

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE DOUTORADO**

**CARACTERIZAÇÃO DA MANIPUEIRA E SUA UTILIZAÇÃO
PARA A PRODUÇÃO DO COENTRO 'VERDÃO' E DA
PIMENTA 'BIQUINHO'**

Andrezza Grasielly Costa

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2020**

CARACTERIZAÇÃO DA MANIPUEIRA E SUA UTILIZAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DO COENTRO 'VERDÃO' E DA PIMENTA 'BIQUINHO'

Andrezza Grasielly Costa

Engenheira Agrícola e Ambiental

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, 2015

Mestre em Manejo de Solo e Água

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, 2017

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Luciano da Silva Souza

Coorientador: Dr. Willian Fernandes de Almeida

Coorientadora: Profa. Dra. Marcela Rebouças Bomfim

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

C837c

Costa, Andrezza Grasielly

Caracterização da manipueira e sua utilização para a produção do coentro 'Verdão' e da pimenta 'Biquinho' / Andrezza Grasielly Costa. _ Cruz das Almas, BA, 2020. 139f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Luciano da Silva Souza

Co-Orientador: Prof. Dr. Willian Fernandes de Almeida

Co-Orientador: Prof^a. Dr^a. Marcela Rebouças Bomfim

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Doutorado em Engenharia Agrícola

1. Mandioca. 2. Água residuária da mandioca - Manipueira
3. Agricultura Familiar. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.
II.Título.

CDD: 633.682

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.
Responsável pela Elaboração - Neubler Nilo Ribeiro da Cunha (*Bibliotecário CRB5/1578*)
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE DOUTORADO**

**CARACTERIZAÇÃO DA MANIPUEIRA E SUA UTILIZAÇÃO PARA A
PRODUÇÃO DO COENTRO 'VERDÃO' E DA PIMENTA 'BIQUINHO'**

Comissão Examinadora da Defesa de Tese de
Andrezza Grasielly Costa

Aprovada em 28 de Fevereiro de 2020

Prof. Dr. Luciano da Silva Souza
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
(Orientador)

Prof. Dr. Tales Miler Soares
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
(Examinador interno)

Dra. Ana Lúcia Borges
Embrapa Mandioca e Fruticultura
(Examinador externo)

Dr. Francisco Alisson da Silva Xavier
Embrapa Mandioca e Fruticultura
(Examinador externo)

Profa. Dra. Paula Ângela Umbelino Guedes Alcoforado
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
(Examinador externo)

DEDICATÓRIA

A Deus, meu amor maior, minha força, meu amparo, meu sustento... eu nada sou sem Ti! Aos meus pais, Andriê Costa e Geralda Silva; aos meus irmãos, Andreia Costa e Diego Costa; e ao meu amado, Rodolfo Palhares, por todo incentivo, compreensão e amor. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte inesgotável de inspiração, conhecimento e sabedoria.

Ao meu orientador, Luciano Souza, uma das razões pelo qual eu persisti. Não tenho palavras para agradecer por sua imensa paciência, mansidão e aprendizagem prestada. Sinto-me honrada por tê-lo como orientador.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo apoio financeiro. À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e aos coorientadores, Willian Fernandes e Marcela Rebouças. A todos os docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), em especial aos Prof. Tales Miler e Eugênio Coelho. Aos docentes João Albany Costa, Sérgio Ricardo, Alessandra Valentim, Jerônimo Avito e Carlos Bragança.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), sobretudo, a Milton Rosa, Vanderlei Santos, Helton Fleck, Alberto Vilarinhos, Joselito Motta, Luciano Pinheiro, Roque Vieira e Magno Guimarães. Deixo registrado ainda meus sinceros agradecimentos ao saudoso Dr. Mauto Diniz (*In memoriam*), por todo conhecimento transmitido e material cedido. Registro agradecimento especial a Francisco Alisson Xavier, pela valiosa contribuição na avaliação do trabalho por ocasião da apresentação e defesa e, sobretudo, na fase final de ajustes pós-defesa.

A Alide Mitsue, Marcos Roberto, Edilson Santos, Mardja Luma, Vanessa Tainara, Thais Cristina, Evellyn Freire, Lucas Batista, Fábio Seixas, Laís Monique, Daniel Ribeiro, Carlos Pugas, Maria de Lurdes, Fabiene Dias, Ailton Boa Sorte, Petterson Costa, Mairton Silva, Carolina Yamamoto, Carlos Oliveira, Valquíria Santos, Jilson Cruz e Rosane Sant'ana.

Aos produtores que se dispuseram a participar da pesquisa, além da concessão dos insumos primordiais para a execução do presente estudo.

Aos membros da comissão examinadora pelas ricas contribuições.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a executoriedade do presente estudo.

Muitíssimo obrigada!

EPÍGRAFE

Seu valor não está naquilo que você conquistou, mas está ancorado para sempre no fato de que Jesus foi oferecido em sacrifício por cada um de nós.

