento diretamente proporcional, ou seja, conforme as densidades aumentam, ocorre o alongamento do pseudocaule refletindo em maior altura das

plantas, resultado corroborado por outros estudos de densidade de plantio em diferentes cultivares de bananeiras (Scarpore Filho; Kluge, 2001; Naik *et al.*, 2016; Prata *et al.*, 2018). Entretanto, o desvio da regressão foi significativo, logo o modelo deve ser considerado com ressalvas (Figura 8A). Vale ressaltar que a testemunha (T_0) apresentou menor média de ALT, 2,98 m, entretanto 4,45cm acima da encontrada em banana 'Maçã' por Arantes *et al.* (2017), em Guanambi/BA, no primeiro ciclo de produção, com estande igual a 1333 plantas por hectare, sendo que as diferentes médias dos tratamentos aqui obtidos, apesar de estarem de acordo com o caracterizado para o porte do cultivar, médio a alto (Silva *et al.*, 1997), apresentaram tendência a maior altura à medida que foi aumentado o estande de plantas, podendo ser explicado pela competição por luz, causada pela sobreposição das folhas, à medida que as plantas foram se desenvolvendo.

Para a variável NFIL nota-se que a maior média foi obtida em T_0 (4,27) e a menor em T_4 (3,37), sendo a regressão linear a que apresentou significância, porém sem qualidade de ajuste ($R^2=64\%$), ou seja, apesar de ser significativo entre os tratamentos, não é a melhor opção para representar os dados, além de que o desvio da regressão foi significativo, logo o modelo deve ser considerado com ressalvas (Figura 8B). No universo avaliado, os resultados mostraram tendência a diminuir o número de filhos à medida que se aumentou o estande de plantas, podendo ser uma predisposição na bananeira 'Maçã', sendo o mesmo comportamento encontrado em outros cultivares quando submetidos a densidades elevadas (Bhende; Kurien, 2015). O número de rebentos emergentes, segundo Bhende e Kurien (2015), é influenciado tanto por fatores internos (constituição genômica e número de ploidia), como externos (época de plantio, espaçamento e profundidade), tendo os rebentos, em todos os tratamentos, emergidos a menos de 50cm de distância da planta mãe, considerado próximo (IPGRI-INIBAP/CIRAD, 1996), e apresentado intervalo da média entre os tratamentos dentro do esperado para o cultivar, caracterizado como ótimo por Silva *et al.* (1997).

Já para a variável \emptyset_s , tem-se que a maior média (25,74 cm) foi encontrada em T_3 , todavia, não muito distante da média de T_1 (25,48 cm); T_4 apresentou a menor média (24,10 cm) e, apesar da regressão quadrática apresentar significância, não obteve bom ajuste ($R^2=66\%$). Nota-se também que com o modelo quadrático é possível ter uma estimativa do valor máximo para o diâmetro do pseudocaulo no colo (ponto crítico, de aproximadamente 25,7 cm), relacionado ao número de plantas por

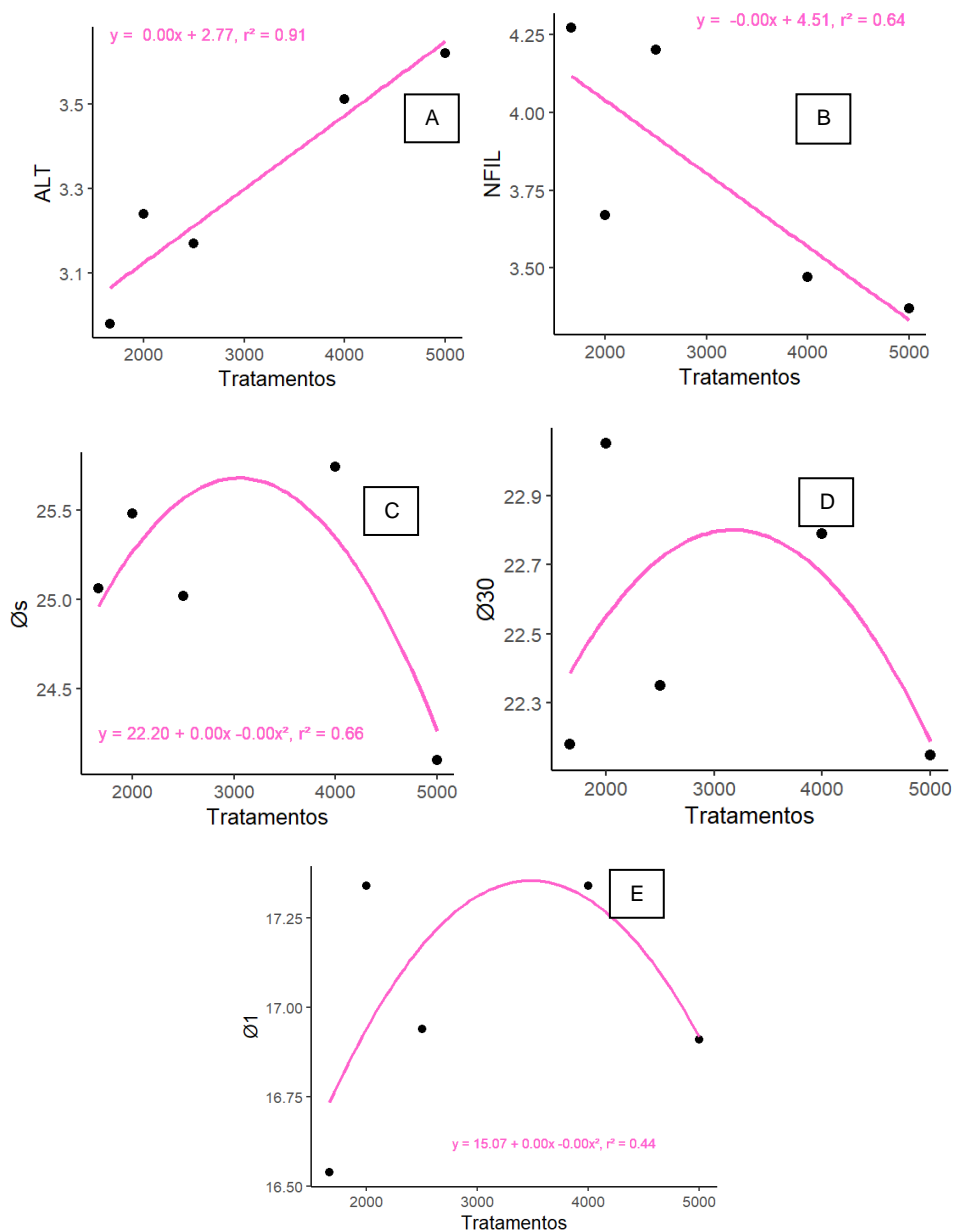
hectare (Figura 8C). Para esta variável, \emptyset_s , as densidades não foram significativas provavelmente pela localização da tomada desta medida, próximo à inserção da bainha ao rizoma, onde o pseudocaule não apresentou variação em seu diâmetro quando as plantas de banana 'Maçã' foram submetidas a diferentes estandes, no primeiro ciclo de produção.

A variável $\emptyset_{0,3}$, apresentou menor média em T_4 (22,15 cm), não muito distante do encontrado na testemunha (22,18 cm), e maior média em T_1 (23,05 cm). Para esta variável nenhuma regressão apresentou significância, o que significa que nenhum dos modelos estudados se ajustou aos dados (Figura 8D).

A menor média para a variável \emptyset_1 foi encontrada em T_0 (16,54 cm) e a maior em T_1 (17,34cm), valor similar a T_3 , sendo que, apesar da regressão quadrática apresentar significância, não obteve bom ajuste ($R^2=44\%$) (Figura 8E).

Os dados mostraram que, à medida que o pseudocaule se elevou, o seu diâmetro diminuiu, o que é característico da planta, e é observado analisando os resultados a 30 cm do solo ($\emptyset_{0,3}$) e a 1 m do solo (\emptyset_1). Arantes *et al.* (2017), encontrou 71,35cm de perímetro (diâmetro igual a 22,71cm), a uma altura de 30cm do solo, estando no intervalo dos resultados aqui obtidos revelando que, diferentemente do efeito da competição por luz exercida pelas plantas e amostradas nas respectivas alturas, quando comparado à testemunha, as diferentes leituras nas 3 alturas do diâmetro do pseudocaule mostraram tanto valores mais altos como mais baixos que T_0 , refletindo numa curva crescente em resposta à densidade até um determinado momento em que diminuiu sua resposta a uma densidade mais elevada (Figura 8B, Figura 8C e Figura 8E). Algumas relações podem ser destacadas para observações em estudos futuros, como por exemplo a diferença do diâmetro do pseudocaule medido a 30cm e 1m, que, em média, é de menos 24,40%, sendo aproximadamente a mesma relação entre os tratamentos.

Figura 8- Médias da altura de planta (ALT), número de filhos emitidos (NFIL), diâmetro do pseudocaule no colo (\emptyset_s), diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo (\emptyset_{30}) e diâmetro do pseudocaule a 1 m do solo (\emptyset_{1m}) em função das densidades de plantio no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.



Os resultados para as variáveis número de folhas vivas no florescimento (NFF), número de folhas vivas na colheita (NFC), peso de cacho (PC), peso de pencas (PP) e número de pencas (NPEN) indicam que as densidades apresentaram significância a 1% ($P < 0,01$). Apenas as variáveis NFF e NFC não foram significativas no que se refere ao delineamento em blocos ao acaso (Tabela 8).

Para a variável NFF observa-se que a menor e maior médias foram obtida por T₄ (10,70) e pela testemunha (12,77), sendo a regressão linear a que apresentou significância, com bom ajuste ($R^2 = 99\%$) e mostrou comportamento inversamente proporcional, o que significa que conforme as densidades aumentam, o número de folhas vivas no florescimento diminui (Figura 9A).

Tabela 8- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis número de folhas vivas no florescimento (NFF), número de folhas vivas na colheita (NFC), peso de cacho (PC), peso de pencas (PP) e número de pencas (NPEN) no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.

FV	GL	NFF (unid.)	NFC (unid.)	PC (kg)	PP (kg)	NPEN (unid.)
Quadrado Médio						
Densidades	4	26,43**	15,93**	31,28**	26,74**	1,87**
Bloco	4	2,01 ^{ns}	3,74 ^{ns}	70,97**	68,37**	5,27**
Erro	141	2,01	2,11	5,66	5,40	0,32
Média Geral		11,88	8,82	11,74	11,20	6,34
CV (%)		11,95	16,47	20,27	20,74	8,92
		Médias				
Densidades						
T ₀		12,77	9,83	12,99	12,37	6,47
T ₁		12,70	9,27	12,38	11,82	6,50
T ₂		12,13	8,67	11,83	11,22	6,53
T ₃		11,10	8,27	11,07	10,58	6,27
T ₄		10,70	8,07	10,43	10,01	5,93
		Quadrado Médio				
Regressão						
Linear		103,82**	53,47**	119,78**	101,03**	6,44**
Quadrática		0,97 ^{ns}	7,54 ^{ns}	2,63 ^{ns}	3,08 ^{ns}	1,03 ^{ns}
Desvio		0,46 ^{ns}	1,35 ^{ns}	1,35 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,01 ^{ns}

** , * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

O mesmo comportamento foi observado para a variável NFC cuja menor média foi evidenciada em T₄ (8,07) e maior média em T₀ (9,83), sendo a regressão linear a que apresentou significância, com bom ajuste ($R^2 = 96\%$) e expressou comportamento inversamente proporcional, ou seja, conforme as densidades aumentam, o número de folhas vivas na colheita diminui (Figura 9B), o que é corroborado por outros estudos de densidade de plantio com diferentes cultivares de banana (Chaudhuri; Baruah, 2010; Haque; Sakimin, 2022; Magalhães *et al.*, 2020; Wasi *et al.*, 2021) e possivelmente ocorre em virtude da competição por luz, água, nutrientes e espaço físico em plantios submetidos a altas densidades. Ressalta-se que após o lançamento do racimo e cessada a emissão foliar a média de folhas mantidas entre os estandes por época da colheita foi de aproximadamente 74,27%, sendo o maior percentual observado em T₀ (76,98) e o menor em T₂ (71,48); Arantes *et al.* (2017) encontraram valores da ordem de 16,65 folhas no florescimento e 14

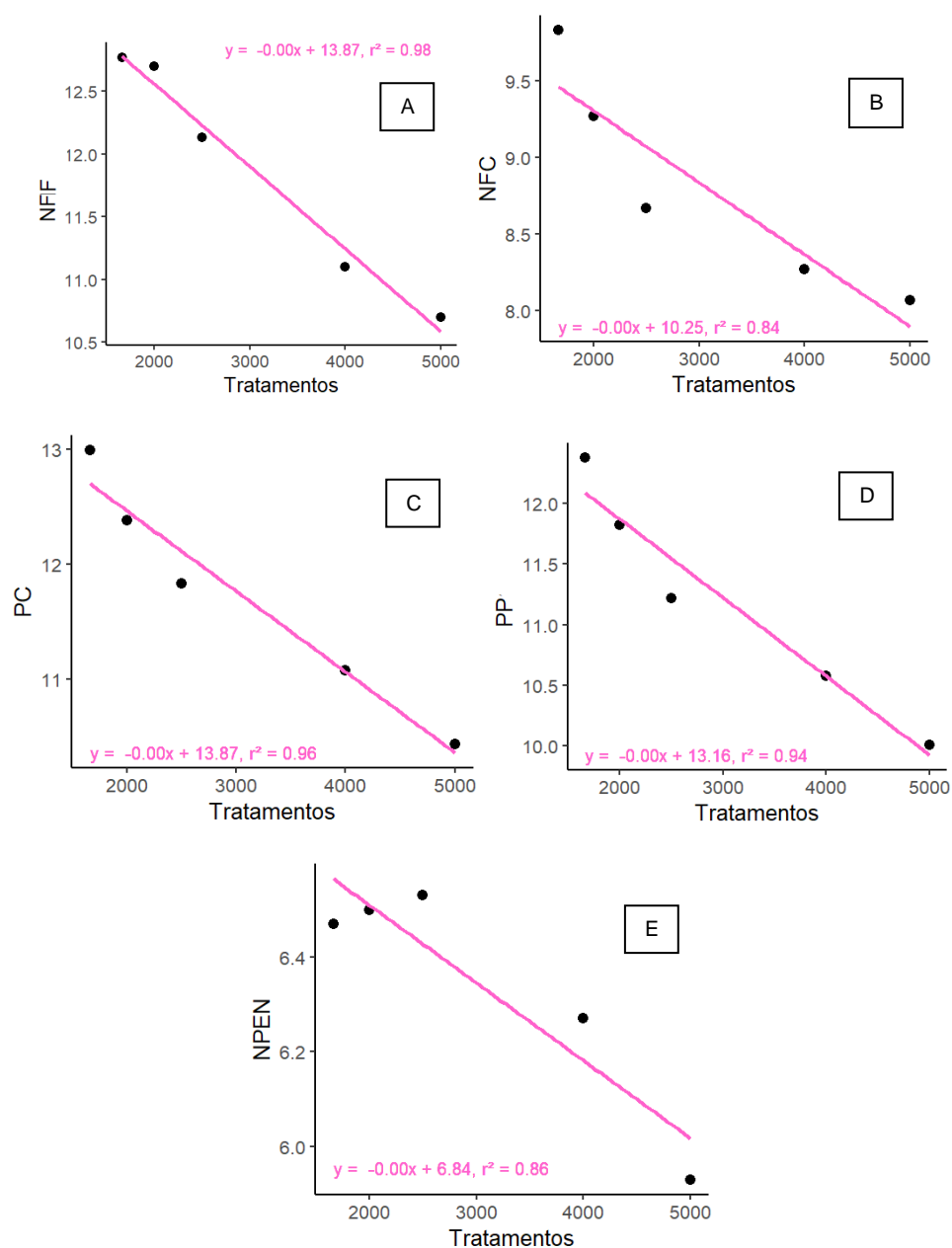
folhas na colheita, mantendo, por esta época, 84,08% do total de folhas, uma boa correlação quando comparado com os valores aqui encontrados, podendo ser explicado, entre outros, pelos diferentes sistemas de cultivo, ou ainda pela velocidade do vento, uma média de 5,13km superior em Petrolina, quando comparado a Guanambi, o que causa, tombamento da folha ou ainda seu fendilhamento, acarretando redução da área foliar, desidratação e senescência precoce das folhas.

No que se refere a variável PC observa-se que a menor e maior médias foram encontradas em T₄ (10,43 kg) e em T₀ (12,99 kg), respectivamente, sendo a regressão linear a que apresentou significância, com bom ajuste ($R^2=98\%$), mostrando o comportamento inversamente proporcional, o que revelou que conforme as densidades aumentaram, o peso do cacho diminuiu (Figura 9C), o que é respaldado por pesquisas avaliando o efeito da densidade de plantio sobre diferentes caracteres, entre eles, o peso do racimo (Chaudhuri; Baruah, 2010; Nofal; Rezk, 2021; Wasi *et al.*, 2021).

As variáveis PP e NPEN, tiveram comportamento inversamente proporcional, ou seja, diminuem suas grandezas conforme a densidade aumenta. As maiores médias encontradas foram 12,37 kg (T₀) e 6,53 (T₂), para as variáveis PP e NPEN, respectivamente, o que é corroborado por estudos de densidade de plantio com diferentes cultivares de banana (Santos *et al.*, 2019; Magalhães *et al.*, 2020; Wasi *et al.*, 2021). A regressão linear foi a que apresentou significância para ambas as variáveis, com bom ajuste, $R^2=97\%$ (PP) e $R^2=99\%$ (NPEN) (Figura 9D e Figura 9E).

Presumivelmente, em menores densidades de plantio as plantas estão expostas a maior radiação luminosa e, quando não há fatores limitantes como temperatura ou disponibilidade de água, acarreta maior taxa fotossintética, promovendo maior quantidade de fotoassimilados acumulados nos diversos órgãos, o que contribui para uma boa formação do cacho e seus componentes.

Figura 9- Médias do número de folhas vivas no florescimento (NFF), número de folhas vivas na colheita (NFC), peso de cacho (PC), peso de pencas (PP), número de pencas (NPEN) em função das densidades de plantio no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.



Os resultados da análise de variância (ANAVA) indicam que para as variáveis número de frutos (NFRU) e peso da segunda penca (PP2), as densidades foram significativas a 1% ($P < 0,01$) e para as variáveis peso do fruto da segunda penca (PFP2) e diâmetro de fruto da segunda penca (\emptyset FP2) as densidades foram significativas a 5% ($P < 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis número de frutos (NFRU), peso da segunda penca (PP2), peso do fruto da segunda penca (PFP2) e diâmetro de fruto da segunda penca (\emptyset FP2) no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.

FV	GL	NFRU	PP2	PFP2	\emptyset FP2
		(unid.)	(kg)	(g)	(cm)
		Quadrado Médio			
Densidades	4	1242,13**	0,62**	1267,74*	0,21*
Bloco	4	3459,61**	1,31**	779,08 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Erro	141	132,79	0,12	415,24	0,08
Média Geral		83,41	1,96	132,95	4,27
CV (%)		13,81	17,53	15,33	6,77
Densidades		Médias			
T ₀		87,17	2,12	140,17	4,25
T ₁		87,03	2,11	132,50	4,24
T ₂		87,60	1,90	128,50	4,27
T ₃		82,83	1,85	124,93	4,19
T ₄		72,43	1,83	138,67	4,41
Regressão		Quadrado Médio			
Linear		4135,99**	1,90**	46,74 ^{ns}	0,27 ^{ns}
Quadrática		800,37*	0,32 ^{ns}	4921,62**	0,31 ^{ns}
Desvio		32,15 ^{ns}	0,12 ^{ns}	51,30 ^{ns}	0,13 ^{ns}

**, * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

Para a variável NFRU as médias foram encontradas no intervalo entre 72,43, para T₄, e 87,60, para T₂, estando próximo do esperado para banana 'Maçã', na densidade de 1666 plantas por hectare, 86 frutos (Silva; Santos-Serejo; Cordeiro, 2004); tanto a regressão linear quanto a regressão quadrática foram significativas, no entanto, a quadrática apresentou melhor ajuste ($R^2=99\%$) sendo possível ter uma estimativa do valor de máximo para o número de frutos (ponto crítico, de aproximadamente 87,60), relacionado às densidades estudadas (Figura 10A). Wasi *et al.* (2021) e Magalhães *et al.*, (2020) observaram decréscimo do NFRU em bananeiras 'Grand Naine' e 'Prata Anã', respectivamente, à medida em que o número de plantas por hectare foi incrementado. Esse comportamento é consequência da maior competição por luz e menores produção e acumulação de fotoassimilados o que reflete, também, nos valores deste parâmetro.

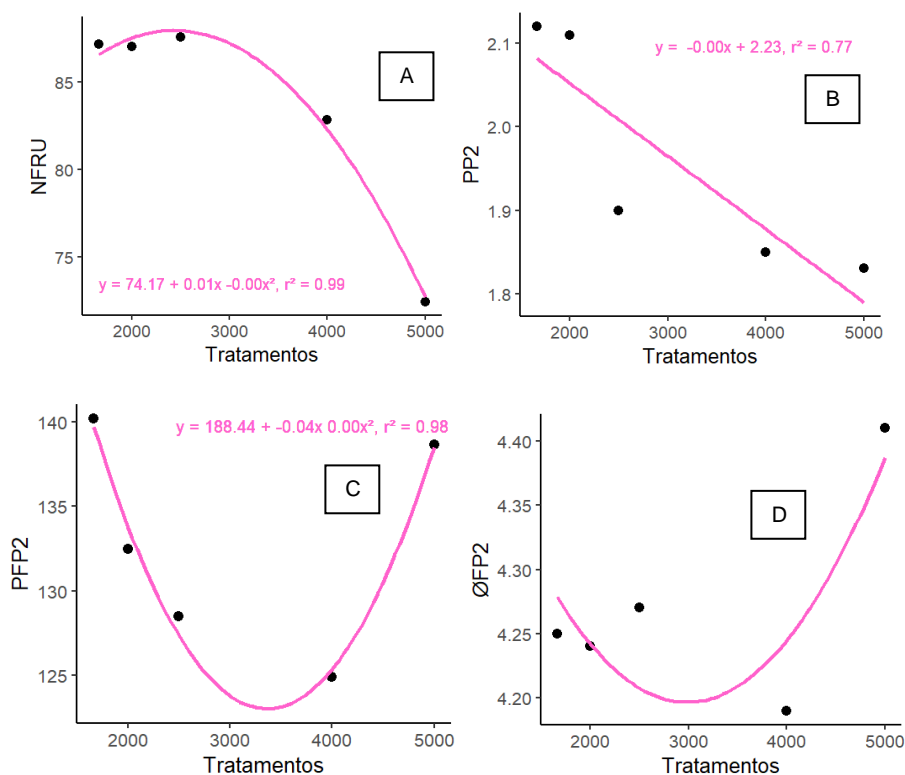
Para a variável peso da segunda penca (PP2) observa-se que a menor e maior médias foram verificadas em T₄ (1,83 kg) e T₀ (2,12 kg), sendo a regressão linear a que apresentou significância, com bom ajuste ($R^2=90\%$), e mostrando

comportamento inversamente proporcional, isto é, conforme as densidades aumentam, PP2 diminui (Figura 10B), efeito esperado quando se trata de adensamento em bananais, sendo corroborado pelos estudos de Nomura *et al.* (2013), com banana 'Grand Naine', e Magalhães *et al.* (2020), com banana 'Prata Anã'; ressalta-se que todos os tratamentos apresentaram maior média de peso que o encontrado por Arantes *et al.* (2017) em banana 'Maçã', ou seja, 1,56 kg, com estande de 1333 plantas por hectare.