Louie Giglio

CARACTERIZAÇÃO DA MANIPUEIRA E SUA UTILIZAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DO COENTRO 'VERDÃO' E DA PIMENTA 'BIQUINHO'

RESUMO – A cultura da mandioca apresenta elevada importância socioeconômica e alimentar, principalmente para agricultores de base familiar que destinam a maior parte da produção para a fabricação de farinha. Esta atividade causa diversos inconvenientes, devido aos resíduos gerados durante o processamento da raiz. O resíduo líquido, denominado manipueira, configura-se como o principal problema da cadeia produtiva, por apresentar elevada carga orgânica e presença de ácido cianídrico tóxico (HCN) ao ambiente. A composição da manipueira varia com o teor de HCN da raiz, cultivar de mandioca, diferentes condições de crescimento, escalas de processamento e métodos de extração. Nesse contexto, o presente trabalho se propôs a caracterizar a manipueira de acordo com as cultivares de mandioca e aipim e com as condições de cultivo relativas ao solo, além de avaliar o potencial para sua utilização na produção do coentro 'Verdão' e da pimenta 'Biquinho', em substituição ao esterco bovino ou à adubação mineral. Para tanto, foram selecionadas as principais cultivares utilizadas para fabricação de farinha pelos agricultores do Município de São Felipe, Bahia, Brasil ('Salangó Preta', 'Cigana', 'Platina', 'Eucalipto', 'Graveto', 'Milagrosa', 'Cidade Rica' e 'Correnteza'), além de cultivares desenvolvidas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura ('Kiriris', 'Formosa' e 'Poti Branca'). A seguir, foram coletadas amostras de raízes dessas cultivares, para caracterização da manipueira, e de solo, para realização de análises físicas e químicas. Na sequência realizou-se o cultivo do coentro 'Verdão' e da pimenta 'Biquinho' para avaliar o potencial promissor do efluente no rendimento das culturas, em casa de vegetação do Núcleo de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva, univariada e multivariada. Os atributos das manipueiras de diferentes cultivares de mandioca e aipim apresentaram baixa e média variabilidade. Manipueira de alta qualidade foi obtida das cultivares 'Graveto' e 'Eucalipto', média de 'Salangó Preta', 'Platina', 'Milagrosa', 'Correnteza', 'Cidade Rica' e 'Formosa' e baixa de 'Cigana', 'Kiriris' e 'Poti Branca'. A condutividade elétrica revelou-se um indicador de qualidade nutricional de manipueiras de origens diversas na região. Alta ou muito alta variabilidade de atributos químicos do solo ocorreu em áreas de produção de mandioca e aipim sob diferentes manejos. As diferentes condições de cultivo e de fertilidade química do solo não foram determinantes da qualidade da manipueira. Os maiores rendimentos do coentro 'Verdão' foram obtidos com a aplicação de manipueira em conjunto com esterco bovino, sendo que a aplicação de 45 m³ ha⁻¹ de manipueira, na presença de esterco bovino, proporcionou maiores área foliar, massa fresca da parte aérea e suculência da parte aérea. A aplicação isolada de manipueira, na dose de 150 m³ ha⁻¹, proporcionou produtividade da pimenta 'Biquinho' equivalente à obtida com a aplicação de 100 % da adubação mineral recomendada para essa cultura, permitindo assim a substituição parcial ou total dessa adubação pela manipueira.

Palavras-Chave: Água residuária da mandioca; *Capsicum chinense* Jacq.; *Coriandrum sativum* L.; *Manihot esculenta* Crantz; Reuso