Para a variável peso do fruto da segunda penca (PFP2), observa-se que a menor média foi obtida em T3 (124,93 g) e a maior média foi verificada em T₀ (140,17 g), sendo a regressão quadrática a que apresentou significância, com bom ajuste ($R^2=98\%$). Com o modelo quadrático é possível ter uma estimativa do valor mínimo para peso do fruto da segunda penca, o ponto crítico, de aproximadamente 126,72 g, quando da análise dos resultados nas diferentes densidades (Figura 10C). Os resultados mostraram que, com exceção a T₄, à medida que o número de plantas por tratamento foi elevado, ocorreu queda do peso médio do fruto. Nalina, Kumar e Sathiamoorthy (2003), avaliando altas densidades de plantio em banana 'Robusta' (AAA), encontraram valores mais elevados para o peso do fruto no tratamento de menor estande de plantas. Provavelmente o menor número de frutos apresentado por T4 (72,43), tenha possibilitado o crescimento e armazenamento de reservas, aumentando o peso médio dos seus frutos (138,67g). Destaca-se que neste trabalho os diferentes tratamentos apresentaram frutos mais pesados que os obtidos por Gerônimo (2020), ou seja, $95,23 \pm 10,95$ g, quando avaliou frutos de banana 'Maçã' orgânica.

Analisando a variável diâmetro de fruto da segunda penca (\emptyset FP2), notou-se que a menor média foi alcançada em T₃ (4,19cm) e a maior em T₄ (4,41cm), sendo superiores ao resultado encontrado por Gerônimo (2020), em bananas 'Maçã' orgânica, cujo valor foi da ordem de 37,4mm (3,74cm). Para esta variável nenhuma regressão apresentou significância, o que revela que nenhum dos modelos estudados se ajustou aos dados (Figura 10D). Naik *et al.* (2016), estudando o efeito de densidades de plantio e fertirrigação em banana 'Grand Naine', relataram que o diâmetro dos frutos aumentou a doses mais altas de fertirrigação e em espaçamentos mais amplos.

Figura 10- Médias do número de frutos (NFRU), peso da segunda penca (PP2), peso do fruto da segunda penca (PFP2) e diâmetro de fruto da segunda penca (\emptyset FP2) em função das densidades de plantio no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.



Os resultados da análise de variância (ANAVA) indicam que apenas para as variáveis peso da ráquis (PR) e diâmetro do engaço (\emptyset E) as densidades foram significativas a 1% ($P < 0,01$), para as demais variáveis as densidades não foram significativas, ou seja, para estas variáveis não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 10).

Para a variável CFP2, o valor médio mínimo foi observado em T₂ (11,12 cm) e o médio máximo foi constatado em T₅ (11,95 cm); a regressão quadrática foi a que apresentou significância, com bom ajuste ($R^2=95\%$), sendo a estimativa do valor mínimo para CFP2, o ponto crítico, de aproximadamente 11,16, relacionado aos diferentes tratamentos (Figura 11A).

Tabela 10- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis comprimento interno de fruto da segunda penca (CIFP2), comprimento externo de fruto da segunda penca (CEFP2), peso da ráquis (PR), comprimento do engaço (CE) e diâmetro do engaço (ØE) no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.

FV	GL	CIFP2 (cm)	CEFP2 (cm)	PR (kg)	CE (cm)	ØE (cm)
Quadrado Médio						
Densidades	4	3,90 ^{ns}	2,42 ^{ns}	0,80 ^{**}	81,60 ^{ns}	3,21 ^{**}
Bloco	4	0,93 ^{ns}	7,50 ^{**}	0,29 ^{**}	189,56 ^{ns}	1,23 [*]
Erro	141	2,00	1,40	0,04	125,25	0,50
Média Geral		11,41	16,88	0,75	48,96	5,11
CV (%)		12,39	7,01	27,41	22,86	13,87
Densidades				Médias		
T ₀		11,60	17,34	0,89	50,16	5,29
T ₁		11,17	16,83	0,87	48,32	5,28
T ₂		11,12	16,85	0,80	46,33	5,40
T ₃		11,20	16,85	0,66	49,97	4,97
T ₄		11,95	16,55	0,51	50,00	4,60
Regressão				Quadrado Médio		
Linear		3,84 ^{ns}	5,60 [*]	3,16 ^{**}	44,53 ^{ns}	11,14 ^{**}
Quadrática		11,03 [*]	0,22 ^{ns}	0,01 ^{ns}	87,53 ^{ns}	1,32 ^{ns}
Desvio		0,36 ^{ns}	1,93 ^{ns}	0,01 ^{ns}	97,17 ^{ns}	0,18 ^{ns}

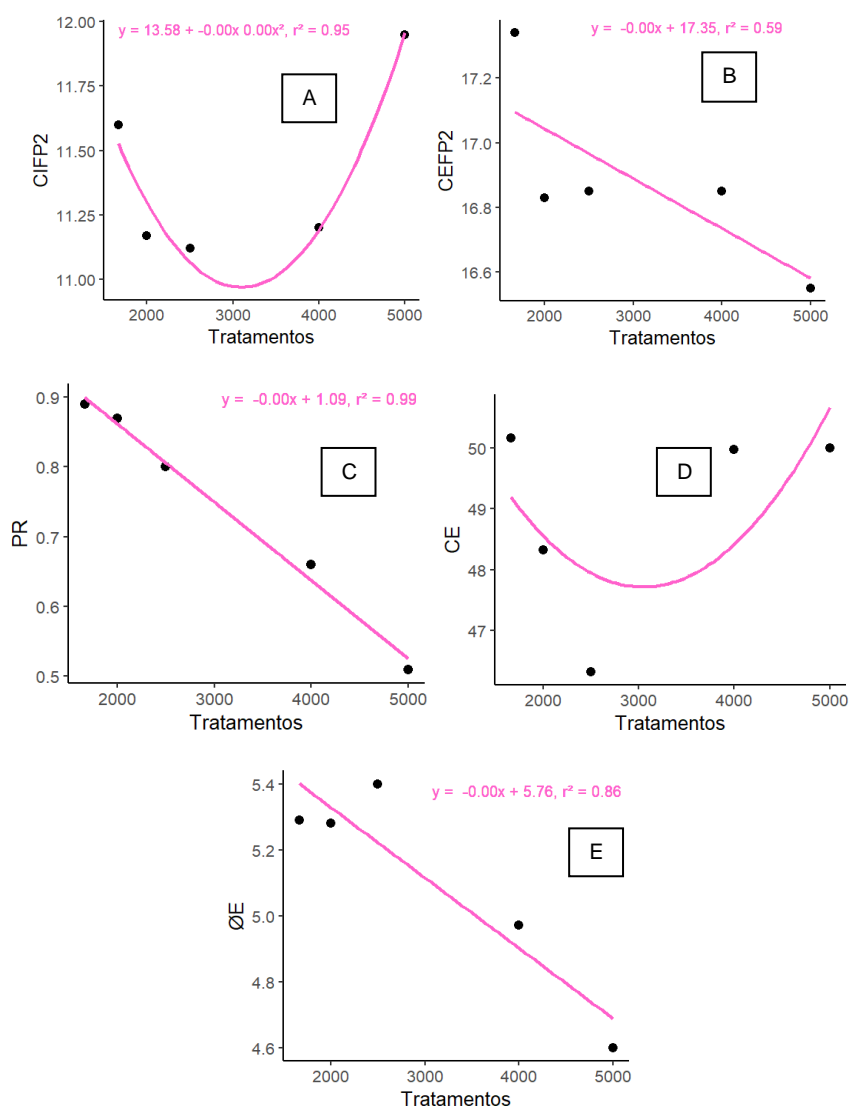
^{**}, ^{*} e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

Com relação à variável CEFP2, a análise mostrou valores entre 16,55cm, em T₄, a 17,34cm, em T₀, resultados superiores aos encontrados por Gerônimo (2020), cuja média de comprimento externo de frutos de banana 'Maçã' submetidas ao sistema orgânico de produção foi igual a 15,80 ± 0,22. Apenas a regressão linear foi significativa, porém não obteve bom ajuste (R²=59%), sendo que o comportamento da variável nas diferentes densidades mostrou-se inversamente proporcional, uma vez que o comprimento diminuiu ao aumentar o número de plantas por hectare (Figura 11B). Naik *et al.* (2016), não encontraram diferença significativa entre os diferentes tratamentos de densidade de plantio em banana 'Grand Naine', tampouco Donato *et al.* (2020), quando avaliaram lâminas de irrigação, densidade de plantio e poda de pencas em banana 'Prata Anã', e concluíram que o comprimento do fruto foi influenciado apenas pela lâmina de irrigação, acrescentando que todos os tratamentos apresentaram frutos classificados como de primeira qualidade, em termos de comprimento pela norma padrão.

Quanto ao PR, nota-se que a maior média (0,89kg) foi referente a T₀, sendo a regressão linear significativa e com bom ajuste (R²=99%), mostrando que à medida em que se aumenta o número de plantas por hectare, o peso de ráquis diminui (Figura 11C), mesmo comportamento foi observado por Kluge (2000), em bananeira 'Nanicão' e, presumivelmente, esteja relacionado com a redução da massa do cacho, em

decorrência da baixa luminosidade em áreas mais adensadas. Em T4, maior densidade, a massa da ráquis foi aproximadamente 42,70% mais leve que na menor densidade, T0.

Figura 11- Médias do comprimento interno de fruto da segunda penca (CIFP2), comprimento externo de fruto da segunda penca (CEFP2), peso da ráquis (PR), comprimento do engaço (CE) e diâmetro do engaço (ØE) em função das densidades de plantio no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.



No que se refere ao CE, nota-se que a menor (46,33 cm) e maior (50,16 cm) médias foram obtidas por T₂ e pela testemunha, respectivamente; para esta variável, nenhuma regressão apresentou significância, ou seja, nenhum dos modelos estudados se ajustou aos dados (Figura 11D). Para a variável ØE tem-se que a maior média, igual a 5,40 cm, é referente a T₂, e a menor média, 4,6 cm, foi obtida por T₅, sendo que a regressão que apresentou significância foi a linear, com bom ajuste,

tendo o $R^2=86\%$. Observa-se que o comportamento entre o $\varnothing E$ e a densidade é inversamente proporcional, ou seja, enquanto as densidades aumentam, tem-se uma diminuição do diâmetro do engajo (Figura 11E). Ressalta-se que os valores aqui encontrados para CE e $\varnothing E$, estão de acordo com os resultados obtidos por Amorim *et al.* (2012), em seu trabalho com cultivares e híbridos, incluindo aqueles com características próximas às da banana 'Maçã', que tiveram números de CE entre 40cm, em banana Caipira (AAA), e 54,6cm, em 'BRS Tropical' (AAAB) e intervalos de 5,55cm (55,5mm), em banana Caipira e 6,13 cm (61,3mm) no híbrido YB42-47 (AAAB), cujo valor mínimo do $\varnothing E$ foi mais elevado que o da banana 'Maçã' aqui obtido, talvez uma expressão do genoma "A", triplicado em banana Caipira, quando comparado com banana 'Maçã' (AAB).

Os resultados da análise de variância (Tabela 11) indicam que apenas para as variáveis intervalo do florescimento à colheita (FC) e produtividade (PROD) as densidades não foram significativas e para as demais variáveis as densidades foram significativas a 1% ($P < 0,01$).

Tabela 11- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis intervalo entre plantio e floração (PF), intervalo do florescimento à colheita (FC), número de dias do plantio à colheita (PCol), produtividade (PROD), área foliar total (AF) e índice de área foliar (IAF) no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.

FV	GL	PF (dias)	FC (dias)	PCol (dias)	PROD (t ha ⁻¹)	AF m ²	IAF m ² m ⁻²
Quadrado Médio							
Densidades	4	47.934,80**	28,74 ^{ns}	49.825,59**	5,12 ^{ns}	27,65**	35,74**
Bloco	4	13.030,65**	58,11**	14.141,16**	28,76 ^{ns}	33,75**	4,50**
Erro	141	2.163,76	16,52	2.101,99	15,23	2,57	0,37
Média Geral		414,47	122,31	536,78	15,50	10,06	2,95
CV (%)		11,22	3,32	8,54	25,18	19,30	20,67
Densidades		Médias					
T ₀		375,87	121,00	496,87	15,03	10,78	1,80
T ₁		400,23	122,57	508,14	15,37	11,04	2,21
T ₂		388,23	122,33	522,00	15,60	10,38	2,59
T ₃		432,97	121,97	563,56	16,14	9,24	3,69
T ₄		475,03	123,70	591,29	15,35	8,87	4,43
Regressão		Quadrado Médio					
Linear		178.457,30**	57,31 ^{ns}	184910,91**	4,18 ^{ns}	105,44**	142,45**
Quadrática		5.044,16 ^{ns}	1,96 ^{ns}	5245,00 ^{ns}	14,93 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,23 ^{ns}
Desvio		4.118,87 ^{ns}	27,85 ^{ns}	4573,23 ^{ns}	0,68 ^{ns}	2,45 ^{ns}	0,68 ^{ns}

** , * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

Para a variável PF, observa-se que a menor média foi apresentada pela testemunha (375,87 dias) e a maior média foi obtida em T₄ (475,03 dias), referentes ao menor e maior estandes de plantas, respectivamente; a regressão que apresentou

significância foi a linear, com bom ajuste, sendo o $R^2=93\%$. O comportamento entre a variável e as densidades foi diretamente proporcional, em que, conforme as densidades foram aumentando, o intervalo entre PF alongou (Figura 12A), confirmando o mesmo efeito encontrado por Chaudhuri e Baruah (2010), em banana 'Jahaji' (AAA), em Johat/Assam/India, Prata *et al.* (2018), em banana 'D'Angola' (AAB), em Limoeiro do Norte/CE e Siqueira *et al.* (2021), em banana 'Prata Anã', em Janaúba/MG. Arantes *et al.* (2017), avaliando diferentes genótipos em Guanambi/BA, observaram que a banana 'Maçã' em espaçamento igual a 1333 plantas por hectare, floresceu aos 368,85 dias após o plantio, ou seja, 7,02 dias a menos que o encontrado nesta pesquisa.

Com relação à variável intervalo do florescimento à colheita (FC), tem-se que a menor média foi obtida em T_0 (121 dias) e maior média em T_4 (123,70 dias), uma diferença de apenas 2,7 dias entre os tratamentos, mostrando que, neste primeiro ciclo de produção, a densidade de plantio não afetou significativamente o número de dias entre o lançamento do racimo e sua colheita, nas condições locais, corroborado por resultados semelhantes encontrados por Magalhães *et al.* (2020) e Siqueira *et al.* (2021), avaliando banana 'Prata Anã' em altas densidades em Guanambi/BA, (5,54%) e Janaúba/MG (15,58%). Para este parâmetro, nenhuma regressão apresentou significância, portanto, a variável não obteve um modelo que se ajustasse aos dados (Figura 12B).

Na variável número de dias do plantio à colheita (PCol), percebe-se que a menor e maior médias foram obtidas, respectivamente em T_0 (496,87 dias) e T_4 (591,29 dias), além disso, nota-se que a regressão linear foi a que apresentou significância com coeficiente de determinação igual a 99%. Os dados mostraram comportamento diretamente proporcional, isto é, o PCol aumentou à medida em que foi incrementado o número de plantas por hectare (Figura 12C), o que já era esperado quando observados os resultados do PF e FC. As médias observadas entre os intervalos de PF e PCol apresentam a mesma propensão que mostraram outros estudos, ou seja, quando se eleva a densidade de plantio em bananeiras, acarreta aumento do ciclo (Ulloa Cortazar; Wolf; Armendáriz González, 2017; Siqueira *et al.*, 2021). Curiosamente essa tendência não foi percebida na variável FC, que teve média de dias entre florescimento e colheita um intervalo estreito entre 121 (T_0) e 123,7 (T_4) e, no caso da testemunha, 14,35 dias a mais que o obtido por Arantes *et al.* (2017), o

que pode ser explicado pelas condições edafoclimáticas em que os diferentes ensaios foram submetidos.

A variável PROD não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, apesar de mostrar uma tendência de aumento de produtividade até T₃ (4000 plantas por hectare), que obteve a maior média (16,14 t/ha), assim como nenhuma regressão apresentou significância (Figura 12D). Em banana 'BRS Princesa', um híbrido tetraploide do tipo 'Maçã', também foram observadas produtividades crescentes até a densidade de plantio de 3.200 plantas/ha (Lanza; Machado; Martelleto, 2017).

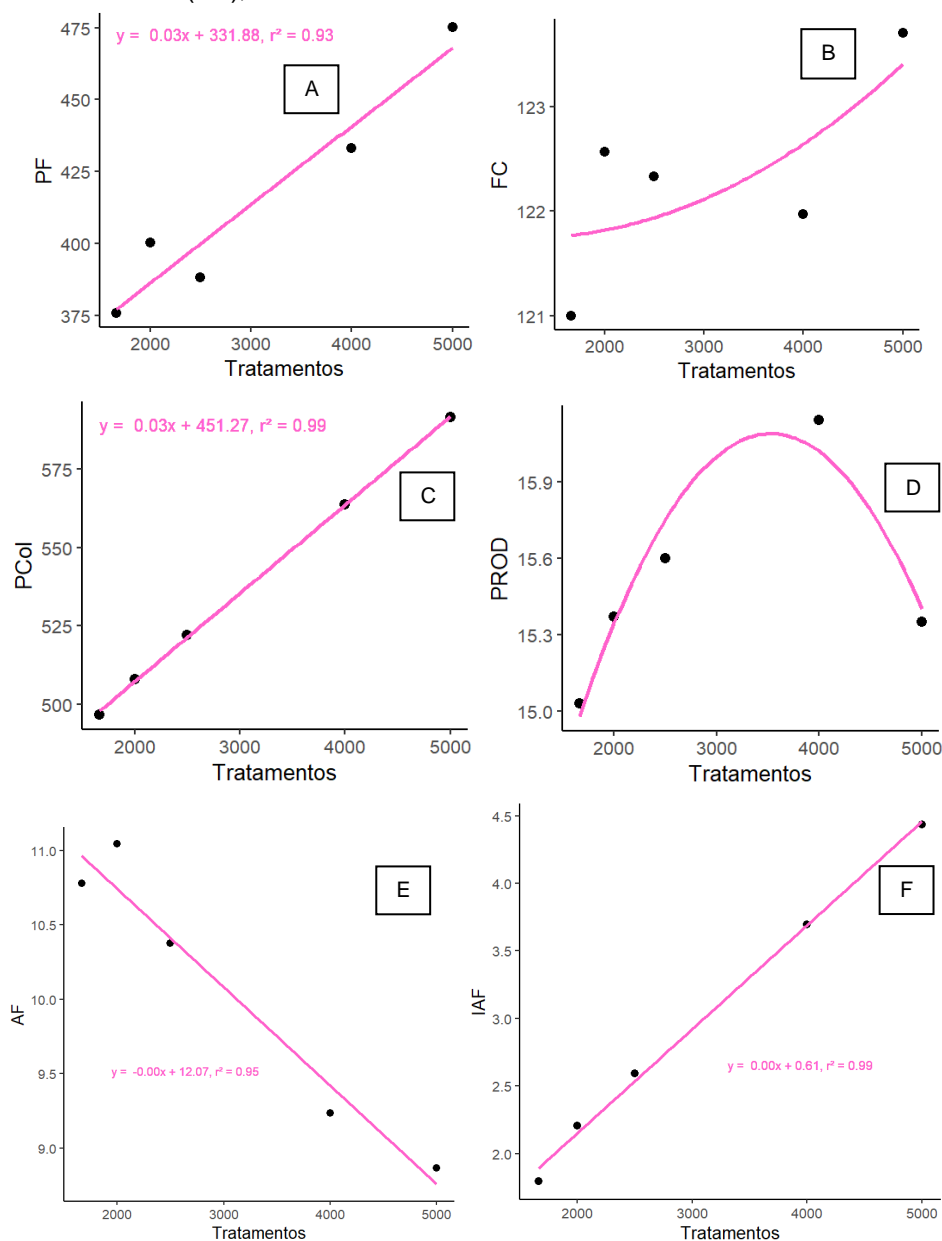
Para a variável AF tem-se que a menor média foi apresentada em T₄ (8,87 m²) e a maior média foi encontrada em T₁ (11,04 m²), sendo a regressão linear significativa, com bom ajuste (R²=95%); ademais, a variável tem um comportamento inversamente proporcional em relação às densidades, com a redução da área foliar à medida que o número de plantas por hectare foi elevado (Figura 12E). Já para a variável IAF, a menor média foi atribuída a T₀ (1,80 m² m⁻²) e a maior média foi encontrada em T₄ (4,43 m² m⁻²), de maior densidade de plantas, sendo a regressão que apresentou significância foi a linear, com bom ajuste, uma vez que o coeficiente de determinação foi igual a 99%; para esta variável, tem-se que conforme aumenta o número de plantas por hectare, ocorre crescimento do índice de área foliar (Figura 12F).

Em termos práticos, a avaliação da AF de cultivos agrícolas é um parâmetro cada vez mais utilizado uma vez que retrata a capacidade da planta em interceptar as radiações e efetuar trocas gasosas com o ambiente, consistindo, assim, num importante indicativo da produtividade das culturas. Já o IAF, medida coletiva da porção foliar da estrutura da copa por unidade de área do solo, torna-se um fator importante a ser considerado para estipular práticas de manejo a serem adotadas (Guimarães; Sans; Moraes, 2002).

Os resultados obtidos para AF e IAF neste trabalho mostraram apresentar as mesmas tendências daqueles encontrados em banana 'Prata Anã' por Magalhães *et al.* (2020); já para banana 'Robusta', Nalina, Kumar e Sathiamoorthy (2000), não encontraram diferença significativa para AF, entretanto, para o IAF, as maiores densidades apresentaram maiores valores. Em termos práticos, o IAF é a área total da superfície de folhas por unidade de área do solo ocupada pela planta (m² m⁻²); a medida é um parâmetro utilizado a partir das características estruturais dos

componentes foliares da espécie para prever interações que possam afetar o seu desenvolvimento.

Figura 12- Médias do intervalo entre plantio e floração (PF), intervalo do florescimento à colheita (FC), número de dias do plantio à colheita (PCol), produtividade ton/ha (PROD), área foliar total (AF) e índice de área foliar (IAF) em função das densidades de plantio no primeiro ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.



4.2 CICLO 2

Os resultados para as variáveis diâmetro do pseudocaule no colo (\emptyset_s), diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo ($\emptyset_{0,3}$) e diâmetro do pseudocaule a 1 m do solo (\emptyset_1) sugerem que as densidades apresentaram significância a 1% ($P < 0,01$), já

na variável altura de planta (ALT), as densidades não foram significativas. Todas as variáveis foram significativas no que se refere ao delineamento em blocos ao acaso (Tabela 12).

Tabela 12- Resumo da análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação, média das densidades com análise de regressão para as variáveis altura de planta (ALT), diâmetro do pseudocaule no colo (\emptyset_s), diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo ($\emptyset_{0,3}$) e diâmetro do pseudocaule a 1 m do solo (\emptyset_1) no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.

FV	GL	ALT (m)	\emptyset_s (cm)	$\emptyset_{0,3}$ (cm)	\emptyset_1 (cm)
Quadrado Médio					
Densidades	4	0,08 ^{ns}	115,33 ^{**}	91,37 ^{**}	54,81 ^{**}
Bloco	4	0,56 ^{**}	16,55 ^{**}	20,14 [*]	16,29 ^{**}
Erro	141	0,08	4,81	7,07	4,26
Média Geral		3,78	26,87	23,31	18,17
CV (%)		7,29	8,16	11,41	11,36
Densidades		Médias			
	T ₀	3,77	28,98	25,38	19,60
	T ₁	3,84	28,28	24,19	19,26
	T ₂	3,83	27,44	23,88	18,48
	T ₃	3,75	25,22	22,03	16,83
	T ₄	3,72	24,44	21,04	16,69
Regressão		Quadrado Médio			
	Linear	0,19 ^{ns}	453,65 ^{**}	355,3 ^{**}	207,59 ^{**}
	Quadrática	0,04 ^{ns}	7,48 ^{ns}	3,37 ^{ns}	10,20 ^{ns}
	Desvio	0,04 ^{ns}	0,11 ^{ns}	3,39 ^{ns}	0,72 ^{ns}

^{**}, ^{*} e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

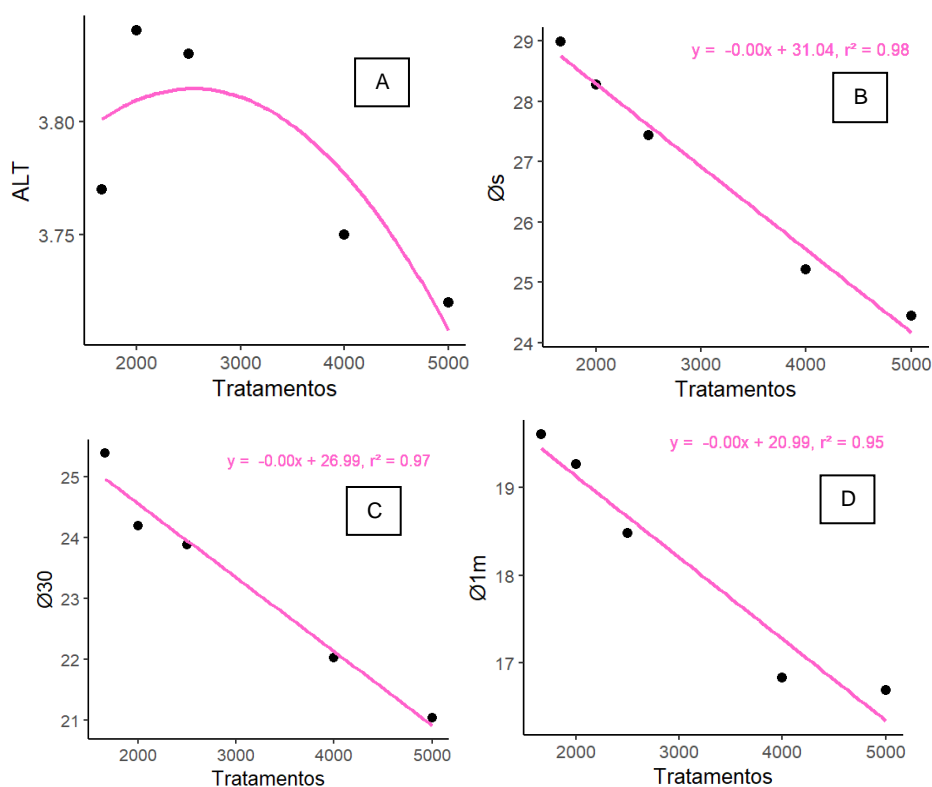
Para a variável ALT verifica-se que a menor média foi obtida em T₄ (3,72 m) e a maior em T₁ (3,84 m), intervalo de medidas de acordo com o porte do cultivar 'Maçã'. Ressalta-se que, assim como nos estudos conduzidos por Arantes *et al.* (2017) e Magalhães *et al.* (2020), independente do cultivar de banana, e, aqui, da densidade de plantio, no segundo ciclo de produção as bananeiras apresentam porte mais elevado que no primeiro ciclo, sendo explicado pelo esforço das plantas em busca da luz como fonte de energia para o processo de fotossíntese, para seu crescimento e desenvolvimento, assim como para se adaptarem às condições ambientais (Sánchez Torres; Mira Castillo, 2013). Nenhuma regressão foi significativa, o que significa que neste estudo, o modelo se ajustou aos dados amostrados (Figura 13A).

Para as variáveis \emptyset_s , $\emptyset_{0,3}$ e \emptyset_1 m tem-se que as maiores e menores médias foram, persistentemente, encontradas em T₀ (28,98 cm, 25,38 cm e 19,60 cm) e T₄ (24,44 cm, 21,04 cm e 16,69 cm), respectivamente, tendo as regressões lineares

correspondentes apresentadas significância e bons ajustes (Figura 13B, Figura 13C e Figura 13D).

Ressalta-se que, avaliando os tratamentos ao longo dos dois períodos, T₃ apresentou redução das 3 medidas no segundo ciclo e T₄ nas distâncias a 30 cm e 1m do solo, o que deve ser considerado para ciclos futuros, uma vez que pode comprometer as colheitas por susceptibilidade da planta ao rompimento do pseudocaule pela ação do vento ou até mesmo do peso do cacho, como é de conhecimento, de acordo com Silva *et al.* (1997), maiores diâmetros do pseudocaule proporcionam às plantas maior vigor e capacidade de sustentação do cacho. Desta forma, neste segundo ciclo da bananeira, os dados demonstraram o comportamento inversamente proporcional, ou seja, as altas densidades provocaram redução do diâmetro do pseudocaule à medida que suas aferições vão se distanciando do colo da planta.

Figura 13- Médias da altura de planta (ALT), diâmetro do pseudocaule no colo (\emptyset_s), diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo ($\emptyset_{0,3}$) e diâmetro do pseudocaule a 1 m do solo (\emptyset_{1m}) em função das densidades de plantio no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.



Os resultados da análise de variância (ANAVA) sugerem que para a variáveis número de folhas vivas no florescimento (NFF), as densidades não foram

significativas, já para as demais variáveis, número de folhas vivas na colheita (NFC), peso de cacho (PC), peso de pencas (PP) e número de pencas (NPEN) as densidades apresentaram significância a 1% ($P < 0,01$). Todas as variáveis, com exceção de número de folhas vivas na colheita (NFC), foram significativas no que se refere ao delineamento em blocos ao acaso (Tabela 13).

Tabela 13- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis, número de folhas vivas no florescimento (NFF), número de folhas vivas na colheita (NFC), peso de cacho (PC), peso de pencas (PP) e número de pencas (NPEN) no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.

FV	GL	NFF (unid.)	NFC (unid.)	PC (kg)	PP (kg)	NPEN (unid.)
Quadrado Médio						
Densidades	4	21,91 ^{ns}	53,52 ^{**}	206,42 ^{**}	183,97 ^{**}	13,87 ^{**}
Bloco	4	2,14 ^{**}	1,98 ^{ns}	45,82 ^{**}	42,64 ^{**}	1,89 [*]
Erro	141	2,52	2,14	6,38	5,94	0,63
Média Geral		11,21	6,90	11,93	11,48	6,34
CV (%)		14,15	21,19	21,17	21,23	12,50
Densidades		Médias				
T ₀		12,53	8,77	15,02	14,40	7,07
T ₁		11,60	7,40	13,29	12,72	6,87
T ₂		10,83	7,10	12,33	11,86	6,50
T ₃		10,50	5,80	10,95	10,62	5,73
T ₄		10,60	5,43	8,06	7,80	5,53
Regressão		Quadrado Médio				
Linear		56,80 ^{**}	189,72 ^{**}	776,37 ^{**}	686,97 ^{**}	53,88 ^{**}
Quadrática		24,80 ^{**}	14,69 ^{**}	0,06 ^{ns}	0,28 ^{ns}	1,54 ^{ns}
Desvio		3,02 ^{ns}	4,83 ^{ns}	24,63 [*]	24,31 [*]	0,04 ^{ns}

^{**}, ^{*} e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

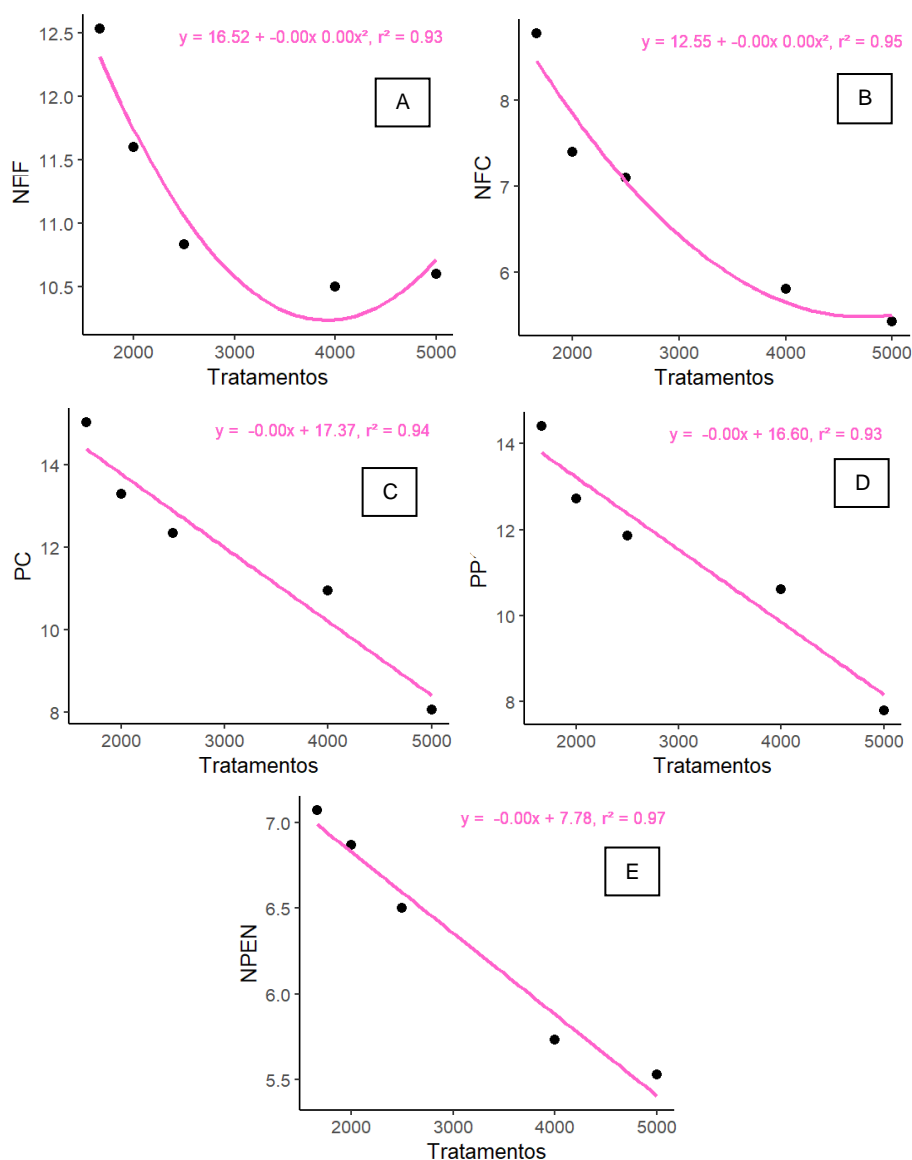
Ressalta-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para NFF e, tanto a regressão linear quanto a regressão quadrática foram significativas, entretanto, a quadrática apresentou melhor ajuste ($R^2=93\%$). Além disso, nota-se que com o modelo quadrático é possível ter uma estimativa do valor mínimo para NFF, ponto crítico de aproximadamente 10,67, quando avaliado sob efeito da densidade de plantio (Figura 14A). Quanto à variável NFC, ambas as regressões apresentaram significância, no entanto, a quadrática apresentou melhor ajuste ($R^2=95\%$) e o ponto crítico mínimo foi de aproximadamente 5,62 (Figura 14B). Nas condições locais e para este segundo ciclo de produção, o efeito dos tratamentos nos parâmetros NFF e NFC, mostraram que à medida que elevou a densidade de plantas, diminuiu os respectivos números de folhas, bem como que plantas submetidas aos menores estandes, como T₀, T₁ e T₂ (1666, 2000 e 2500 plantas por hectare, respectivamente), conseguiram conservar, nesta ordem, 69,99%, 63,79% e 65,56%

das suas folhagens até a colheita, já em densidades elevadas, T₃ e T₄, (4000 e 5000 plantas por hectare), a perda de folhas foi da ordem de 44,76% e 48,77%, respectivamente. Em bananal de cultivar 'Maçã' em espaçamento convencional, avaliado por Arantes *et al.* (2017), ao final do segundo ciclo de produção, as plantas mantiveram em média 68,50% das folhas no momento da colheita. A perda de folhas pela bananeira está associada a diversos fatores, entre eles, o envelhecimento biológico, processo natural e presente em plantas durante todo o seu ciclo, muito embora, nas condições locais, mostrou-se clara a predisposição de bananais adensados à senescência prematura, provavelmente devido às alterações no metabolismo das plantas, acarretada pela limitação de luz imposta pelo tratamento. Quando comparado o NFF e NFC entre os dois ciclos, constatou-se que houve uma diminuição do número de folhas ao longo do tempo, independente da densidade utilizada, bem como do cultivar, sendo este resultado corroborado em diversos estudos (Arantes *et al.*, 2017; Magalhães *et al.*, 2020; Swain, Pradhan, Patil, 2020).

Para as variáveis PC (Figura 17) e PP tem-se as maiores e menores médias medidas, respectivamente e repetidamente, na testemunha e no tratamento com maior estande, sendo observado comportamento inversamente proporcional, isto é, tanto o PC como o PP diminuem à medida que incrementa a densidade de plantio, sendo confirmado por ensaios semelhantes em bananais ante diferentes condições edafoclimáticas (Naik *et al.*, 2016; Swain, Pradhan, Patil, 2020; Wasi *et al.*, 2021). Para o PC e PP, ambas regressões lineares foram significativas e com bons ajustes ($R^2=94\%$ e $R^2=93\%$, na devida ordem), assim como os respectivos desvios das regressões, portanto, os modelos devem ser considerados com ressalvas (Figura 13C e 13D). Ressalta-se que, quando comparado o comportamento das plantas por tratamento ao longo do período avaliado, observa-se que no segundo ciclo os cachos foram mais pesados que na primeira safra, sendo essa condição confirmada por pesquisas conduzidas com distintas cultivares de bananeiras, em diferentes condições edafoclimáticas e diversos espaçamentos (Silva; Flores; Lima Neto, 2002; Arantes *et al.*, 2017; Swain, Pradhan, Patil 2020), muito embora Arantes *et al.* (2017), não tenham encontrado a estabilização para PC e PP no terceiro ciclo de avaliação, uma vez que o peso do cacho diminuiu, diferentemente do desempenho de outros cultivares.

Para a variável NPEN observa-se que a maior média foi obtida pela menor densidade, T_0 (7,07), assim como o valor mais baixo foi encontrado em T_4 (5,53), equivalente ao tratamento mais adensado. A regressão linear foi significativa com bom ajuste ($R^2=97\%$) sendo o comportamento entre o número de pencas e as densidades inversamente proporcional, em que, conforme aumenta o número de plantas por hectare, o NPEN decresce (Figura 14E), o que é confirmado em pesquisas de densidades de plantio com diferentes cultivares (Swain, Pradhan, Patil 2020; Wasi *et al.*, 2021).

Figura 14- Médias do número de folhas vivas no florescimento (NFF), número de folhas vivas na colheita (NFC), peso de cacho (PC), peso de pencas (PP) e número de pencas (NPEN) em função das densidades de plantio no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.



A performance das plantas por tratamento ao longo do período avaliado mostrou que no segundo ciclo o NPEN aumentou apenas em T₀ (+0,60) e T₁ (+0,37), manteve-se praticamente o mesmo em T₂ (-0,03) e diminuiu em T₃ (-0,54) e T₄ (-0,4), enquanto Wasi *et al.* (2021) avaliando o mesmo caractere em banana ‘Grand Naine’ adensada comparando com o espaçamento normal, no segundo ciclo de produção, verificou que foi perdido entre 1,11 e 1,44 pencas por cacho.

Os resultados da análise de variância (ANAVA) sugerem que para as variáveis número de frutos (NFRU), peso da segunda penca (PP2) e peso do fruto da segunda penca (PFP2) as densidades apresentaram significância a 1% ($P < 0,01$), a exceção foi a variável diâmetro de fruto da segunda penca (\emptyset FP2), que apresentou significância a 5% ($P < 0,05$). Apenas as variáveis PMF e \emptyset FP2 não foram significativas no que se refere ao delineamento em blocos ao acaso (Tabela 14).

Tabela 14- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis número de frutos (NFRU), peso da segunda penca (PP2), peso do fruto da segunda penca (PFP2) e diâmetro de fruto da segunda penca (\emptyset FP2) no segundo ciclo de produção da banana ‘Maçã’ orgânica. Petrolina (PE), 2024.

FV	GL	NFRU	PP2	PFP2	\emptyset FP2
		Quadrado Médio			
Densidades	4	7280,53**	2,12**	2280,58**	0,29*
Bloco	4	1126,97*	0,94**	524,75**	0,19 ^{ns}
Erro	141	255,81	0,15	376,49	0,09
Média Geral		86,30	1,99	128,87	4,14
CV (%)		18,53	19,4	15,06	7,42
Densidades		Médias			
	T ₀	102,87	2,26	137,83	4,28
	T ₁	95,80	2,05	125,00	4,08
	T ₂	92,33	2,10	128,67	4,16
	T ₃	75,47	1,97	136,33	4,17
	T ₄	65,03	1,55	116,50	4,02
Regressão		Quadrado Médio			
	Linear	28941,97**	7,03**	2385,87*	0,48*
	Quadrática	24,04 ^{ns}	0,50 ^{ns}	1108,12 ^{ns}	0,02 ^{ns}
	Desvio	78,06 ^{ns}	0,48*	2814,7**	0,348*

** , * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

Para a variável NFRU tem-se que a maior média foi obtida por T₀ (102,87) e decresceu ao longo dos tratamentos até T₄ (65,03); a regressão linear foi significativa, tendo bom ajuste ($R^2=99\%$), com desempenho do parâmetro NFRU em

função das densidades inversamente proporcional (Figura 14A). Quando comparado o comportamento dos tratamentos ao longo dos 2 ciclos de produção, observa-se que houve incremento do NFRU para T₀ (15,26%), T₁ (9,15%) e T₂ (5,12%), enquanto T₃ (-9,75%) e T₄ (-11,38%) sofreram uma redução em seus valores.

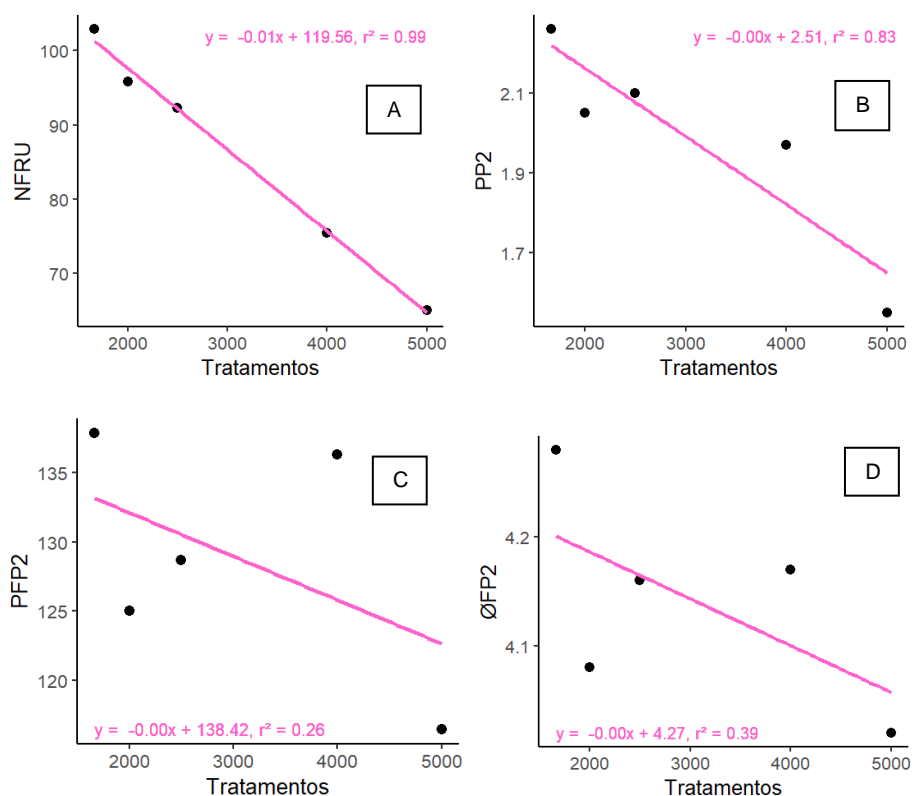
Para a variável PP2 observa-se valor médio máximo apresentado pela testemunha (2,26 kg) e o mínimo pelo tratamento mais adensado, T₄ (1,55 kg), sendo a regressão linear significativa com bom ajuste ($R^2=83\%$) e o desvio da regressão significativo, logo, o modelo deve ser considerado com ressalvas. O comportamento entre peso da segunda penca e o número de plantas por hectare foi inversamente proporcional, ou seja, quando se aumentou o estande de plantas, diminuiu o PP2 (Figura 15B), sendo a mesma tendência observada por Nomura *et al.* (2013) em ensaio de densidade de plantio de bananeira 'Grand Naine', muito embora não tenha apresentado diferença significativa entre os tratamentos. Quando comparados os dois ciclos de produção, observa-se que no segundo ciclo o PP2 aumentou em T₀ (+0,14 kg), T₂ (+0,20 kg) e T₃ (+0,12 kg), manteve-se praticamente o mesmo em T₁ (-0,06 kg) e diminuiu em T₄ (-0,28 kg), enquanto Nomura *et al.* (2013), no segundo ciclo de produção, verificou que todos os tratamentos apresentaram ganho de peso das pencas e Arantes *et al.* (2017), observou que, ao longo de três ciclos da banana 'Maçã' em espaçamento convencional, houve perda de 0,08 kg no segundo ciclo e de 0,20 kg no terceiro ciclo, quando comparados às respectivas colheitas anteriores.

Para a variável PFP2 observa-se que a maior e menor médias foram obtidas pela testemunha (137,83 g) e T₄ (116,50 g), com valores tendendo a diminuir à medida que aumentou a densidade de plantio, a exceção de T₂ (128,67 g) e T₃ (136,33 g); a regressão linear foi significativa, porém não apresentou bom ajuste ($R^2=26\%$), além de que o desvio da regressão foi significativo, sendo importante considerar o modelo com precaução (Figura 15C). Quando o PFP2 foi confrontado nos dois ciclos de produção, observou-se que apenas T₂ e T₃ tiveram aporte em seus valores, respectivamente, 0,17 g e 11,4 g, os demais tratamentos, T₀, T₁ e T₄, tiveram redução no PFP2 iguais a -2,34 g, -7,5 g e -22,17 g, nessa ordem. É sabido que o enchimento ou peso dos frutos está correlacionado ao número de folhas vivas na colheita (Lima *et al.*, 2005), logo, espera-se que o tratamento que apresentar maiores valores nestes parâmetros teria melhor peso de cacho, entretanto T₃, apresentou o segundo menor número de folhas na colheita, ou seja, 5,8 unidades, mas o segundo

maior peso de fruto, 136,33 g e o resultado, segundo menor peso de cacho, uma exceção.

Para a variável ØFP2 observa-se que a maior média foi obtida pela testemunha (4,28 cm) e a menor por T₄ (4,02 cm), sendo a regressão linear significativa, apesar de não ter apresentado bom ajuste ($R^2=39\%$), além de que o desvio da regressão foi significativo, devendo considerar o modelo com ressalvas (Figura 15D). Quando confrontados os resultados do ØFP2 nos dois períodos de produção, observa-se que, com exceção da testemunha, todos os tratamentos tiveram um decréscimo no diâmetro do fruto no segundo ciclo de produção, presumivelmente o aumento da densidade de plantio afetou os valores deste caractere quando comparadas os dois ciclos, sendo observado por Magalhaes *et al.* (2020), mesmo comportamento em ‘Prata Anã’ quando submetida a diferentes densidades de plantio e déficit hídrico.

Figura 15- Médias do peso da segunda penca (PP2), número de frutos (NFRU), peso médio dos frutos (PMF), peso do fruto da segunda penca (PFP2) e diâmetro de fruto da segunda penca (ØFP2) em função das densidades de plantio no segundo ciclo de produção da banana ‘Maçã’ orgânica. Petrolina (PE), 2024.



Os resultados de ØFP2 aqui levantados, mesmo inferiores aos encontrados no primeiro ciclo, superaram os valores obtidos por Gerônimo (2020) em seu trabalho com banana ‘Maçã’ orgânica e possibilitam a melhor classificação de qualidade dos frutos para a comercialização, como categoria “extra” (PBMH; PIF, 2006).

Os resultados da análise de variância (ANAVA) sugerem que para as variáveis comprimento interno de fruto da segunda penca (CIFP2), comprimento externo de fruto da segunda penca (CEFP2), as densidades apresentaram significância a 5% ($P < 0,05$), já para as variáveis peso da ráquis (PR), comprimento do engaço (CE), diâmetro do engaço (ØE) apresentaram significância a 1% ($P < 0,01$). Apenas as variáveis CIFP2 e CEFP2 foram significativas no que se refere ao delineamento em blocos ao acaso (Tabela 15).

Tabela 15- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis comprimento interno de fruto da segunda penca (CIFP2), comprimento externo de fruto da segunda penca (CEFP2), peso da ráquis (PR), comprimento do engaço (CE) e diâmetro do engaço (ØE) no segundo ciclo de produção da banana ‘Maçã’ orgânica. Petrolina (PE), 2024.

FV	GL	CIFP2 (cm)	CEFP2 (cm)	PR (cm)	CE (cm)	ØE (cm)
Quadrado Médio						
Densidades	4	4,30*	4,16*	1,72**	2384,89**	10,02**
Bloco	4	5,23**	6,06**	0,06 ^{ns}	86,21 ^{ns}	0,41 ^{ns}
Erro	141	1,36	1,31	0,04	107,21	0,18
Média Geral		10,90	15,59	0,72	52,97	4,77
CV (%)		10,70	7,35	29,55	19,55	8,97
		Médias				
Densidades						
T ₀		11,30	16,02	0,93	40,35	5,36
T ₁		10,50	15,57	0,95	64,73	5,15
T ₂		11,01	15,63	0,76	55,16	4,98
T ₃		11,19	15,74	0,53	54,99	4,34
T ₄		10,51	15,00	0,41	49,60	3,99
		Quadrado Médio				
Regressão						
Linear		1,73 ^{ns}	9,49**	6,68**	2,04 ^{ns}	39,97**
Quadrática		1,53 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,05 ^{ns}	2716,32**	0,06 ^{ns}
Desvio		6,98*	3,02 ^{ns}	0,07 ^{ns}	3410,61**	0,03 ^{ns}

** , * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

Para a variável comprimento interno do fruto da segunda penca (CIFP2) tem-se que a maior e menor médias foram obtidas pela testemunha (11,30cm) e por T₁ (10,50cm) e nenhum dos modelos de regressão foram significativos (Figura 16A). Para a variável comprimento externo do fruto da segunda penca (CEFP2) observa-se que a maior média foi alcançada por T₀ (16,02cm) e a menor por T₄ (15,00cm), sendo a regressão linear significativa, muito embora não tenha apresentado bom ajuste ($R^2=58\%$), entretanto, nota-se que o comportamento entre as densidades e a variável

é inversamente proporcional (Figura 16B). Ambas as variáveis revelaram reduções em suas medidas neste segundo ciclo de produção, entretanto Silva, Flores e Lima Neto (2002), avaliando diferentes genótipos durante dois ciclos, encontraram variação na resposta, ou seja, alguns cultivares apresentaram frutos mais compridos (CEFP2) na primeira safra e outros obtiveram esse aumento no segundo ciclo, o que corroborou com os resultados obtidos por Nomura (2013), avaliando efeito de densidades de plantio em banana 'Grand Naine'.

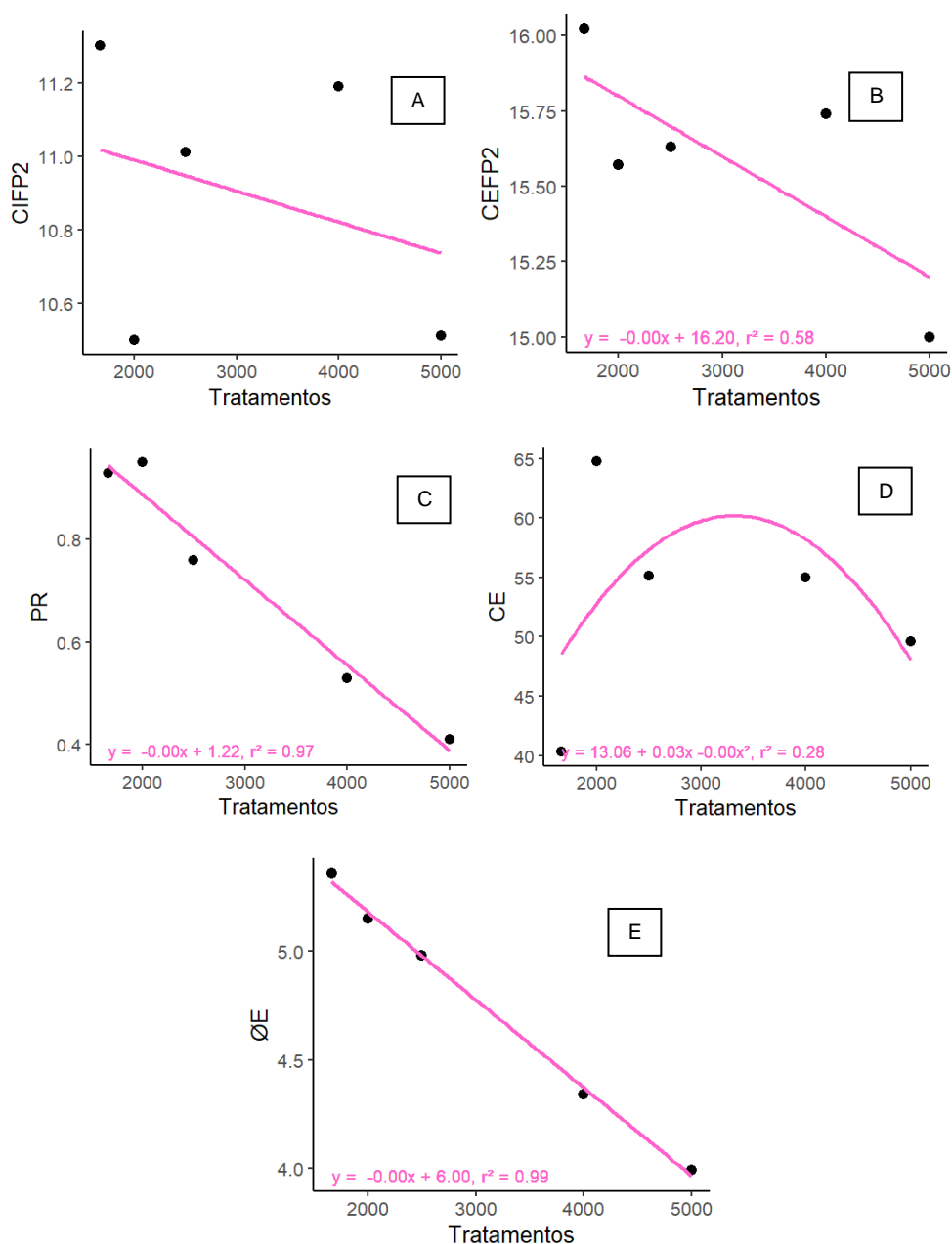
Ressalta-se que durante o período avaliado todos os tratamentos apresentaram diâmetro do fruto da segunda penca em calibre superior à categoria "extra" (32mm), bem como comprimento externo do fruto conforme o padronizado para o cultivar, ou seja, classe 15, com medidas variando entre 15cm e 18cm de acordo com a classificação para banana 'Maçã' do PBMH e PIF (2006). De acordo com os resultados conclui-se que independente da densidade de plantio, a qualidade dos frutos atendeu à demanda de mercado, inclusive oferta um produto de qualidade superior.

Quanto à variável peso da ráquis (PR) observa-se que a maior e menor médias foram obtidas por T₁ (0,95 kg) e T₄ (0,41 kg), respectivamente, sendo a regressão linear significativa, com bom ajuste ($R^2=97\%$), e comportamento inversamente proporcional (Figura 16C), ou seja, à medida que aumenta a densidade de plantio, diminui o peso da ráquis. Quando comparados os dois períodos de produção, observa-se que houve aumento no PR dos tratamentos T₀ (+0,04 kg) e T₁ (+0,08 kg), e redução para T₂ (-0,04 kg), T₃ (-0,13 kg) e T₄ (-0,10 kg), o que, embora valores mínimos, parece haver relação entre este caractere, peso de cacho e número de frutos.

Para a variável CE nota-se que a menor e maior médias, respectivamente, foram apresentadas por T₀ (40,35 cm) e T₁ (64,73 cm), tendo a regressão quadrática apresentado significância, porém não se ajustou bem aos dados ($R^2=28\%$), além de que o desvio de regressão foi significativo, logo deve-se ter cautela com a utilização do modelo (Figura 16D).

Para a variável ØE observa-se que a maior média (5,36 cm) foi obtida pela testemunha, a regressão linear foi a que apresentou significância, com bom ajuste ($R^2=99\%$), e o comportamento inversamente proporcional, ou seja, conforme as densidades aumentam, o diâmetro do engaço diminui (Figura 16E).

Figura 16- Médias do comprimento interno de fruto da segunda penca (CIFP2), comprimento externo de fruto da segunda penca (CEFP2), peso da ráquis (PR), comprimento do engaço (CE) e diâmetro do engaço (ØE) em função das densidades de plantio no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.



Apenas T₀ e T₄ apresentaram menor CE e T₁ teve incremento de 16,41 cm, quando comparado ao primeiro ciclo de produção; no que se refere ao ØE, com exceção de T₀, todos os tratamentos diminuíram entre 0,13 cm e 0,61 cm, e divergem dos resultados encontrados no segundo ciclo de produção de diferentes genótipos, entre eles YB42-03 e YB42-47, que apresentaram medidas superiores às encontradas no ciclo anterior, acompanhando também maior peso do cacho (Roque *et al.*, 2014).

Possivelmente, os resultados deste trabalho estejam relacionados ao próprio genótipo 'Maçã' estudado, ao efeito das densidades, e/ou a fatores ambientais, entretanto nenhuma redução das medidas CE e ØE comprometeu a capacidade de suporte do peso do cacho pela planta.

Os resultados da análise de variância (ANAVA) sugerem que para as variáveis intervalo entre início do ciclo 2 e sua floração (PF), início do ciclo 2 e colheita (PCol), produtividade (PROD), área foliar total (AF) e índice de área foliar (IAF), as densidades apresentaram significância a 1% ($P < 0,01$), porém não foi significativa para a variável intervalo do florescimento à colheita (FC), não havendo diferença entre os diferentes tratamentos. Apenas a variável PROD apresentou significância no que se refere ao delineamento em blocos ao acaso (Tabela 16).

Tabela 16- Análise de variância, médias gerais, coeficientes de variação e análise de regressão para as variáveis intervalo entre início do ciclo 2 e sua floração (PF), intervalo do florescimento à colheita (FC), número de dias do início do ciclo 2 à colheita (PCol), produtividade (PROD), área foliar total (AF) e índice de área foliar (IAF) no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.

FV	GL	PF (dias)	FC (dias)	PCol (dias)	PROD (t ha ⁻¹)	AF m ²	IAF m ² m ⁻²
Quadrado Médio							
Densidades	4	133399,3**	991,6 ^{ns}	153838,7**	2033,2**	103,55**	0,79**
Bloco	4	6305,7 ^{ns}	844,6 ^{ns}	5424,5 ^{ns}	331,2**	6,42 ^{ns}	15,15 ^{ns}
Erro	141	2809,8	898,7	3867,1	61,75	4,62	0,41
Média Geral		323,63	118,97	442,60	32,11	9,42	2,65
CV (%)		16,38	25,20	14,05	24,47	22,81	24,15
Densidades		Médias					
T ₀		236,50	114,50	351,00	23,99	11,68	1,95
T ₁		285,10	115,73	400,83	25,44	10,68	2,14
T ₂		318,00	115,67	433,67	29,65	9,44	2,36
T ₃		383,90	120,57	504,47	42,48	8,32	3,33
T ₄		394,67	128,37	523,03	38,98	6,99	3,50
Regressão		Quadrado Médio					
Linear		484326,17**	3649,24*	572056,8**	6859,38**	392,05**	58,89**
Quadrática		44465,51**	282,98 ^{ns}	37653,9**	850,80**	8,00 ^{ns}	0,93 ^{ns}
Desvio		2402,79 ^{ns}	17,12 ^{ns}	2821,9 ^{ns}	211,27*	4,62 ^{ns}	0,40 ^{ns}

** , * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

Para a variável PF tem-se que a menor e maior médias, respectivamente, foram encontradas em T₀, aos 236,50 dias e T₄, aos 394,67 dias, sendo observado que à medida que a densidade de plantas aumentou, o intervalo entre o início do segundo ciclo e a floração, foi ampliado. A regressão apresentou significância, no entanto, a quadrática foi a que obteve melhor ajuste ($R^2=99\%$) sendo possível ter uma estimativa do valor máximo para PF, ou ponto crítico, de aproximadamente 389,29 dias (Figura 17A). A floração precoce da testemunha quando comparada aos outros

tratamentos pode ser atribuída à maior exposição da superfície foliar à luz, maior quantidade de folhas e maior área foliar da planta, redundando em melhor atividade fotossintética, o que aumentou o metabolismo da planta antecipando sua maturidade fisiológica e floração.

Para a variável FC, observa-se uma diferença de 13,86 dias entre o menor intervalo, avaliado em T_0 (114,50 dias) e o maior T_4 (128,37 dias), sendo que a regressão linear apresentou significância, com bom ajuste ($R^2=92\%$), e tem comportamento diretamente proporcional, isto é, à medida em que as densidades aumentam, o intervalo do florescimento à colheita também aumenta (Figura 17B).

Para a variável número de dias do início do ciclo 2 à colheita (PCol), T_0 (351 dias) apresentou a menor média e T_4 (523,03 dias), a maior, caracterizando o ciclo mais longo. As regressões apresentaram significância, no entanto, a quadrática foi a que obteve melhor ajuste ($R^2=99\%$). Além disso, nota-se que com o modelo quadrático é possível ter uma estimativa do valor de máximo para PCol, com ponto crítico, de aproximadamente 513,75 dias, relacionado ao número de plantas por hectare (Figura 17C).

Arantes *et al.* (2017) relataram que as plantas do ciclo 2 da banana 'Maçã' (1333 plantas por hectare) em Guanambi, floresceram aos 162,02 dias após a colheita do ciclo 1, antecipando 74,48 dias em comparação com a testemunha deste experimento, o primeiro tratamento a florescer. Sua colheita foi realizada aos 106,65 dias após a floração e a duração do segundo ciclo foi de 148,03 dias. Os mesmos autores ainda avaliaram o terceiro ciclo que teve uma duração de 230,97 dias. Nos resultados encontrados por Kluge, Scarpere Filho e Victória Filho (1999), em bananeira 'Nanicão', e por Naik *et al.* (2016), em banana 'Grand Naine', ambas adensadas, houve incremento no intervalo entre colheitas, no segundo período de produção, sendo a duração do ciclo nos estandes mais elevados, significativamente superior à testemunha.

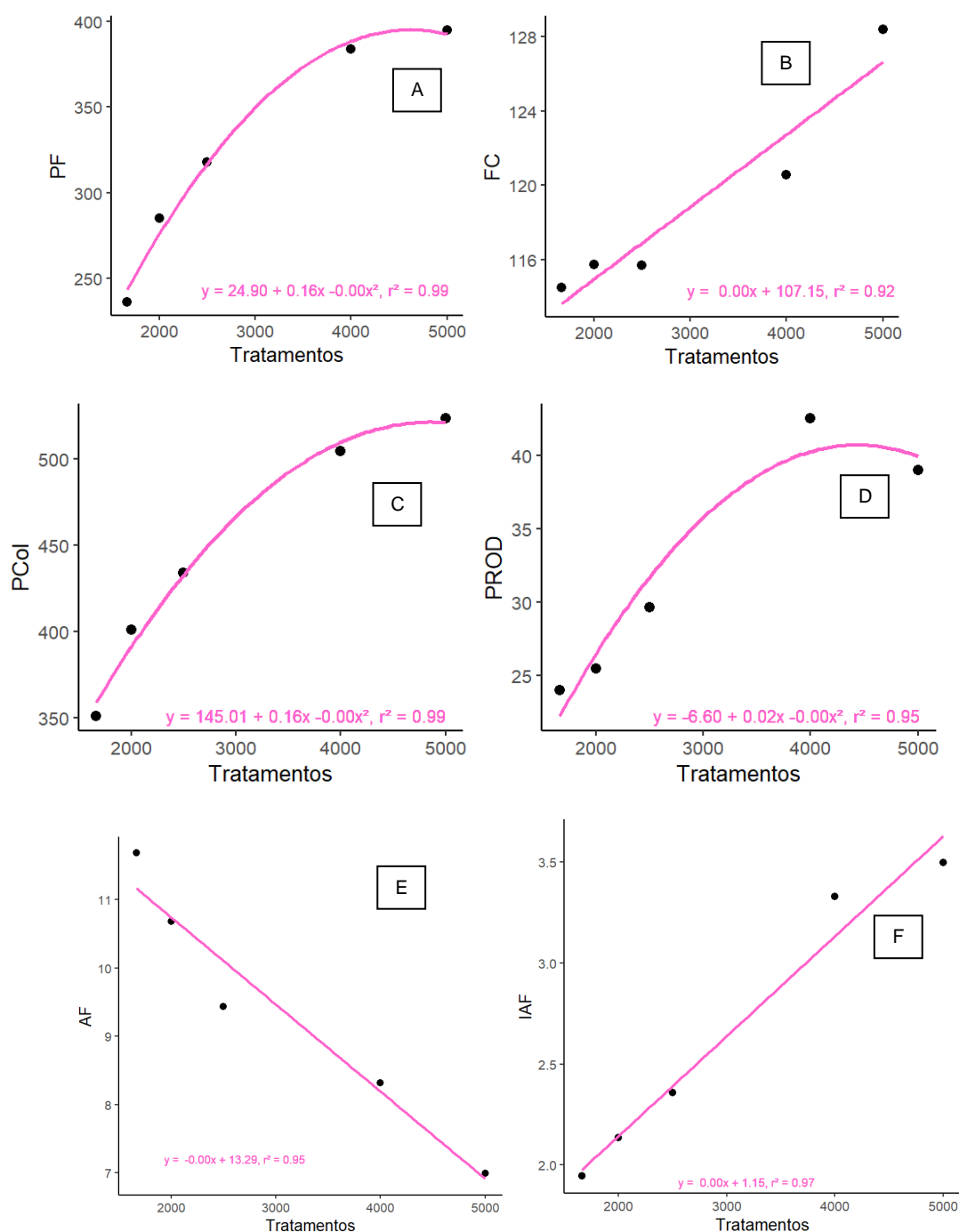
Vários fatores podem interferir no prolongamento do ciclo como tipo de muda utilizado no plantio, sistema de produção e, entre outros, condições ambientais. Belalcázar *et al.* (1991) consideram que a duração prolongada de sistemas de produção de alta densidade poderia ser compensada, entre outras, pela produtividade de até 100%, em 4 a 5 meses, o que poderá incrementar o faturamento.

Diferentemente do primeiro ciclo de produção, quando não houve diferença significativa entre os tratamentos, a variável PROD, no ciclo 2 apresentou menor média para T₀ (23,99 t ha⁻¹) e maior média em T₃ (42,48 t ha⁻¹); as regressões apresentaram significância, no entanto, a quadrática foi a que obteve melhor ajuste (R²=95%), sendo que, com o modelo quadrático, é possível ter uma estimativa do valor máximo para PROD, o ponto crítico, de aproximadamente 40,73 t ha⁻¹, em função do número de plantas por hectare. Ressalta-se que o desvio de regressão foi significativo, portanto, o modelo deve ser utilizado com ressalvas (Figura 17D).

Ainda analisando os dois ciclos de produção, observa-se que a produtividade aumentou no segundo ciclo, assim como nos estudos efetuados por Kluge (1999), com banana 'Nanicão', Magalhães *et al.* (2020), com banana 'Prata Anã' e, entre outros, Wasi *et al.* (2021), com banana 'Grand Naine'. Arantes *et al.* (2017), obteve produtividade de aproximadamente 16 t ha⁻¹ com banana 'Maçã' na densidade de 1333 plantas por hectare. Observou-se uma tendência de produtividade média crescente à medida que aumentou a densidade de plantio até T₃, assim como no primeiro ciclo; provavelmente o limite de adensamento do cultivar Maçã com resposta positiva para produtividade esteja próximo à densidade de 4.000 plantas/ha.

Para a variável área foliar total (AF) tem-se que a maior média foi encontrada com a testemunha (11,68 m²) e a menor média, foi obtida em T₄ (6,99 m²); ambas as regressões apresentaram significância, no entanto, a quadrática foi a que obteve melhor ajuste (R²=95%), e o comportamento entre as densidades e AF é inversamente proporcional (Figura 17E). Para a variável IAF tem-se que a maior média foi encontrada em T₄ (3,50 m² m⁻²), sendo que a regressão linear apresentou significância, com bom ajuste (R²=97%) e comportamento diretamente proporcional (Figura 17F), ou seja, à medida que aumentou o número de plantas por hectare, aumentou também o IAF. Arantes *et al.*, encontraram valores para AF no primeiro e segundo ciclo da ordem de 12,52 m² e 15,83 m², respectivamente e IAF na mesma ordem, com grandezas iguais a 2,09 m² m⁻² e 2,64 m² m⁻², para banana 'Maçã'.

Figura 17- Médias do intervalo entre início do ciclo 2 e sua floração (PF), intervalo do florescimento à colheita (FC), número de dias do início do ciclo 2 à colheita (PCol), produtividade ton/ha (PROD), área foliar total (AF) e índice de área foliar (IAF), em função das densidades de plantio no segundo ciclo de produção da banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2024.



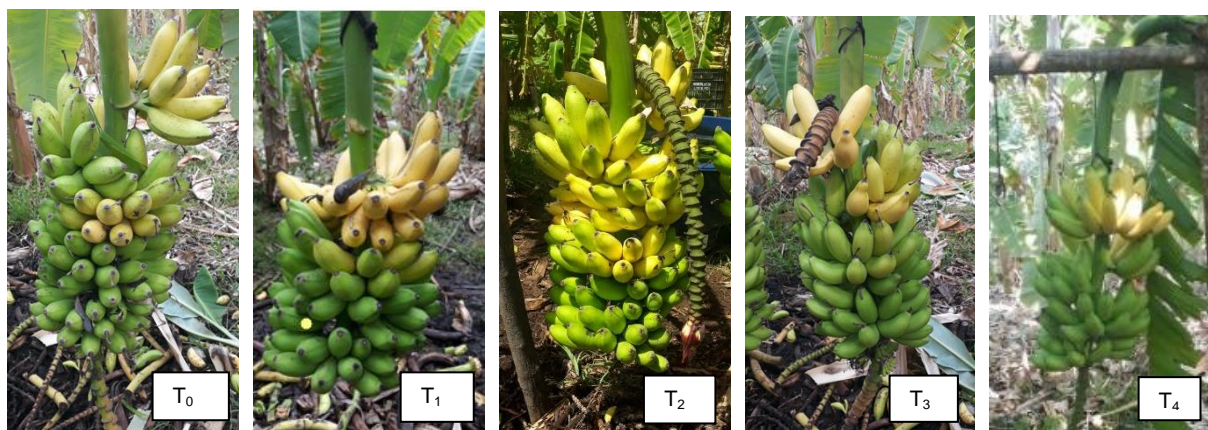
Todavia, para as condições locais, ainda analisando a evolução das plantas ao longo dos ciclos, os tratamentos que conseguiram conservar ao mínimo 63,79% das folhas nas plantas no momento da colheita, também foram aqueles que aumentaram ou ao menos mantiveram o número de pencas e incrementaram o peso dos seus racimos, o que se conclui que a densidade de plantio interferiu

negativamente nos parâmetros número de folhas vivas na colheita, número de frutos, número de pencas, peso da penca e peso do cacho, quando da análise da planta, em particular. Entretanto, mesmo apresentando medidas inferiores para os caracteres anteriormente citados, e segundo maior IAF ($3,33 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$), T_3 apresentou maior PROD ($42,48 \text{ t ha}^{-1}$), mostrando a estreita correlação entre as mesmas. Stover (1984) encontrou IAF eficaz na faixa de 4 a $4,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ para bananas 'Grand Naine' e 'Valery' com mais de 5 anos, na América Central, cujos valores proporcionaram equilíbrio entre as necessidades da população de plantas e da qualidade da copa, e sugeriu que valores abaixo ou acima destes, seriam o reflexo de subpopulação ou sobre população.

Em nenhum dos tratamentos, durante os 2 ciclos de produção, foram identificadas plantas com Foc.

Em agosto de 2021, ocorreu ventos com velocidades mais elevadas que derrubaram, aleatoriamente, 7 e 8 plantas, localizadas na área da bordadura e dentro das linhas onde se encontravam as plantas das leituras dos tratamentos T_3 e T_4 , muito embora não as tenha atingido.

Figura 18- Cachos de banana 'Maçã' orgânica das áreas de diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.



Fonte: a autora, 2024.

4.3 SOLO

De acordo com os resultados das análises não houve diferença significativa entre os tratamentos, para qualquer atributo, nos dois perfis de solo estudados, 0-30 cm ou camada superior do solo e 30-60 cm ou camada inferior do solo, entretanto, observou-se que todos os macroelementos, assim como os microelementos, com

exceção do boro, que não foi avaliado na primeira amostragem, apresentaram queda nos seus respectivos teores no solo. Também foi verificado incremento nas quantidades de C e de MO nos dois perfis, ao longo do período avaliado.

Os resultados das análises de solo nos perfis de 0-30 cm e 30-60 cm apresentaram reduções que variaram entre 0,27% e 3,61% nos valores do pH e 51,46% e 73,20% em relação à condutividade elétrica (CE), quando seus resultados foram comparados aos das análises de solos iniciais (Tabela 17 e Tabela 21). Fernandes *et al.* (2008), em estudos de 10 anos com banana 'Prata Anã' em Janaúba/MG, relataram acréscimos nos valores de pH e CE ao longo dos anos e correlacionaram com a característica da água de irrigação do ensaio, rica em íons carbonatos e bicarbonatos, diferentemente da qualidade da água do rio São Francisco, classificada como C₁S₁, uma água que apresenta baixa salinidade e baixa sodicidade, de boa qualidade e sem oferecer riscos à irrigação (Batista *et al.*, 2016). Godoy *et al.* (2019), acrescentaram a estes resultados, a textura do solo, mais precisamente a fração areia. De acordo como os resultados aqui obtidos, ao final do segundo ciclo, todos os tratamentos apresentaram CE menor que a 1,03 dS.m⁻¹, maior valor nas análises de solos iniciais, o que favoreceu os diferentes bananais, uma vez que solos com CE abaixo de 1 dS.m⁻¹ são ideais para o desenvolvimento da bananeira e acima desse valor, sua produção é comprometida (Silva *et al.*, 2002).

Provavelmente o sistema de manejo orgânico adotado neste trabalho, com uso de adubos naturais como pós de rocha, esterco curtido, composto e calda orgânica, tenham interferido de forma positiva para diminuir os valores de pH e CE, uma vez que são insumos de qualidade química, física e biológica.

Quanto aos resultados dos teores de C nas camadas superior e inferior do solo, nos diferentes tratamentos, os mesmos aumentaram seus valores em no mínimo 132%, quando confrontados com os resultados da análise de solo inicial (Tabela 17 e Tabela 21).

Os teores de C e MO também foram influenciados positivamente em razão do aporte dado pelos restos culturais provenientes das práticas de desfolha, desbrota e eliminação do pseudocaule, além das sobras da inflorescência, após colheita e beneficiamento do cacho, que, deixados sobre o solo ao longo dos ciclos de produção dos tratamentos, foram decompostos e submetidos ao processo de ciclagem de nutrientes. Apesar da elevação dos níveis de MO entre os tratamentos variarem entre

133,71% e 186,79%, nos dois perfis de solo, quando confrontados com os resultados das análises de solo iniciais, neste trabalho, os valores alcançados foram inferiores aos encontrados por Faria (2020), quando avaliou a qualidade do solo sob cultivo de banana nos sistemas orgânico e convencional em Gonçalves/MG, localizado na região de Mata Atlântica.

Muito embora a variação entre os valores da SB e CTC tenha sido baixa no âmbito dos tratamentos (Tabela 17 e Tabela 18), caracterizando a homogeneidade dos resultados, entre as coletas de solo, inicial e final, observa-se uma redução de suas grandezas entre 37,36 a 45,60% nos dois perfis para as duas variáveis, o que é explicado pelas reduções no conteúdo das bases do solo ao longo do período avaliado.

Tabela 17- Análise dos atributos pH, C.E., SB, CTC, V, C e MO da análise de solos na profundidade de 0-30 cm em áreas de banana 'Maçã' orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.

Tratamentos	pH (H ₂ O)	C.E. (dS.m ⁻¹)	SB (cmol _c .dm ⁻³)	CTC (cmol _c .dm ⁻³)	V (%)	C (g.kg ⁻¹)	MO (g.kg ⁻¹)
T ₀	7,28 a	0,350 a	4,460 a	4,460 a	100 a	5,16 a	8,88 a
T ₁	7,20 a	0,414 a	4,618 a	4,618 a	100 a	5,82 a	10,04 a
T ₂	7,36 a	0,364 a	4,486 a	4,486 a	100 a	6,08 a	10,46 a
T ₃	7,38 a	0,438 a	4,672 a	4,672 a	100 a	6,00 a	10,38 a
T ₄	7,36 a	0,500 a	4,680 a	4,680 a	100 a	5,36 a	9,24 a
CV%	1,44	38,38	10,4	10,4	0	24,42	24,62

CV: coeficiente de variação.

Tabela 18- Análise dos atributos pH, C.E., SB, CTC, V, C e MO da análise de solos na profundidade de 30-60 cm em áreas de banana 'Maçã' orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.

Tratamentos	pH (H ₂ O)	C.E. (dS.m ⁻¹)	SB (cmol _c .dm ⁻³)	CTC (cmol _c .dm ⁻³)	V (%)	C (g.kg ⁻¹)	MO (g.kg ⁻¹)
T ₀	7,06 a	0,294 a	3,748 a	3,748 a	100 a	2,94 a	8,88 a
T ₁	7,06 a	0,314 a	4,316 a	4,516 a	95,6 a	2,72 a	10,04 a
T ₂	7,08 a	0,260 a	4,216 a	4,282 a	98,2 a	3,08 a	10,46 a
T ₃	7,12 a	0,336 a	4,198 a	4,364 a	95,8 a	3,32 a	10,38 a
T ₄	6,94 a	0,332 a	3,766 a	4,160 a	93 a	2,64 a	9,24 a
CV%	2,89	40,01	17,49	14,69	6,53	40,35	24,62

No que tange às bases, nas duas camadas de solo, apesar de não haver diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 19 e Tabela 20), houve reduções de seus valores quando confrontados estes resultados com a análise de solo do início do ensaio, sendo que os níveis de K⁺² trocável, que inicialmente eram classificados como alto, passaram à categoria intermediária baixa (Borges *et al.*, 2002). Este fato pode ser entendido devido ao fato de que o potássio é o elemento mais absorvido e exportado pela bananeira, apesar de que também é o mais restituído ao solo (Borges; Silva, 2000; Borges, 2004; Soares *et al.*, 2008).

Os teores iniciais de Ca^{+2} e Mg^{+2} , foram um pouco mais elevados que os valores de referência, ou seja, 2,5 a 4,8 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e 0,6 a 1,2 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, respectivamente (BORGES *et al.*, 2016) e sofreram reduções ao final do segundo ciclo (Tabela 19 e Tabela 20), quando comparados aos resultados da análise de solo inicial, nos dois perfis, da ordem de 32,83% a 44,17% e 26,66% a 56,47%, respectivamente, sendo corroborado pelos resultados de Borges e Silva (2000), Borges (2004) e Soares *et al.* (2008), que estudando as exigências nutricionais de bananas ‘Terra’, ‘Prata Anã’ e ‘Grand Naine’, afirmaram que, para estes elementos, os totais de nutrientes exportados pelos referidos cultivares foi maior para o Ca, seguido do Mg. Ressalta-se que, muito embora as exigências nutricionais entre os cultivares sejam diferentes, apresentaram o mesmo padrão de demanda ou preferência pelo elemento.

Observa-se a diminuição nos teores de Na^{+2} nas duas camadas de solo analisadas (Tabela 19 e Tabela 20), variando entre 33,60% e 53,33%, quando conferidos com os resultados das análises de solo iniciais, o que mostra ser satisfatório, uma vez que o bananal se encontra em região Semiárida, onde frequentemente os processos de salinização e sodificação do solo são acelerados pela irrigação e drenagem ineficientes, constituindo um dos fatores limitantes da produção agrícola, como relatado por Cordeiro (2000).

Para o elemento P, os níveis nos solos reduziram entre 60,79% e 73,49%, nos dois perfis quando comparados com os resultados das análises de solos iniciais, entretanto os valores obtidos no final do segundo ciclo dos tratamentos ainda se encontram acima da faixa adequada para a cultura da bananeira, ou seja, entre 16 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$ e 30 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$, de acordo com Borges *et al.* (2016).

Tabela 19- Análise dos atributos Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+2} , P, Al^{+3} e H+Al da análise de solos na profundidade de 0-30 cm em áreas de banana ‘Maçã’ orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.

Tratamen- tos	Ca^{+2} ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	Mg^{+2} ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	Na^{+2} ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	K^{+2} ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	P ($\text{mg}.\text{dm}^{-3}$)	Al^{+3} ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	H+Al ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)
T ₀	3,30 a	0,76 a	0,122 a	0,258 a	75,200 a	0,00 a	0,00 a
T ₁	3,46 a	0,80 a	0,136 a	0,230 a	63,238 a	0,00 a	0,00 a
T ₂	3,40 a	0,74 a	0,098 a	0,236 a	82,744 a	0,00 a	0,00 a
T ₃	3,56 a	0,74 a	0,114 a	0,234 a	58,238 a	0,00 a	0,00 a
T ₄	3,48 a	0,84 a	0,114 a	0,256 a	56,242 a	0,00 a	0,00 a
CV%	10,49	20,13	35,62	22,45	33,5	0	0

Tabela 20- Análise dos atributos Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+2} , P, Al^{+3} e H+Al da análise de solos na profundidade de 30-60 cm em áreas de banana 'Maçã' orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.

Tratamen- tos	Ca^{+2} ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$)	Mg^{+2} ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$)	Na^{+2} ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$)	K^{+2} ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$)	P ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$)	Al^{+3} ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$)	H+Al ($\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$)
T ₀	2,68 a	0,70 a	0,122 a	0,224 a	27,086 a	0,00 a	0,000 a
T ₁	3,08 a	0,88 a	0,166 a	0,198 a	22,798 a	0,00 a	0,200 a
T ₂	3,04 a	0,80 a	0,132 a	0,222 a	31,882 a	0,00 a	0,066 a
T ₃	3,12 a	0,78 a	0,126 a	0,184 a	23,074 a	0,00 a	0,166 a
T ₄	2,68 a	0,74 a	0,132 a	0,232 a	27,228 a	0,00 a	0,398 a
CV%	19,39	23,47	32,90	23,02	52,40	0	154,11

Devido ao rearranjo das bases no solo ao final do segundo ciclo de produção quando confrontados aos resultados iniciais, a saturação por Ca foi maior, já por K e Mg (Tabela 21 e Tabela 22) foram reduzidas, entretanto, os valores alcançados começam a se distanciar dos adequados para a cultura da bananeira, que, respectivamente para K, Ca e Mg deveriam corresponder a 10%, 70% e 20% da saturação por bases (Borges; Santos; Santos, 2012). Borges, Santos e Santos (2012) relataram alterações nas relações entre bases trocáveis, em estudo com bananeiras tipo 'Prata' em sistema orgânico de produção, afetando suas respectivas saturações.

Tabela 21- Análise dos componentes SAT. Ca^{+2} , SAT. Mg^{+2} , SAT. Na^{+2} e SAT. K^{+2} da análise de solos na profundidade de 0-30 cm em áreas de banana 'Maçã' orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.

Tratamentos	SAT. Ca^{+2} (%)	SAT. Mg^{+2} (%)	SAT. Na^{+2} (%)	SAT. K^{+2} (%)
T ₀	74,14 a	17,36 a	2,74 a	5,76 a
T ₁	74,78 a	17,22 a	2,98 a	5,00 a
T ₂	75,94 a	16,56 a	2,24 a	5,22 a
T ₃	77,00 a	15,54 a	2,42 a	5,06 a
T ₄	74,14 a	17,82 a	2,50 a	5,52 a
CV%	3,2	11,84	38,43	24,57

Tabela 22- Análise dos componentes SAT. Ca^{+2} , SAT. Mg^{+2} , SAT. Na^{+2} e SAT. K^{+2} da análise de solos na profundidade de 30-60 cm em áreas de banana 'Maçã' orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.

Tratamentos	SAT. Ca^{+2} (%)	SAT. Mg^{+2} (%)	SAT. Na^{+2} (%)	SAT. K^{+2} (%)
T ₀	71,78 a	18,94 a	3,36 a	5,98 a
T ₁	68,46 a	18,88 a	3,76 a	4,44 a
T ₂	70,94 a	18,92 a	3,12 a	5,30 a
T ₃	70,92 a	17,60 a	2,94 a	4,30 a
T ₄	64,36 a	17,26 a	3,18 a	5,52 a
CV%	9,25	12,20	37,97	23,08

Entre os micronutrientes, nos dois ciclos avaliados, e nos dois perfis estudados, as maiores reduções, em ordem decrescente, ocorreram nos teores de Zn,

Fe, Cu e Mn (Tabela 23 e Tabela 24) e, quando comparadas com as recomendações médias para a cultura da bananeira, mostraram-se abaixo dos valores adequados (Borges, 2004). Quanto ao boro, apenas T₂ apresentou valores ajustados nas duas camadas do solo.

Apesar dos oligoelementos apresentarem valores não satisfatórios ao final do segundo ciclo e a saturação por bases estar acima de 80%, a diagnose visual mostrou apenas deficiência de boro e somente nos frutos da banana 'Maçã', colhidos no período de setembro e outubro de 2022, naqueles cachos com mais de 12 kg, o que parece estar relacionado com a maior demanda da planta para suprir as necessidades em formar seu fruto.

Tabela 23- Análise dos componentes Cu, Fe, Mn, Zn e B da análise de solos na profundidade de 0-30 cm em áreas de banana 'Maçã' orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.

Tratamentos	Cu	Fe	Mn	Zn	B
T ₀	0,82 a	49,04 a	52,72 a	9,28 a	2,070 a
T ₁	0,78 a	48,26 a	57,98 a	10,76 a	1,896 a
T ₂	0,74 a	44,30 a	61,68 a	13,20 a	2,074 a
T ₃	0,76 a	49,30 a	52,96 a	8,86 a	1,848 a
T ₄	0,76 a	56,98 a	64,18 a	8,98 a	1,842 a
CV%	35,79	18,15	12,17	27,03	18,91

Tabela 24- Análise dos componentes Cu, Fe, Mn, Zn e B da análise de solos na profundidade de 30-60 cm em áreas de banana 'Maçã' orgânica sob diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.

Tratamentos	Cu	Fe	Mn	Zn	B
T ₀	0,68 a	68,08 a	43,08 a	5,78 a	1,406 a
T ₁	0,90 a	60,72 a	49,98 a	8,44 a	1,450 a
T ₂	0,88 a	60,60 a	47,84 a	9,48 a	2,070 a
T ₃	0,82 a	64,66 a	45,98 a	8,94 a	1,550 a
T ₄	0,74 a	59,38 a	43,80 a	6,62 a	1,312 a
CV%	29,08	28,51	23,35	51,03	26,93

Muito embora a faixa de pH recomendada para o bom desenvolvimento da bananeira esteja entre 6,0 e 6,5 (Borges *et al.*, 2016), bem como os teores de nutrientes tenham diminuído ao final do segundo ciclo de produção, não foram visualizados sintomas de deficiência nutricional nas plantas, e a produtividade dos diferentes tratamentos, no segundo ciclo, foi superior àquelas encontradas por Silva, Santos-Serejo e Cordeiro (2004) e Arantes *et al.* (2018).

4.4 BIOANÁLISE DE SOLO

De acordo com Adetunji *et al* (2017), as enzimas do solo catalisam e contribuem para a decomposição e a ciclagem de nutrientes, são integrativas, de fácil

medição e respondem às mudanças no manejo do solo muito antes que outras alterações nos indicadores de qualidade do solo sejam detectáveis. Os autores citam também que a atividade enzimática pode ser influenciada pela profundidade e tipo de solo, temperatura, umidade, pH, qualidade e quantidade de substrato disponível, bem como o manejo dispensado.

Os resultados médios das bioanálises de solos não apresentaram diferença significativa para qualquer tratamento, em nenhum atributo (Tabela 25), contudo houve incremento nos valores quando confrontados com a BioAs inicial, assim como estão respaldados pelo também acréscimo da MO no solo, ao longo do período avaliado, nas diferentes áreas (Tabela 17). A atividade da enzima β -glicosidase teve variação entre 294,03% a 389,53%, já a arilsulfatase variou entre 131,93% a 163,83%, quando comparadas aos resultados iniciais.

Brandão *et al.* (2022), encontraram maior atividade da arilsulfatase em tratamento com aplicação de substâncias húmicas e redução máxima do adubo sulfato de amônio, já Tavares Filho (2022), relatou que as áreas com fruteiras, que também foram adubadas com MO, apresentaram maior atividade das enzimas que as áreas com vegetação nativa, Caatinga, em solos do Submédio do Vale do São Francisco.

Ressalta-se que infelizmente os estudos de bioanálise de solo estão calibrados apenas para o bioma Cerrado, não havendo tabela para interpretação dos dados com maior profundidade, entretanto, os resultados da bioAs mostraram incremento na atividade das enzimas, desde quando este estudo foi iniciado, refletindo mudanças positivas nos solos, relacionadas à ciclagem de nutrientes, inferindo que o sistema de produção orgânico adotado, aliado às características do manejo das práticas culturais da bananeira, contribuíram para o aumento da qualidade do solo.

Tabela 25- Atividade das enzimas β -glicosidase e arilsulfatase na profundidade de 0 a 10 cm. Petrolina (PE), 2023.

Tratamentos	β -glicosidase	Arilsulfatase
T ₀	63,828 a	58,184 a
T ₁	68,034 a	64,466 a
T ₂	62,456 a	54,096 a
T ₃	58,700 a	59,428 a
T ₄	54,790 a	48,662 a
CV%	19,97	36,43

4.5 ANÁLISE DO CUSTO DE PRODUÇÃO

Os custos de produção para as diferentes populações de plantas por hectare são apresentados em planilhas organizadas de acordo com as atividades realizadas em campo e ordenados em insumos, mão-de-obra e máquinas e equipamentos, com suas respectivas unidades e valores individuais, bem como os subtotais e valores totais investidos entre a implantação do bananal e manutenção ao longo dos anos, findando com a colheita do segundo ciclo (Tabelas 26 a 42).

De maneira geral, à medida que se aumentou o número de plantas por hectare, os custos de produção se elevaram (Tabela 43) em função das características de cada modelo avaliado.

Observa-se que na implantação dos diferentes tratamentos os custos variaram em até 158,58%, entre a menor e maior densidades de plantio (Tabela 43), com maiores despesas equivalentes aos insumos (Tabela 42). Todas as densidades de plantio tiveram gastos idênticos em adubos, consumo de água e energia elétrica, com exceção do investimento em mudas, sendo que à medida em que se adensou a área plantada, aumentou o investimento na aquisição de mudas (Tabelas 26, 29, 32, 35, 38 e 42). Ressalta-se que o valor elevado das mudas é devido ao fato de serem adquiridas em laboratório de cultura de tecidas, ou seja, apresentam características genéticas iguais à matriz, são uniformes, certificadas e de qualidade sanitária superior às demais.

Tabela 26- Estimativa de investimento para implantação (mês 1 ao 12) de 1,00 ha (1.667 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Análise de solo	ud	1,00	120,00	120,00								
Mudas	ud	1667,00	2,73	4550,91								
Preparo do solo - gradão									hM	1,50	120,00	180,00
Preparo do solo - subsolagem									hM	1,50	120,00	180,00
Marcação e abertura de berço					dH	2,63	65,76	172,95				
Composto - plantio	t	4,00	90,00	360,00	dH	3,70	65,76	243,31				
Esterco - plantio	t	8,00	260,00	2080,00	dH	7,00	65,76	460,32				
Fosfato natural - plantio	kg	400,00	1,28	512,00	dH	1,15	65,76	75,62				
Cobertura do sulco de plantio					dH	2,00	65,76	131,52				
Instalação da fita gotejadora					dH	1,00	65,76	65,76				
Mulching - bagaço de côco	m ³	8,33	47,00	391,51	dH	14,00	65,76	920,64				
Plantio					dH	4,00	65,76	263,04				
Calda orgânica	m ³	24,00	12,89	309,36	dH	3,00	65,76	197,28				
Torta de mamona	kg	10,50	15,00	157,50	dH							
Roço - mecanizado					dH	4,50	65,76	295,92	ud	13,50	5,47	73,85
Roço - manual					dH	1,50	65,76	98,64				
Sulfato de zinco	kg	25,00	3,90	97,50	dH							
Ácido bórico	kg	50,00	4,32	216,00	dH							
Desfolha					dH	3,00	65,76	197,28				
Irrigação - água	vb	1,00	2716,32	2716,32								
Irrigação - limpeza sistema					dH	10,00	65,76	657,60				
Irrigação - mudança sistema					dH	2,00	65,76	131,52				
Marcação de cacho					dH	0,72	65,76	47,35				
Energia	vb	1,00	2154,00	2154,00			65,76	0,00				
SUBTOTAL				13.665,10				3.958,75				433,85
TOTAL												18.057,70

Fonte: a autora, 2023.

Tabela 27- Coeficientes técnicos para o 2º ano (mês 13 ao mês 24) de produção de 1,0 ha (1.667 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Composto	t	4,00	120,00	480,00	dH	3,70	69,76	258,11				
Esterco	t	8,00	320,00	2560,00	dH	7,00	69,76	488,32				
Fosfato natural	kg	400,00	1,95	780,00	dH	1,15	69,76	80,22				
Torta de mamona	kg	15,60	25,00	390,00	dH							
Calda orgânica	m³	26,00	12,89	335,14	dH	3,25	69,76	226,72				
Controle de tripses	L	2,25	38,22	86,00	dH	3,00	69,76	209,28				
Roço - mecanizado					dH	16,00	69,76	1116,16	ud	48,00	6,50	312,00
Roço - manual					dH	44,00	69,76	3069,44				
K-forte	kg	260,00	1,30	338,00	dH							
Sulfato de zinco	kg	25,00	4,08	102,00	dH							
Ácido bórico	kg	50,00	5,48	274,00	dH							
Desbrota					dH	7,00	69,76	488,32				
Desfolha					dH	12,00	69,76	837,12				
Corte pseudocaule					dH	2,00	69,76	139,52				
Irrigação - água	vb	1,00	2048,72	2048,72								
Irrigação - limpeza sistema					dH	12,00	69,76	837,12				
Marcação de cacho					dH	9,36	69,76	652,95				
Energia	vb	1,00	899,38	899,38								
Colheita - corte					dH	10,00	69,76	697,60				
Pós-colheita de frutos						1,00	69,76	69,76				
SUBTOTAL				8.293,23				9.170,65				312,00
TOTAL												17.775,88

Fonte: a autora, 2023

Tabela 28- Coeficientes técnicos para o 3º ano (mês 25 ao mês 28) de produção de 1,0 ha (1.667 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Análise de solo	ud	1,00	160,00	160,00								
Calda orgânica	m³	4,50	12,89	58,01	dH	0,56	74,83	42,09				
Roço - mecanizado					dH	4,00	74,83	299,32	ud	12,00	7,38	88,56
Roço - manual					dH	11,00	74,83	823,13				
Desbrota					dH	1,75	74,83	130,95				
Desfolha					dH	3,00	74,83	224,49				
Corte pseudocaulé					dH	0,32	74,83	23,95				
Irrigação - água	vb	1,00	720,57	720,57								
Irrigação - limpeza sistema					dH	4,00	74,83	299,32				
Energia	vb	1,00	229,01	229,01								
Colheita - corte					dH	1,60	74,83	119,73				
Pós-colheita de frutos						0,16	74,83	11,97				
SUBTOTAL				1.167,58				1.974,95				88,56
TOTAL												3.231,09

Fonte: a autora, 2023.

Tabela 29- Estimativa de investimento para implantação (mês 1 ao mês 12) de 1,00 ha (2.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Análise de solo	ud	1,00	120,00	120,00								
Mudas	ud	2000,00	2,73	5460,00								
Preparo do solo - gradão									hM	1,50	120,00	180,00
Preparo do solo - subsolagem									hM	1,50	120,00	180,00
Marcação e abertura de berço					dH	3,00	65,76	197,28				
Composto - plantio	t	4,00	90,00	360,00	dH	3,70	65,76	243,31				
Esterco - plantio	t	8,00	260,00	2080,00	dH	7,00	65,76	460,32				
Fosfato reativo - plantio	kg	400,00	1,28	512,00	dH	1,30	65,76	85,49				
Cobertura do sulco de plantio					dH	2,00	65,76	131,52				
Instalação da fita gotejadora					dH	1,00	65,76	65,76				
Mulching - bagaço de côco	m ³	8,33	47,00	391,51	dH	16,70	65,76	1098,19				
Plantio					dH	4,50	65,76	295,92				
Calda orgânica	m ³	24,00	12,89	309,36	dH	3,00	65,76	197,28				
Torta de mamona	kg	10,50	15,00	157,50								
Roço - mecanizado					dH	4,40	65,76	289,34	ud	13,20	5,47	72,20
Roço - manual					dH	1,50	65,76	98,64				
Sulfato de zinco	kg	25,00	3,90	97,50								
Ácido bórico	kg	50,00	4,32	216,00								
Desfolha					dH	3,70	65,76	243,31				
Irrigação - água	vb	1,00	2716,32	2716,32								
Irrigação - limpeza sistema					dH	10,00	65,76	657,60				
Irrigação - mudança sistema					dH	2,00	65,76	131,52				
Energia	vb	1,00	2154,00	2154,00								
SUBTOTAL				14.574,19				4.195,49				432,20
TOTAL												19.201,88

Fonte: a autora, 2023.

Tabela 30- Coeficientes técnicos para o 2º ano (mês 13 ao mês 24) de produção de 1,0 ha (2.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Composto	t	4,00	120,00	480,00	dH	3,70	69,76	258,11				
Esterco	t	8,00	320,00	2560,00	dH	7,00	69,76	488,32				
Fosfato reativo	kg	400,00	1,95	780,00	dH	1,30	69,76	90,69				
Torta de mamona	kg	15,60	25,00	390,00								
Calda orgânica	m³	26,00	12,89	335,14	dH	3,25	69,76	226,72				
Controle de tripes	L	2,55	38,22	97,46	dH	3,00	69,76	209,28				
Roço - mecanizado					dH	17,00	69,76	1185,92	lt	51,00	6,50	331,50
Roço - manual					dH	40,00	69,76	2790,40				
K-forte	kg	260,00	1,30	338,00								
Sulfato de zinco	kg	25,00	4,08	102,00								
Ácido bórico	kg	50,00	5,48	274,00								
Desbrota					dH	7,50	69,76	523,20				
Desfolha					dH	12,75	69,76	889,44				
Corte pseudocaule					dH	2,40	69,76	167,42				
Irrigação - água	vb	1,00	2048,72	2048,72								
Irrigação - limpeza sistema					dH	12,00	69,76	837,12				
Marcação de cacho					dH	10,40	69,76	725,50				
Energia	vb	1,00	899,38	899,38								
Colheita - corte					dH	12,00	69,76	837,12				
Pós-colheita de frutos					dH	1,20	69,76	83,71				
SUBTOTAL				8.304,70				9.312,96				331,50
TOTAL												17.949,16

Fonte: a autora, 2023

Tabela 31- Coeficientes técnicos para o 3º ano (mês 25 ao mês 30) de produção de 1,0 ha (2.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Análise de solo	ud	1,00	160,00	160,00								
Torta de mamona	kg	4,20	25,00	105,00								
Calda orgânica	m³	11,00	12,89	141,79	dH	1,38	74,83	102,89				
Controle de tripses	L	3,00	44,52	133,56	dH	3,00	74,83	224,49				
Roço - mecanizado					dH	5,50	74,83	411,57	ud	16,50	7,38	121,77
Roço - manual					dH	13,00	74,83	972,79				
K-forte	kg	110,00	1,50	165,00	dH							
Sulfato de zinco	kg	25,00	6,34	158,50	dH							
Ácido bórico	kg	50,00	8,60	430,00	dH							
Desbrota					dH	3,50	74,83	261,91				
Desfolha					dH	8,00	74,83	598,64				
Corte pseudocaule					dH	2,60	74,83	194,56				
Irrigação - água	vb	1,00	1080,86	1080,86								
Irrigação - limpeza sistema					dH	6,00	74,83	448,98				
Marcação de cacho					dH	1,80	74,83	134,69				
Energia	vb	1,00	343,51	343,51								
Colheita - corte					dH	13,00	74,83	972,79				
Pós-colheita de frutos						1,30	74,83	97,28				
SUBTOTAL				2.718,22				4.420,58				121,77
TOTAL												7.260,57

Fonte: a autora, 2023

Tabela 32- Estimativa de investimento para implantação (mês 1 ao mês 12) de 1,00 ha (2.500 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Análise de solo	ud	1,00	120,00	120,00								
Mudas	ud	2500,00	2,73	6825,00								
Preparo do solo - gradão									hM	1,50	120,00	180,00
Preparo do solo - subsolagem									hM	1,50	120,00	180,00
Marcação e abertura de berço					dH	3,25	65,76	213,72				
Composto - plantio	t	4,00	90,00	360,00	dH	3,70	65,76	243,31				
Esterco - plantio	t	8,00	260,00	2080,00	dH	7,00	65,76	460,32				
Fosfato reativo - plantio	kg	400,00	1,28	512,00	dH	1,50	65,76	98,64				
Cobertura do sulco de plantio					dH	2,40	65,76	157,82				
Instalação da fita gotejadora					dH	1,00	65,76	65,76				
Mulching - bagaço de côco	m ³	8,33	47,00	391,51	dH	18,00	65,76	1183,68				
Plantio					dH	5,50	65,76	361,68				
Calda orgânica	m ³	24,00	12,89	309,36	dH	3,00	65,76	197,28				
Torta de mamona	kg	10,50	15,00	157,50								
Roço - mecanizado					dH	4,25	65,76	279,48	ud	12,75	5,47	69,74
Roço - manual					dH	1,00	65,76	65,76				
Sulfato de zinco	kg	25,00	3,90	97,50								
Ácido bórico	kg	50,00	4,32	216,00								
Desfolha					dH	4,00	65,76	263,04				
Irrigação - água	vb	1,00	2716,32	2716,32								
Irrigação - limpeza sistema					dH	10,00	65,76	657,60				
irrigação - mudança sistema					dH	2,00	65,76	131,52				
Marcação de cacho					dH	0,72	65,76	47,35				
Energia	vb	1,00	2154,00	2154,00								
SUBTOTAL				15.939,19				4.492,72				429,74
TOTAL												20.861,66

Fonte: a autora, 2023

Tabela 33- Coeficientes técnicos para o 2º ano (mês 13 ao mês 24) de produção de 1,0 ha (2.500 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Composto	t	4,00	120,00	480,00	dH	3,70	69,76	258,11				
Esterco	t	8,00	320,00	2560,00	dH	7,00	69,76	488,32				
Fosfato reativo	kg	400,00	1,95	780,00	dH	1,50	69,76	104,64				
Torta de mamona	kg	15,60	25,00	390,00	dH							
Calda orgânica	m³	26,00	12,89	335,14	dH	3,25	69,76	226,72				
Controle de tripses	L	2,70	38,22	103,19	dH	3,00	69,76	209,28				
Roço - mecanizado					dH	16,00	69,76	1116,16	ud	48,00	6,50	312,00
Roço - manual					dH	35,00	69,76	2441,60				
K-forte	kg	260,00	1,30	338,00	dH							
Sulfato de zinco	kg	25,00	4,08	102,00	dH							
Ácido bórico	kg	50,00	5,48	274,00	dH							
Desbrota					dH	9,50	69,76	662,72				
Desfolha					dH	17,00	69,76	1185,92				
Corte pseudocaule					dH	3,00	69,76	209,28				
Irrigação - água	vb	1,00	2048,72	2048,72								
Irrigação - limpeza sistema					dH	12,00	69,76	837,12				
Marcação de cacho					dH	11,44	69,76	798,05				
Energia	vb	1,00	899,38	899,38								
Colheita - corte					dH	15,00	69,76	1046,40				
Pós-colheita de frutos						1,50	69,76	104,64				
SUBTOTAL				8.310,43				9.688,97				312,00
TOTAL												18.311,40

Fonte: a autora, 2023

Tabela 34- Coeficientes técnicos para o 3º ano (mês 25 ao mês 32) de produção de 1,0 ha (2.500 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Análise de solo	ud	1,00	160,00	160,00								
Torta de mamona	kg	5,40	25,00	135,00								
Calda orgânica	m³	13,00	12,89	167,57	dH	1,63	74,83	121,60				
Controle de tripses	L	3,00	44,52	133,56	dH	3,00	74,83	224,49				
Roço - mecanizado					dH	9,00	74,83	673,47	Ud	27,00	7,38	199,26
Roço - manual					dH	10,00	74,83	748,30				
K-forte	kg	130,00	1,50	195,00								
sulfato de zinco	kg	25,00	6,34	158,50								
Ácido bórico	kg	50,00	8,60	430,00								
Desbrota					dH	5,75	74,83	430,27				
Desfolha					dH	13,50	74,83	1010,21				
Corte pseudocaule					dH	3,20	74,83	239,46				
Irrigação - água	vb	1,00	1261,00	1261,00								
Irrigação - limpeza sistema					dH	7,50	74,83	561,23				
Marcação de cacho					dH	2,86	74,83	214,01				
Energia	vb	1,00	400,76	400,76								
Colheita - corte					dH	16,00	74,83	1197,28				
Pós-colheita de frutos						1,60	74,83	119,73				
SUBTOTAL				3.041,39				5.540,04				199,26
TOTAL												8.780,69

Fonte: a autora, 2023

Tabela 35- Estimativa de investimento para implantação (mês 1 ao mês 12) de 1,00 ha (4.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Análise de solo	ud	1,00	120,00	120,00								
Mudas	ud	4000,00	2,73	10920,00								
Preparo do solo - gradão									hM	1,50	120,00	180,00
Preparo do solo - subsolagem									hM	1,50	120,00	180,00
Marcação e abertura de berço					dH	5,00	65,76	328,80				
Composto - plantio	t	4,00	90,00	360,00	dH	3,70	65,76	243,31				
Esterco - plantio	t	8,00	260,00	2080,00	dH	7,00	65,76	460,32				
Fosfato reativo - plantio	kg	400,00	1,28	512,00	dH	2,50	65,76	164,40				
Cobertura do sulco de plantio					dH	2,00	65,76	131,52				
Instalação da fita gotejadora					dH	1,00	65,76	65,76				
Mulching - bagaço de côco	m ³	8,33	47,00	391,51	dH	22,00	65,76	1446,72				
Plantio				0,00	dH	8,00	65,76	526,08				
Calda orgânica	m ³	24,00	12,89	309,36	dH	3,00	65,76	197,28				
Torta de mamona	kg	10,50	15,00	157,50								
Roço - mecanizado					dH	3,50	65,76	230,16	ud	10,50	5,47	57,44
Roço - manual					dH	0,75	65,76	49,32				
Sulfato de zinco	kg	25,00	3,90	97,50								
Ácido bórico	kg	50,00	4,32	216,00								
Desfolha					dH	5,00	65,76	328,80				
Irrigação - água	vb	1,00	2716,32	2716,32								
Irrigação - limpeza sistema					dH	10,00	65,76	657,60				
Irrigação - mudança sistema					dH	2,00	65,76	131,52				
Energia	vb	1,00	2154,00	2154,00								
SUBTOTAL				20.034,19				4.961,59				417,44
TOTAL												25.413,22

Fonte: a autora, 2023

Tabela 36- Coeficientes técnicos para o 2º ano (mês 13 ao mês 24) de produção de 1,0 ha (4.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Composto	t	4,00	120,00	480,00	dH	3,70	69,76	258,11				
Esterco	t	8,00	320,00	2560,00	dH	7,00	69,76	488,32				
Fosfato natural	kg	400,00	1,95	780,00	dH	2,50	69,76	174,40				
Torta de mamona	kg	15,60	25,00	390,00	dH							
Calda orgânica	m³	26,00	12,89	335,14	dH	3,25	69,76	226,72				
Controle de tripses	L	3,00	38,22	114,66	dH	3,00	69,76	209,28				
Roço - mecanizado					dH	15,00	69,76	1046,40	ud	45,00	6,50	292,50
Roço - manual					dH	20,00	69,76	1395,20				
K-forte	kg	260,00	1,30	338,00								
Sulfato de zinco	kg	25,00	4,08	102,00								
Ácido bórico	kg	50,00	5,48	274,00								
Desbrota					dH	13,50	69,76	941,76				
Desfolha					dH	23,00	69,76	1604,48				
Corte pseudocaule					dH	4,70	69,76	327,87				
Irrigação - água	vb	1,00	2048,72	2048,72								
Irrigação - limpeza sistema					dH	12,00	69,76	837,12				
Marcação de cacho					dH	13,00	69,76	906,88				
Energia	vb	1,00	899,38	899,38								
Colheita - corte					dH	23,50	69,76	1639,36				
Pós-colheita de frutos					dH	2,35	69,76	163,94				
SUBTOTAL				8.321,90				10.219,84				292,50
TOTAL												18.834,24

Tabela 37- Coeficientes técnicos para o 3º ano (mês 25 ao mês 36) de produção de 1,0 ha (4.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Torta de mamona	kg	10,50	25,00	262,50								
Calda orgânica	m³	22,00	12,89	283,58	dH	2,75	74,83	205,78				
Controle de tripes	L	3,00	44,52	133,56	dH	3,00	74,83	224,49				
Roço - mecanizado					dH	8,38	74,83	626,70	Lt	25,13	7,38	185,42
Roço - manual					dH	10,00	74,83	748,30				
K-forte	kg	220,00	1,50	330,00								
Sulfato de zinco	kg	25,00	6,34	158,50								
Ácido bórico	kg	50,00	8,60	430,00								
Desbrota					dH	13,00	74,83	972,79				
Desfolha					dH	21,00	74,83	1571,43				
Corte pseudocaula					dH	5,05	74,83	377,89				
Irrigação - água	vb	1,00	1981,57	1981,57								
Irrigação - limpeza sistema					dH	11,00	74,83	823,13				
Marcação de cacho					dH	7,75	74,83	579,93				
Energia	vb	1,00	629,77	629,77								
Colheita - corte					dH	25,25	74,83	1889,46				
Pós-colheita de frutos					dH	2,53	74,83	188,95				
SUBTOTAL				4.369,48				8.208,85				185,42
TOTAL												12.763,75

Fonte: a autora, 2023

Tabela 38- Estimativa de investimento para implantação (mês 1 ao mês 12) de 1,00 ha (5.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Análise de solo	ud	1,00	120,00	120,00								
Mudas	ud	5000,00	2,73	13650,00								
Preparo do solo - gradão									hM	1,50	120,00	180,00
Preparo do solo - subsolagem									hM	1,50	120,00	180,00
Marcação e abertura de berço					dH	6,50	65,76	427,44				
Composto - plantio	t	4,00	90,00	360,00	dH	3,70	65,76	243,31				
Esterco - plantio	t	8,00	260,00	2080,00	dH	7,00	65,76	460,32				
Fosfato reativo - plantio	kg	400,00	1,28	512,00	dH	3,50	65,76	230,16				
Cobertura do sulco de plantio					dH	2,00	65,76	131,52				
Instalação da fita gotejadora					dH	1,00	65,76	65,76				
Mulching - bagaço de côco	m ³	8,33	47,00	391,51	dH	25,00	65,76	1644,00				
Plantio					dH	9,00	65,76	591,84				
Calda orgânica	m ³	24,00	12,89	309,36	dH	3,00	65,76	197,28				
Torta de mamona	kg	10,50	15,00	157,50								
Roço - mecanizado					dH	3,50	65,76	230,16	ud	10,50	5,47	57,44
Roço - manual					dH	0,75	65,76	49,32				
Sulfato de zinco	kg	25,00	3,90	97,50								
Ácido bórico	kg	50,00	4,32	216,00								
Desfolha					dH	6,00	65,76	394,56				
Irrigação - água	vb	1,00	2716,32	2716,32								
Irrigação - limpeza sistema					dH	10,00	65,76	657,60				
Irrigação - mudança sistema					dH	2,00	65,76	131,52				
Energia	vb	1,00	2154,00	2154,00								
Colheita - corte												
SUBTOTAL				22.764,19				5.454,79				417,44
TOTAL												28.636,42

Fonte: a autora, 2023

Tabela 39- Coeficientes técnicos para o 2º ano (mês 13 ao mês 24) de produção de 1,0 ha (5.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Composto	t	4,00	120,00	480,00	dH	3,70	69,76	258,11				
Esterco	t	8,00	320,00	2560,00	dH	7,00	69,76	488,32				
Fosfato natural	kg	400,00	1,95	780,00	dH	3,50	69,76	244,16				
Torta de mamona	kg	15,60	25,00	390,00								
Calda orgânica	m³	26,00	12,89	335,14	dH	3,25	69,76	226,72				
Controle de tripes	L	3,00	38,22	114,66	dH	3,00	69,76	209,28				
Roço - mecanizado					dH	15,00	69,76	1046,40	lt	45,00	6,50	292,50
Roço - manual					dH	17,00	69,76	1185,92				
K-forte	kg	260,00	1,30	338,00								
Sulfato de zinco	kg	25,00	4,08	102,00								
Ácido bórico	kg	50,00	5,48	274,00								
Desbrota					dH	15,00	69,76	1046,40				
Desfolha					dH	26,00	69,76	1813,76				
Corte pseudocaula					dH	5,80	69,76	404,61				
Irrigação - água	vb	1,00	2048,72	2048,72								
Irrigação - limpeza sistema					dH	12,00	69,76	837,12				
Marcação de cacho					dH	15,60	69,76	1088,26				
Energia	vb	1,00	899,38	899,38								
Colheita - corte					dH	29,00	69,76	2023,04				
Pós-colheita de frutos					dH	2,90	69,76	202,30				
SUBTOTAL				8.321,90				11.074,40				292,50
TOTAL												19.688,80

Fonte: a autora, 2023

Tabela 40- Coeficientes técnicos para o 3º ano (mês 25 ao mês 36) de produção de 1,0 ha (5.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

Discriminação	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Torta de mamona	kg	13,20	25,00	330,00								
Calda orgânica	m³	26,00	12,89	335,14	dH	3,25	74,83	243,20				
Controle de tripes	L	3,00	44,52	133,56	dH	3,00	74,83	224,49				
Roço - mecanizado					dH	8,00	74,83	598,64	ud	24,00	7,38	177,12
Roço - manual					dH	9,00	74,83	673,47				
K-forte	kg	260,00	1,50	390,00								
Sulfato de zinco	kg	25,00	6,34	158,50								
Ácido bórico	kg	50,00	8,60	430,00								
Desbrota					dH	15,00	74,83	1122,45				
Desfolha					dH	24,00	74,83	1795,92				
Corte pseudocaule					dH	6,30	74,83	471,43				
Irrigação - água	vb	1,00	2161,71	2161,71								
Irrigação - limpeza sistema					dH	9,00	74,83	673,47				
Marcação de cacho					dH	11,70	74,83	875,51				
Energia	vb	1,00	687,02	687,02								
Colheita - corte					dH	31,50	74,83	2357,15				
Pós-colheita de frutos						3,15	74,83	235,71				
SUBTOTAL				4.625,93				9.271,44				177,12
TOTAL												14.074,49

Fonte: a autora, 2023

Tabela 41- Coeficientes técnicos para o 4º ano (mês 37) de produção de 1,0 ha (5.000 plantas) de banana 'Maçã' orgânica irrigada. Petrolina (PE), 2023.

	Insumos				Mão-de-obra				Máquinas e equipamentos			
	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total	unid	quant	unitário	total
Análise de solo	ud	1,00	160,00	160,00								
Corte pseudocauce					Hd	1,36	74,83	101,77				
Irrigação - água	vb	1,00	180,14	180,14								
Irrigação - limpeza sistema					Hd	0,64	74,83	47,89				
Energia	vb	1,00	57,25	57,25								
Colheita - corte					Hd	6,80	74,83	508,84				
Pós-colheita de frutos					Hd	0,68	74,83	50,88				
SUBTOTAL				397,39				709,39				
TOTAL												1.106,78

Fonte: a autora, 2023.

Tabela 42- Resumo detalhado dos custos de produção das diferentes densidades de plantio da banana 'Maçã' orgânica pelo período de dois ciclos de produção. Petrolina (PE), 2023.

Tratamentos	Ano 1			Ano 2			Ano 3			Ano 4		
	insumos	mão-de-obra	máq. e impl ¹ .	Insumos	mão-de-obra	máq. e impl.	Insumos	mão-de-obra	máq. e impl.	insumos	mão-de-obra	máq. e impl.
T₀ (1667)	13.665,10	3.958,75	433,85	8.293,23	9.170,65	312,00	1.167,58	1.974,95	88,56	-	-	-
T₁ (2000)	14.574,19	4.195,49	432,20	8.304,70	9.312,96	331,50	2.718,22	4.420,58	121,77	-	-	-
T₂ (2500)	15.939,19	4.492,72	429,74	8.310,43	9.688,97	312,00	3.041,39	5.540,04	199,26	-	-	-
T₃ (4000)	20.034,19	4.961,59	417,44	8.321,90	10.219,84	292,50	4.369,48	8.208,85	185,42	-	-	-
T₄ (5000)	22.764,19	5.454,79	417,44	8.321,90	11.074,40	292,50	4.625,93	9.271,44	177,12	397,39	709,39	-

Nota: ¹ Máquinas e implementos

Fonte: a autora, 2023.

Em relação à mão-de-obra empregada no primeiro ano, em todos os estandes, mais da metade foi destinada às atividades relativas à implantação da cultura e, à medida em que se aumentou o número de plantas por hectare, aumentou também o investimento em tarefas referentes ao plantio, como: marcação e abertura de berços, adubação fosfatada, distribuição de esterco e composto, plantio e distribuição do mulching.

Concernente às despesas com máquinas e implementos, observa-se que mais da metade dos recursos foi aplicada no preparo do solo, sendo da mesma ordem em todos os modelos utilizados. Ressalta-se que à medida que aumenta a densidade de plantio, diminui o investimento neste tópico, sendo justificado pelo sombreamento nas áreas mais adensadas, pois desfavorecem a infestação com ervas espontâneas, reduzindo assim execução do roço mecanizado.

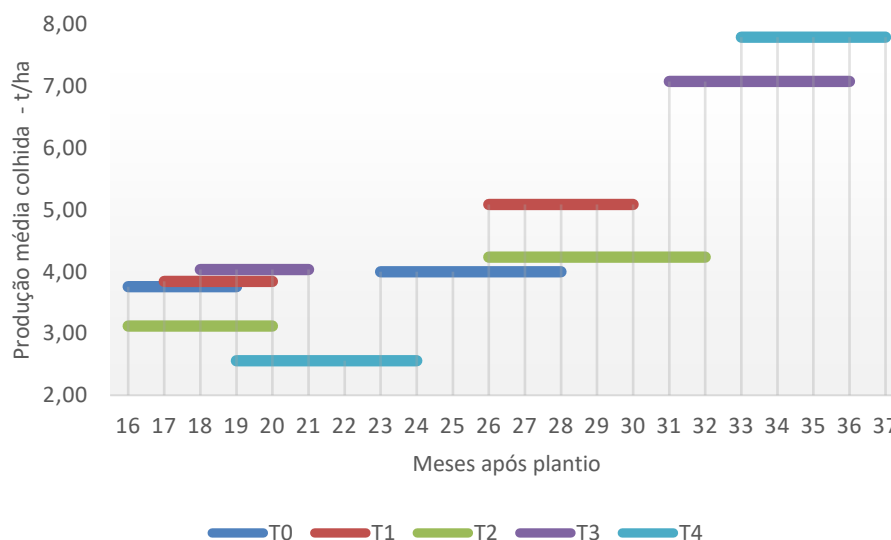
Tabela 43- Resumo dos custos de produção de banana 'Maçã' orgânica em diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.

Densidades (plantas por hectare)	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
T₀ (1667)	18.057,70	17.775,88	3.231,09	
T₁ (2000)	19.201,88	17.949,16	7.260,57	
T₂ (2500)	20.861,66	18.311,40	8.780,69	
T₃ (4000)	25.413,22	18.834,24	12.763,75	
T₄ (5000)	28.636,42	19.688,80	14.074,49	1.106,78

Fonte: a autora, 2023.

A primeira colheita ou finalização do primeiro ciclo de produção em todos os tratamentos ocorreu no segundo ano de produção (Gráfico 12 e 13 e Tabela 44), e apenas as plantas de T₀, menor densidade, também iniciaram, neste período, a colheita do segundo ciclo. Neste ano (Tabelas 27, 30, 33, 36 e 39), verificou-se que a maior diferença de gastos com insumos foi de R\$28,67, referente ao consumo de calda sulfocálcica para controle do tripses da erupção do fruto (*Frankliniella* spp.), praga de ocorrência na região.

Gráfico 1- Produção média colhida ao longo dos meses em cinco densidades de plantio de banana 'Maçã' orgânica em Petrolina (PE).



Fonte: a autora, 2023.

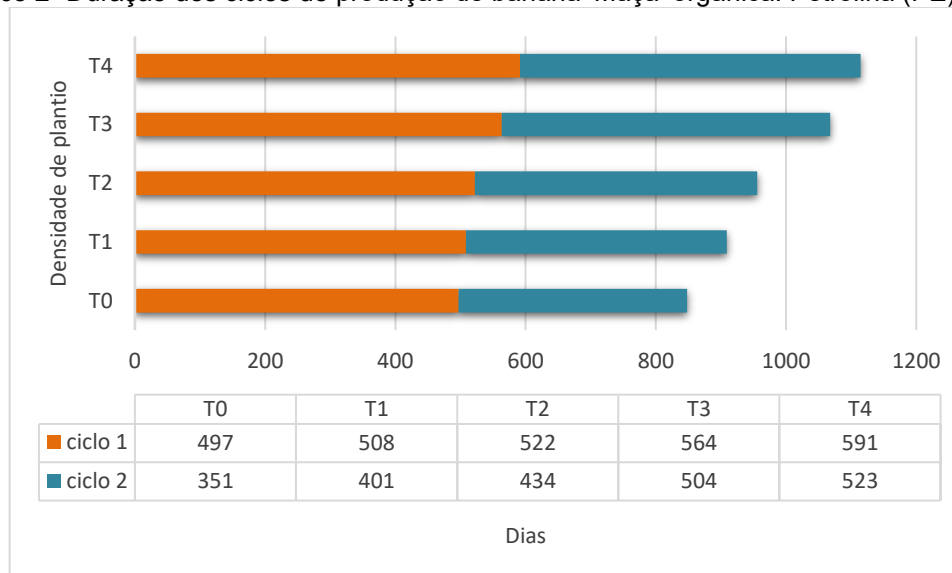
Em todos os modelos as despesas com a mão-de-obra consumiram mais que 50% do orçamento destinado ao segundo ano, sendo o que mais dependeu de recursos foi o controle do mato, que diminuiu à medida que aumentou a densidade de plantio. A desfolha e desbrota, assim como as atividades referentes à marcação do cacho, colheita, beneficiamento de frutos e corte do pseudocaule, tiveram maior incremento nas despesas à medida em que o estande de plantas aumentou, o que já era esperado, uma vez que tem mais plantas por hectare, demandando mais mão-de-obra para realizar as atividades.

Ainda no segundo ano, os gastos com máquinas e equipamentos foram direcionados ao uso de roçadeira motorizada para manejo integrado do mato e, assim como no ano anterior, o maior e menor custos estão correlacionados ao efeito do sombreamento das entrelinhas de plantio, ou seja, são inversamente proporcionais.

No terceiro ano, com exceção de T₄, a área mais adensada, todos os tratamentos finalizaram o segundo ciclo de produção com suas respectivas colheitas (Gráfico 13). O maior investimento foi em mão-de-obra, que englobou entre 61% (T₀ e T₁) e 66% (T₄) do orçamento de cada tratamento, despendendo, mais uma vez, com as práticas referentes à colheita e controle de ervas espontâneas, sendo este último o único investimento em máquinas e implementos do período (Tabelas 28, 31, 34, 37 e 40). O maior estande (T₄) terminou sua colheita aos 37 meses, já no quarto ano de

vida do bananal (Gráfico 12); no período, 64,09% do orçamento foi direcionado para atividades referentes à colheita (Tabela 41).

Gráfico 2- Duração dos ciclos de produção de banana 'Maçã' orgânica. Petrolina (PE), 2023.



Fonte: a autora.

Não houve diferença significativa entre as produtividades dos tratamentos no primeiro ciclo de produção e, embora T₃ (4.000 plantas por hectare) tenha apresentado maior produtividade nos dois períodos avaliados (Tabela 44), seu ciclo foi concluído ao final do 36º mês (Gráfico 12). Já T₄, concluiu o segundo ciclo ao final do 37º mês após o plantio, sendo o tratamento mais longevo. Entre as densidades mais baixas (T₀, T₁ e T₂), destaque é dado a T₂, que finalizou o seu ciclo 4 meses após a testemunha e apresentou 6,23 toneladas a mais que a mesma, incrementando sua receita (Tabela 44).

Tabela 44- Resumo da distribuição da produção de banana 'Maçã' ao longo dos anos, em diferentes densidades de plantio. Petrolina (PE), 2023.

Tratamentos	Ano 2 t/ha	Ano 3 t/ha	Ano 4 t/ha	Total t/ha
T ₀	15,03	23,99		39,02
T ₁	15,37	25,44		40,81
T ₂	15,60	29,65		45,25
T ₃	16,14	42,48		58,62
T ₄	15,35	31,18	7,8	54,33

Fonte: a autora, 2023.

No que tange ao cultivo nos diferentes tratamentos, salienta-se que em T₃ e T₄, entre os meses de agosto e setembro, período dos ventos mais fortes na região, ocorreu 11% e 14%, respectivamente, de queda de plantas. Muito embora não tenha

afetado as plantas marcadas para a tomada de dados, o tombamento de bananeiras pode acarretar prolongamento do ciclo de produção, repercutindo em ciclos futuros e na análise econômica do negócio.

Ressalta-se que durante o período avaliado todos os tratamentos apresentaram diâmetro e comprimento externo do fruto conforme o padronizado para o cultivar e, independente da densidade de plantio, a qualidade dos frutos atendeu à demanda de mercado, inclusive ofertou um produto de qualidade superior.

Além do custo de produção da cultura, o empreendimento também possui outras despesas fixas, referentes a funcionário fixo e à certificação orgânica, assim como, custos operacionais, relativos à aquisição de ferramentas, conexões, material de escritório, manutenção e conserto de bombas e carro, combustível, impostos e, entre outros, embalagens e etiquetas (Tabela 45).

Tabela 45- Resumo dos custos e receitas de diferentes densidades de plantio de banana 'Maçã' orgânica em Petrolina (PE), 2024.

Discriminação	Ano 1 R\$	Ano 2 R\$	Ano 3 R\$	Ano 4 R\$	TOTAL R\$	Média mensal
T0 cp¹	18.057,71	17.775,88	3.231,10	-	39.064,69	1.395,17
T0 cf+co²	24.726,29	27.904,83	9.944,47	-	62.575,59	2.234,84
T0 rb³	-	102.558,81	73.969,17	-	176.527,98	6.304,57
T0 rl⁴	-42.784,00	56.878,10	60.793,60	-	74.887,70	2.674,56
T1 cp	19.201,89	17.949,16	7.260,58	-	44.411,63	1.480,39
T1 cf+co	24.726,29	27.904,85	14.369,56	-	67.000,70	2.233,36
T1 rb	-	73.007,50	128.624,64	-	201.632,14	6.721,07
T1 rl	-43.928,18	27.153,49	106.994,50	-	90.219,81	3.007,33
T2 cp	20.861,67	18.311,39	8.780,71	-	47.953,77	1.498,56
T2 cf+co	24.726,29	27.904,83	17.821,36	-	70.452,48	1.904,12
T2 rb	-	74.724,00	149.732,50	-	224.456,50	7.014,27
T2 rl	-45.587,96	28.507,78	123.130,43	-	106.050,25	3.314,07
T3 cp	25.413,24	18.834,26	12.763,74	-	57.011,24	1.583,65
T3 cf+co	24.726,29	27.904,85	26.535,50	-	79.166,64	2.139,64
T3 rb	-	71.863,35	202.983,60	-	274.846,95	7.634,64
T3 rl	-50.139,53	25.124,24	163.684,36	-	138.669,07	3.851,92
T4 cp	28.636,44	19.688,80	14.074,48	1.106,78	63.506,50	1.716,39
T4 cf+co	24.726,29	27.904,85	28.284,46	1.728,08	82.643,68	2.233,61
T4 rb	-	63.293,17	145.005,60	39.915,52	248.214,29	6.708,49
T4 rl	-53.362,73	15.699,52	102.646,66	37.080,66	102.064,11	2.758,49

Nota: ¹Custo de produção; ²custos fixo e operacional; ³receita bruta; ⁴receita líquida.

Fonte: a autora, 2024.

No segundo ano de produção, com o advento da colheita e posterior comercialização dos frutos, teve início à entrada de recursos oriundos dos respectivos investimentos, minimizando os valores negativos da receita do ano de implantação.

Ressalta-se aqui que a testemunha, no ano 2, devido ao início da colheita do segundo ciclo, conseguiu quitar seu investimento e ainda sobrou recursos em caixa (R\$14.094,14). Os demais modelos conseguiram quitar seus devidos investimentos no terceiro ano de produção, por época da colheita do segundo ciclo (Tabela 45).

5 CONCLUSÕES

Para as condições edafoclimáticas de Petrolina, Pernambuco, microrregião de Petrolina, onde o trabalho foi desenvolvido, pode-se concluir que:

- a- As densidades de plantas influenciaram significativamente a duração do ciclo da cultura, sendo a densidade padrão a mais precoce em floração e colheita;
- b- As práticas culturais e o manejo do solo adotado no sistema de produção orgânico contribuíram para o aporte de matéria orgânica e melhoria da qualidade biológica do solo.
- c- Para cultivo da bananeira por mais de dois ciclos, recomenda-se a densidade de 2.500 plantas por hectare;
- d- Para cultivo da bananeira por apenas dois ciclos, recomenda-se a densidade 4.000 plantas por hectare;
- e- A banana 'Maçã' é uma cultura com potencial para apoiar ao produtor no processo de transição para a sustentabilidade a partir da perspectiva da aplicação de princípios ecológicos aos sistemas e práticas agrícolas;
- f- A análise econômica da transição agroecológica, denominada sistema orgânico de produção, da banana 'Maçã' revelou a rentabilidade do empreendimento, assim como a possibilidade de planejar a implementação do modelo adequado.

REFERÊNCIAS

- ADETUNJI, A. T. *et al.* The biological activities of β -glucosidase, phosphatase and urease as soil quality indicators: A review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 17, n. 3, p. 794–807, 2017.
- ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4.ed. - Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- ALTIERI, M. Agroecology: key concepts, principles and practices. Main Learning Points from Training Courses on Agroecology in Solo, Indonesia (5-9 June 2013) and Lusaka. – Zambia. 20-24 April 2015.
- ALVES, E. J.; OLIVEIRA, M. de A. Planejamento de um plantio comercial. *In*: ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 1. Ed. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1997. p. 261-290.
- AMORIM, T. B. do *et al.* Avaliação morfoagronômica de genótipos de bananeira. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012. 1 CD-ROM. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/942021/1/Avaliacaomorfoagronomicadegenotipos4YWM.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2024.
- ARANTES, A. de M. *et al.* Agronomic evaluation of banana plants in three production cycles in Southwestern state of Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 1, p. 1- 12, Nov. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315936600_Agronomic_evaluation_of_banana_plants_in_three_production_cycles_in_southwestern_state_of_bahia. Acesso em: 05 de jan. 2024.
- ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; SOUZA, I. C. M. de. Custo de produção e desempenho econômico da banana orgânica, no Vale do Submédio São Francisco, no Estado da Bahia. **Revista SODEBRAS**, Florianópolis, v. 11, n. 127, p. 30-33, jul. 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1049610/1/Lincoln12016.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024

ARAÚJO, J. J. de; MENDONÇA, V.; PEREIRA, M. F. S.; SOUZA M. de F. Agronomic characteristics of the Pacovan organic banana in irrigation systems in the Açu-RN Valley. *Revista Caatinga*, v. 31, n. 2, p. 370–378, abr. 2018. <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n213rc>.

ASSIS, R. L. de; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e Agricultura Orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, PR: UFPR, 2002. n. 6 (jul./dez., 2002), p. 67-80. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/22129>. Acesso em: 29 fev. 2024.

BASSOI, L. H. *et al.* Informações sobre a distribuição das raízes da bananeira para o manejo de irrigação. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 4 p. il. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado Técnico, 105). Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/151142/informacoes-sobre-a-distribuicao-das-raizes-da-bananeira-para-o-manejo-de-irrigacao#:~:text=Resumo%3A%20O%20sistema%20radicular%20da,processo%20de%20forma%C3%A7%C3%A3o%20de%20folhas>. Acesso em: 25 fev. 2024.

BATISTA, P. H. D. *et al.* Avaliação da qualidade das águas dos rios São Francisco e Jaguaribe para fins de irrigação. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.12, n.1, p.48-54, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308405730_Avaliacao_da_qualidade_das_aguas_dos_rios_Sao_Francisco_e_Jaguaribe_para_fins_de_irrigacao. Acesso em: 23 mai. 2024.

BELALCÁZAR CARVAJAL, S. L. *et al.* Establecimiento del cultivo. *In*: BELALCÁZAR CARVAJAL, S. L. **El cultivo del plátano (Musa AAB Simmonds) en el trópico**. 1. Ed. Talleres gráficos de Impresora Feriva Ltda. Cali: ICA/CIID (IDRC)/CDCQ/INIBAP, 1991. p. 112-146. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12434>. Acesso em: 29 abr. 2024.

BHENDE, S. S.; KURIEN, S. Sucker production in banana. *Journal of Tropical Agriculture*. 2015. 53. p. 97-106. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/299457239_Sucker_production_in_banana. Acesso em: 20 abr. 2023.

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

BORGES, A. L. (ed). Sistema orgânico de produção para a cultura da banana. 3 ed. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção, 18). Disponível em: [Sistema Orgânico de Produção para a Cultura da Banana \(3ª edição\) \(embrapa.br\)](#). Acesso em: 25 fev. 2024.

BORGES, A. L. *et al.* Bananicultura orgânica. **Informe Agropecuário**, v.36, n.287, p.74-83, 2015.

BORGES, A. L. *et al.* Nutrição e adubação. *In*: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. (org.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 331-398.

BORGES, A. L. *et al.* **Nutrição e adubação da bananeira irrigada**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8 p. (EMBRAPA-CNPMP. Circular Técnica, 48).

BORGES, A. L.; SANTOS, J. de S.; SANTOS, J. C. da S. Relações entre bases trocáveis no solo em sistema orgânico de bananeiras sob cultivo de coberturas vegetais vivas. *In*: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 09.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, 1., 2012, Macéio. Fertbio 2012: "A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola": [anais...]. Maceió: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, 2012. 1 CR-ROM. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/70326/1/Relacoes-entre-Bases-Trocaveis-FERTBIO-885.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2024.

BORGES, A. L.; SILVA, T. O. da. **Absorção, exportação e restituição ao solo de nutrientes pela bananeira 'Terra'**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 3 p. (EMBRAPA-CNPMP. Comunicado Técnico, 66).

BRANDÃO, T. M. dos S. *et al.* Atividade enzimática da arilsulfatase de solo cultivado com mamoeiro submetido a aplicação de substâncias húmicas. In: VIII SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO: produção e sustentabilidade, 2022, Linhares. Anais... Linhares, ES: Incaper, Cedragro e Brapex, 2022. 611-615. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/4241/1/papaya-brasil-2022-611-615.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2024.

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de agosto de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 115, n. 157, p. 59-64, 24 dez. 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.831.htm. Acesso em: 15 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Mapa nº 46. 06 out. 2011, sobre a regulamentação e outras providências. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de-06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf/view>. Acesso em: 15 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Mapa nº 52. 15 mar. 2021, sobre o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivos-organicos/PORTARIA_MAPA_N_52.2021_ALTERADA_PELA_PORTARIA_MAPA_N_404.pdf. Acesso em: 14 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Em 7 anos, triplica o número de produtores orgânicos cadastrados no ministério.* 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/em-sete-anos-triplica-o-numero-de-produtores-organicos-cadastrados-no-mapa>. Acesso em: 24 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt->

br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos

Acesso em: 05 mar. 2021.

BRITTO, W. S. F. Custos e viabilidade financeira da agricultura orgânica versus agricultura convencional: o caso da manga no Vale do São Francisco. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC**, Porto Seguro, BA. 2004. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/2248>. Acesso em: 16 mar. 2024.

CAPORAL, F. R. Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. *In*: CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O. de (Orgs.). **Princípios e perspectivas da agroecologia**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná - educação à distância, 2011a. p. 83-120.

CAPORAL, F. R. Em defesa de um plano nacional de transição agroecológica: compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações. *In*: CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O. de (Orgs.). **Princípios e perspectivas da agroecologia**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná - educação à distância, 2011b. p. 123-163.

CAPORAL, F. R. Transição Agroecológica e o papel da Extensão Rural. **Extensão Rural**, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 7–19, 2020. DOI: 10.5902/2318179638420. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/38420>. Acesso em: 13 mar. 2024.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável. *In*: CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O. de (Orgs.). **Princípios e perspectivas da agroecologia**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná - educação à distância, 2011. p. 45-80.

CARVALHO, J. S. de; BIZERRA, E. C.; MARQUES, P. R. R.; DONATO, S. L. R. Características fitotécnicas e nutricionais de bananeiras submetidas a fontes de fertilizantes para o manejo orgânico. **Nativa**, [2318-7670], v. 8, n. 3, p. 367–375, 2020. DOI: 10.31413/nativa.v8i3.8424. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/8424> . Acesso em: 5 mar. 2024.

CAYÓN SALINAS, G. D.; DONATO, S. L. R. Botânica e Morfologia. *In*: DONATO, S. L. R.; BOREM, A.; RODRIGUES, M. G. V. **Banana**: do plantio à colheita. 22. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. p. 21-44.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS (PBMH & PIF). Normas de Classificação de Banana. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).

CHAMPION, J. Les bananiers et leur culture: botanique et genetique. Paris: IFAC, 1967. v.1, 214p.

CHAUDHURI, P.; BARUAH, K.. Studies on Planting Density in Banana cv. 'Jahaji' (AAA). **Indian Journal of Hill Farming**, v.23, p.31-38. 2010. Disponível em: http://www.kiran.nic.in/pdf/IJHF/vol23_2/7Studies_on_planting_density_in_Banana_cv.pdf Acesso em: 19 abr. 2024.

CHAVES, B. E.; SANTOS, T. V. A. dos; OLIVEIRA, F. M. C. de. Filotaxia, **Rev. Ciência Elem.**, V9(2):046. 2021. DOI: <http://doi.org/10.24927/rce2021.046>. Disponível em: [Filotaxia - Revista de Ciência Elementar \(casadasciencias.org\)](http://casadasciencias.org). Acesso em: 09 mar. 2024.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da; TEIXEIRA, A. H. de C.; OLIVEIRA, S. L. de. Irrigação da Bananeira. Cruz das Almas, BA; Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 53).

CORDEIRO, G. G. **Níveis de tolerância das culturas e teores de sais no solo e na água de irrigação**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. Np. il. (Embrapa Semi-Árido. Instruções técnicas, 38). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/134096/1/Niveis-de-tolerancia-Instrucoes-Tecnicas-38.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2024.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. de; MEISSNER FILHO, P. E. Doenças e métodos de controle. *In*: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Eds.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 146-182.

DANTAS, A. C. V. L.; DANTAS, J. L. L.; ALVES, E. J. **Bananeira adulta**. In: ALVES, E. J. **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília, DF: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1997. p. 48.

DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. dos S. Classificação botânica, origem e evolução. In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana**. Produção: aspectos técnicos. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 12-16.

DONATO, S. L. R. *et al.* Ecofisiologia e eficiência de uso da água em bananeira. In: Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (bananas e plátanos), 20, 2013, Fortaleza. Anais... Embrapa Mandioca e Fruticultura. Fortaleza: ACORBAT, 2013. p. 58-72.

DONATO, S. L. R.; SANTOS, M. R. dos; ARANTES, A. de M; Ramos, A. V. 'Prata-Anã' banana under irrigation levels, planting densities and bunch trimming. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.42, n.5. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/63nfCyVhzHBPh6qwM5mk7bd/?lang=en> Acesso em: 02 fev. 2024.

DURU, M.; THEROND, O.; FARES, M. (2015). Designing agroecological transitions; A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1237–1257. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-015-0318-x>. Acesso em: 19 jan. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Soluções tecnológicas. BioAS – Tecnologia de Bioanálise de Solo. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/6047/bioas--tecnologia-de-bioanalise-de-solo->. Acesso em: 25 mai. 2021.

FAO. Faostat - Statistics Database. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> . Acesso em: 24 mar. 2024.

FAO. Foro Mundial Bananero: certificación orgánica para bananos. Disponível em: <http://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/organic-certification/es/>. Acesso em: 30 jun. 2019.

FAO; OMS. Sección 2. Descripción y definiciones. In: Codex Alimentarius: Alimentos Producidos Orgánicamente, 2001. Disponível em: <http://www.fao.org/3/Y2772S/y2772s04.htm#bm04.1> . Acesso em: 28 jun. 2019.

FARIA, V. L. de. **Qualidade do solo sob cultivo de banana em sistemas de produção orgânico e convencional em Gonçalves (MG)**. 78 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2020.

FEIDEN, A. Agroecologia: introdução e conceitos. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2012. Cap.2 p. 1-44.

FERNANDES, L. A. *et al.*. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1575–1581, nov. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/pYf9tHpRNYQjQLzrfVGjvkP/?lang=pt#>. Acesso em: 22 mai. 2024.

FIBL. Data visualisation: key indicators. FiBL Statistics, Frick, Switzerland. Disponível em: <https://statistics.fibl.org/visualisation/key-indicators-on-organic-agriculture.html> Acesso em: 13 jun. 2024.

FOLEY, J. A. *et al.* **Global Consequences of Land Use**. Science, 309 (5734), 570-574. 2005. Doi:10.1126/science.1111772. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16040698/>. Acesso em: 13 mar 2024.

FOLEY, J. A. **Living by the lessons of the planet**. Science, 356 (6335), 251–252. 2017. Doi:10.1126/science.aal4863. Disponível em: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.aal4863>. Acesso em: 13 mar 2024.

GERÔNIMO, F. R. R. **Caracterização físico-química de bananas Maçã e Williams em sistema orgânico de produção**. 2020. Monografia (graduação). 32 f. Universidade Federal Rural do Semi-árido, curso de Agronomia, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/1c1b1eac-f904-42ae-a5d5-9660892d9b51/content>. Acesso em: 26 abr. 2024.

GODOY, F. O. de *et al.* Mapeamento da condutividade elétrica aparente do solo e sua relação com matéria orgânica e granulometria. *In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 48., 2019, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: SBEA, 2019. CONBEA. 4 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212164/1/MapeamentoCondutividadeEletrica.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2024.

GRAND VIEW RESEARCH. **Organic Food and Beverages Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Organic Food, Organic Beverages), By Distribution Channel (Convenience Stores, Specialty Stores), By Region, And Segment Forecasts, 2024 - 2030**. San Francisco, 2024. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/organic-foods-beverages-market/methodology>. Acesso em: 05 mar. 2024.

GUIMARÃES D. P.; SANS L. M. A.; MORAES A. V. C. Estimativa da área foliar de cultivares de milho. *In: 24º Congresso Nacional de Milho e Sorgo*, Florianópolis. **Anais**, EMBRAPA/ CNPMS. p.96. 2002. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34888/1/Estimativa-area.pdf>. Acesso em: 03 de mai. 2024.

HAQUE, M. A.; SAKIMIN, S. Z. Planting Arrangement and Effects of Planting Density on Tropical Fruit Crops - A Review. **Horticulturae**. v.8, 485. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060485>. Acesso em: 20 abr. 2024.

HOFFMANN, R. B. *et al.* Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 268- 275, Mar. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000026>. Acesso em 05 jul. 2019.

International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI); Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Developpement (CIRAD); International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP) (1996)

Descritores para el banano (Musa spp.). International Plant Genetic Resources Institute. Montpellier, Francis. 1996. 55 p. Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/items/ababde51-8822-4cb6-ad69-2a4a663366b>. Acesso em: 14 fev. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. (1990). Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas (volume 1). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv2269_1.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (2023). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7832>. Acesso em 13 jun. 2024

JANGIR, P. *et al.* Secreted in Xylem Genes: Drivers of Host Adaptation in *Fusarium oxysporum*. Front. Plant Sci. 12:628611. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.628611>

KLUGE, R. A. **Densidade e sistema de espaçamento de bananeiras “Nanicão” (Musa AAA subgrupo Cavendish).** 1999. Tese (doutorado). 105 f. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20210104-192521/publico/KlugeRicardoAlfredo.pdf> . Acesso em: 26 abr. 2024

KLUGE, R. A; SCARPARE FILHO, J. A.; VICTÓRIA FILHO, R. Densidade e sistema de espaçamento de bananeiras ‘Nanicão’: duração do ciclo e do período de colheita. **Scientia Agricola** [online]. 1999, v. 56, n. 4, p. 811-818. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161999000400007>. Acesso: 30 abr. 2024.

KLUGE, R. A. *et al.* Produção e relação ráquis/cacho da bananeira ‘Nanicão’ em diferentes densidades e arranjos de plantio. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1759-1764, set. 2000. <https://www.scielo.br/j/pab/a/5NX5dDMhmXJcRgs8pw8YzMg/?format=pdf>. Acesso em: 27 abr. 2024.

KUMAR N.; KRISHNAMOORTHY, V.; NALINA, L.; SOORIANATHASUNDHARAM, K. A new factor for estimating total leaf area in banana. *INFOMUSA* 11(2):42-43. 2002. Disponível em: www.musalit.org/seeMore.php?id=14204. Acesso em: 01 mai. 2021.

LABMET/UNIVASF. *Dados climáticos diários observados nas Estações Meteorológicas da UNIVASF de Petrolina e Juazeiro*. Disponível em: <http://labmet.univasf.edu.br/joomla/index.php/dados-climaticos>. Acesso em: 8 mar. 2024.

LANZA, T. R.; MACHADO, A. F. L.; MARTELLATO, L. A. P. Effect of planting densities of “BRS Princess” banana tree in the suppression of weeds. *Planta Daninha*, v.35, p. 2-11. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100054>. Acesso em: 25 abr. 2024.

LICHTEMBERG, L.A. *et al.* Sistemas de producción de musáceas en Brasil. *In: Reunión Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (bananas e plátanos)*, 20, 2013, Fortaleza. Anais... Embrapa Mandioca e Fruticultura. Fortaleza: ACORBAT, 2013. p. 34-42.

LICHTEMBERG, L. A.; AMORIM, E. P.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, M. G. V. Cultivares. *In: DONATO, S. L. R.; BOREM, A.; RODRIGUES, M. G. V. Banana: do plantio à colheita*. 22. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. p. 99-137.

LIMA, M. B. *et al.* Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira no Recôncavo Baiano. *Ciência e Agrotecnologia* [online]. 2005, v. 29, n. 3, p. 515-520. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000300002>. Acesso em: 28 abr. 2024.

MAGALHÃES, D. B. *et al.* Yield of ‘Prata-Anã’ banana plants under water deficit and high plant density. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 42, n. 5, p. e-046, 2020. Disponível em: [SciELO - Brasil - Yield of ‘Prata-Anã’ banana plants under water deficit and high plant density](https://doi.org/10.1590/0034-73452020000500002) [Yield of ‘Prata-Anã’ banana plants under water deficit and high plant density](https://doi.org/10.1590/0034-73452020000500002). Acesso em: 19 abr. 2024.

MARCILIO, H. de C. *et al.* **Cultivo da bananeira BRS TERRA ANÃ** – Sistema de produção para o Estado de Mato Grosso. Cuiabá: EMPAER-MT, 2022. 48 p.

MARQUES, P. R. R.; DONATO, S. L. R.; SÃO JOSÉ, A. R.; ROSA, R. C. C.; ARANTES, A. de M. Nutritional status and production of 'Prata-anã' (AAB) and 'BRS Platina' (AAAB) banana plants with organic fertilization. **Nativa**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 60–68, 2023. DOI: 10.31413/nativa.v10i1.13160. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/13160> . Acesso em: 5 mar. 2024.

MARTINS, V. A.; CAMARGO FILHO, W. P.; BUENO, C. R. F. Preços de frutas e hortaliças da agricultura orgânica no mercado varejista da cidade de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 9, p. 42-52, set. 2006.

MENDES, I. de C.; SOUZA, D. M. G. de; REIS JÚNIOR, F. B. dos; LOPES, A. A. de C. **Bioanálise de solo**: como acessar e interpretar a saúde do solo. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2018. 24p. (Embrapa Cerrados, Circular Técnica 38). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1110832/bioanalise-de-solo-como-acessar-e-interpretar-a-saude-do-solo>. Acesso em 1 março 2021.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Repartição e remobilização de nutrientes na bananeira. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 574-581, junho 2009. Acesso em 05 julho 2019.

NAIK, M. H. *et al.* Influence of high density planting and fertigation on physiological parameters, flowering and yield of banana (*Musa acuminata* L.) cv. Grand Naine of main and ratoon crop. **International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology**, v.3, p. 2800-2809. 2016. Disponível em: https://www.ijarset.com/upload/2016/october/11_IJARSET_HanumanNaik.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.

NALINA, L.; KUMAR, N; SATHIAMOORTHY, S. Studies on high density planting in banana cv. Robusta (AAA) II. Influence on bunch and fruit quality traits. **Indian Journal of Horticulture**, v.60 (4), p. 307-311. 2003. Disponível em: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijh&volume=60&issue=4&article=001&type=fulltext>. Acesso em: 24 abr. 2024.

NOFAL, O. A.; REZK, A. I. Some factors affecting the yield and quality of banana: a review. **Science Archives**, v.2, p.207-211. 2021. <http://dx.doi.org/10.47587/SA.2021.2309>. Disponível em: <https://sciencearchives.org/wp-content/uploads/2021/09/Science-Archives-2021-Vol.-2-3-207-211-1.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

NOMURA, E. S. *et al.* Desenvolvimento e produção da bananeira 'Grande Naine' sob diferentes densidades de plantio em região com ocorrência natural de Sigatoka-negra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p.437- 445. Junho 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/SPtQy3ZsgBhy8PpygDQGPtg/?format=pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

PRATA, R. C. *et al.* Densidade de plantio no crescimento e produção de plátano cv. D'Angola na Chapada do Apodi. **Revista Agropecuária Técnica**, v.39, n.1, p.15-23, 2018. DOI: 10.25066/agrotec.v39i1.35830. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/35830/19980>. Acesso em: 24 abr. 2024.

PAIVA, L. E. *et al.* Manejo da cultura da bananeira. *In*: ROCHA, E. M. de M.; DRUMOND, M. A. **Fruticultura irrigada: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Cap. 14. Disponível em: bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1124411&biblioteca=vazio&busca=1124411&qFacets=1124411&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1. Acesso em: 08 mar. 2024.

PUMA-FLORES, M.; ROSA-DÍAZ, I. M. Promoting sustainable agri-food systems through sustainability and responsible marketing: the case of peruvian companies at international trade shows. **Journal of Cleaner Production**, v. 448, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141568>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652624010163> . Acesso em 14 mar. 2024.

REBOUÇAS T. A., *et al.* Pre-selection of banana somaclones resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense, subtropical race 4, **Crop Protection**, volume 147, 2021,

105692, ISSN 0261-2194, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105692>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219421001629>).

RIBEIRO, L. R.; OLIVEIRA, L. M. de; SILVA, S. de O. e; BORGES, A. L. Evaluation of banana cultivars in conventional and organic crop system. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35. p.508-517. 2013.DOI: 10.1590/S0100-29452013000200021.

ROBINSON, J. C.; GALÁN SAÚCO, V. Plátanos y bananas. 2. Ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2012. 321 p.

ROQUE, R. de L. *et al.* Desempenho agrônômico de genótipos de bananeira no recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 598–609, jul. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/6nF4Sqkns6GfGY7rsptZZs/?lang=pt#> Acesso em: 03 mai. 2024.

ROSALES, F. E. (Ed.); ALVAREZ, J. M.; VARGAS, A. Guía práctica para la producción de plátano con altas densidades: experiencias de América Latina y el Caribe. Montpellier: Bioversity International, 2008. 24p.

SÁNCHEZ TORRES, J. D.; MIRA CASTILLO, J. J. Principios para la nutrición del cultivo de banano. Medellín: Asociación de Bananeros de Colombia - AUGURA, 2013. 236p.

SANTOS, M. R. dos; DONATO, S. L. R.; MAGALHÃES, D. B.; COTRIM, M. P. Precocity, yield and water-use efficiency of banana plants under planting densities and irrigation depths, in semiarid region. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, p. e53036, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-40632019v4953036>. Acesso em: 20 abr. 2024.

SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A. Produção da bananeira 'Nanição' em diferentes densidades de plantas e sistemas de espaçamento. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 105-113, jan. 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000100013>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001000100013&lng=en&nrm=iso . Acesso em: 30 jun. 2019.

SILVA, S. de O. e, FLORES, J. C. de O.; LIMA NETO, F. P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 37, n. 11, p. 1567-1574, nov. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/RZVFYwrFPkrYCZd93jPFPfM/?format=pdf>. Acesso em: 08 mar. 2024.

SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; CAVALCANTI, A. C.; CUNHA, T. J. F. Principais solos do semi-árido do Nordeste do Brasil: "Dia de Campo". In: Curso [sobre] manejo e conservação do solo e da água, 2, 2006, Juazeiro. Palestras... Juazeiro: MAPA; SFA-BA; Embrapa Semi-Árido; Embrapa Solos, 2005. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/157855>. Acesso em: 30 jun. 2019.

SILVA, J. T. A. da *et al.* **Diagnóstico nutricional da bananeira 'Prata-Anã' para o norte de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. (EPAMIG. Boletim Técnico, 70). 16 p.

SILVA, S. de O. e; ALVES, E. J.; SHEPERD, K.; DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E. J. **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília, DF: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1997. p. 85-105.

SILVA, S. de O. e; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; CORDEIRO, Z. J. M. Variedades. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Eds.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 45-58.

SILVA, S. de O. e, AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; FERREIRA, C. F.; DITA RODRIGUEZ, M. A. Melhoramento genético da bananeira: estratégias e tecnologias disponíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 919–931, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/9T8bBWPJKZbvWRdHDKdt5Ny/#> . Acesso em: 08 mar. 2024.

SIMMONDS, N. W. The evolution of the Bananas. London: Longman, 1962.

SIQUEIRA, C. L. *et al.* Growth and production of 'Prata Anã Gorutuba' banana under different planting densities. **Scientia Agricola**, v.78, n.1, p. e20190031, 2021.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2019-0031>. Acesso em: 24 abr. 2024.

SOARES, F. A. L. *et al.*. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras "Prata Anã" e "Grand Naine". **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 2054–2058, out. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/C4fFpjbCfCzZsC3J3T5v4Yf/#>. Acesso em: 24 mai. 2024.

SOTO BALLESTERO, M. Historia del banano. *In*: _____. (org). **Bananos: cultivo y comercialización**. 2. Ed. San José: LIL, 1992. p. 1-19.

SOTO BALLESTERO, M; RUIZ, E. Descripción Botánica. *In*: SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: cultivo y comercialización**. 2. Ed. San José: LIL, 1992. p.21-103.

SOTO BALLESTERO, M.; SANCHO, H. Ecología del banano. *In*: SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: cultivo y comercialización**. 2. Ed. San José: LIL, 1992. p. 105-137.

STOVER R. H. Canopy management in Valery and Grand Naine using leaf area index and photosynthetically active radiation measurements. **Fruits**, v.39, n. 2, p. 89–93. 1984.

SWAIN, S.; PRADHAN, B.; PATIL, PRAKASH. Evaluating Efficacy of High Density Planting in Banana under Coastal Plain Zone of Odisha. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*, v.9, n.11, p.152-160. 2020. Doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.911.018>. Disponível em: <https://www.ijcmas.com/abstractview.php?ID=19959&vol=9-11-2020&SNo=18>. Acesso em: 30 abr. 2024.

TAVARES FILHO, G. S. **Atividade das enzimas β -glicosidase e arilsufatase em solos do submédio do Vale do São Francisco**. 45 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, 2022.

ULLOA CORTAZAR, S. M.; WOLF, E. D.; ARMENDÁRIZ GONZÁLEZ, I. Effect of plant density on growth and yield in Barraganete plantain (*Musa paradisiaca* (L.) AAB cv. Curare Enano for a single harvest cutting in Provincia de Los Ríos, Ecuador. **Acta**

Agronómica, v. 66(3), p. 367-372. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/acag.v66n3.52198>. Acesso em: 25 abr. 2024.

WAMAN, A. A. *et al.* Micropropagules can profitably save the choicest Silk banana from extinction. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, India Section B: Biological Sciences, 84(3), 847–854. 2014. doi:10.1007/s40011-014-0349-0. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1007/s40011-014-0349-0>. Acesso em: 19 abr. 2024.

WASI, A. A. *et al.* Influence of Different Plant Densities and Fertilizer Levels on Growth and Yield Parameters in Banana cv. Grand Naine. **Afghanistan Research Journal - Natural Science**, Herat. v. 2, n. 1, p. 1-7, dec. 2021. Disponível em: <https://www.arj.af/index.php/arj/article/view/10>. Acesso em: 19 abr. 2024.

WEZEL, A. *et al.* Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, 34(1), 1–20. doi:10.1007/s13593-013-0180-7 Acesso em: 14 jun. 2024. Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-013-0180-7>

ZICA, L. F.; SIMÃO, S. Efeito do espaçamento e desbaste na produção da bananeira do cultivar "Maçã" (*Musa sp.*). *Anais da Escola de Agronomia e Veterinária, Goiânia*, v. 4, n. 1, p. 47-52, jan./dez. 1974. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/riserver/api/core/bitstreams/184ee351-7bc0-45bf-b281-47d349e1cf06/content>. Acesso em: 7 dez. 2023.