CHARACTERIZATION OF THE *MANIPUEIRA* AND ITS USE FOR THE PRODUCTION OF 'VERDÃO' CORIANDER AND 'BIQUINHO' PEPPER

ABSTRACT – The cassava crop has high socioeconomic and food importance, especially for family-based farmers who use the most of their production for flour manufacture. This activity causes several inconveniences, due to the residues generated during the root processing. The liquid residue, called *manipueira*, is configured as the main problem of the cassava production chain, due to its high organic load and the presence of environment toxic cyanide acid (HCN). The *manipueira* composition varies with the root HCN content, cassava cultivar, different growth conditions, processing scales, and extraction methods. In this context, the present work aimed to characterize the *manipueira* according to the cassava cultivars and the soil cultivation conditions. Then, the potential for its use in the production of 'Verdão' coriander and 'Biquinho' pepper, as a substitute for bovine manure or mineral fertilization, was evaluated. For this purpose, the main cassava cultivars used for flour production by farmers in the municipality of São Felipe, Bahia, Brazil, were selected ('Salangó Preta', 'Cigana', 'Platina', 'Eucalipto', 'Graveto', 'Milagrosa', 'Cidade Rica', and 'Correnteza'), in addition to cultivars developed by Embrapa Cassava & Fruits ('Kiriris', 'Formosa', and 'Poti Branca'). Next, root samples of these cultivars were collected to characterize the *manipueira*, and, at the same time, soil samples to perform physical and chemical analysis. Subsequently, 'Verdão' coriander and 'Biquinho' pepper were grown to evaluate the promising potential of this effluent in crop yield, in a greenhouse at the Water and Soil Engineering Center of the Federal University of Recôncavo da Bahia, in Cruz das Almas, Bahia, Brazil. The results obtained were submitted to descriptive, univariate, and multivariate statistical analysis. The *manipueira* attributes of different cassava cultivars showed low and medium variability. High quality *manipueira* was obtained from the cultivars 'Graveto' and 'Eucalipto'; medium quality from 'Salangó Preta', 'Platina', 'Milagrosa', 'Correnteza', 'Cidade Rica', and 'Formosa'; and low quality from 'Cigana', 'Kiriris', and 'Poti Branca'. Electrical conductivity proved to be a nutritional quality indicator of the *manipueira* from different origins in the region. High or very high variability of soil chemical attributes occurred in areas of cassava production under different managements. The different cultivation conditions and soil chemical fertility were not determinants of the *manipueira* quality. The highest yields of 'Verdão' coriander were obtained with the *manipueira* application together with bovine manure. The application of 45 m³ ha⁻¹ of *manipueira*, in the presence of bovine manure, provided greater leaf area, fresh mass of the aerial part, and succulence of the 'Verdão' coriander aerial part. The isolated *manipueira* application, at the dose of 150 m³ ha⁻¹, provided 'Biquinho' pepper productivity equivalent to that obtained with the application of 100 % of the mineral fertilizer recommended for this crop, thus allowing the partial or total replacement of this fertilization by the *manipueira*.

Key words: Cassava wastewater; *Capsicum chinense* Jacq.; *Coriandrum sativum* L.; *Manihot esculenta* Crantz; Reuse

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DA MANIPUEIRA ORIUNDA DO PROCESSAMENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANDIOCA E AIPIM

Figura 1. Percentual das cultivares de mandioca e aipim⁽¹⁾ utilizadas pelos produtores para a produção de farinha no Município de São Felipe-BA, 2018.

..... 37

Figura 2. Diagrama biplot das componentes principais 1 e 2 integrando os atributos das manipueiras e as diferentes cultivares de mandioca e aipim amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018. As elipses correspondem à separação dos grupos indicados pela análise de agrupamento (*Cluster*). Informações sobre as cultivares estão apresentadas na Tabela 1. 47

Figura 3. Correlação entre condutividade elétrica (CE) e sólidos dissolvidos totais (TDS) (A), condutividade elétrica e cálcio (Ca) (B), condutividade elétrica e potássio (K) (C) e sólidos dissolvidos totais e potássio (D), para manipueiras de diferentes cultivares de mandioca e aipim amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018..... 50

CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS CULTIVADOS COM MANDIOCA SOB DIFERENTES MANEJOS

Figura 1. Diagramas das componentes principais 1 e 2 integrando os atributos dos solos com as áreas onde ocorreu amostragem de raízes de mandioca e aipim para caracterização da manipueira, no Município de São Felipe-BA, 2018. As elipses correspondem à separação dos grupos indicados pela análise de agrupamento (*Cluster*)..... 73

CAPÍTULO 3 – PRODUÇÃO DE COENTRO 'VERDÃO' EM RESPOSTA A DIFERENTES DOSES DE MANIPUEIRA

Figura 1. Desdobramento da interação em função das doses de manipueira na ausência (Y_1) e na presença (Y_2) de esterco bovino para as variáveis: altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule do coentro 'Verdão' aos 30 (A, C, E) e 40 (B, D, F) dias após a semeadura (DAS), em Cruz das Almas-BA, 2019.

..... 89

Figura 2. Médias das taxas de crescimento absoluto, no período de 30 a 40 dias após a semeadura (DAS) do coentro 'Verdão', cultivado na presença e ausência de esterco bovino⁽¹⁾ (A) e sob diferentes doses de manipueira (B), em Cruz das Almas-BA, 2019..... 91

Figura 3. Desdobramento da interação em função das doses de manipueira na ausência (Y_1) e na presença (Y_2) de esterco bovino para as variáveis: área foliar (A), taxa de crescimento relativo¹ (B), massa fresca da parte aérea (C), massa seca da parte aérea (D) e suculência da parte aérea (E) do coentro 'Verdão' aos 40 dias após a semeadura (DAS), em Cruz das Almas-BA, 2019..... 92

CAPÍTULO 4 – USO DA MANIPUEIRA NA PRODUÇÃO DE PIMENTA 'BIQUINHO'

Figura 1. Médias do diâmetro do caule (A, B) e da massa seca da parte aérea (C, D) da pimenta 'Biquinho' aos 100 dias após o transplantio, sob diferentes proporções de

adubação mineral ⁽¹⁾ e doses de manipueira, respectivamente, em Cruz das Almas-BA, 2019.....	110
Figura 2. Desdobramento da interação em função das doses de manipueira com adição de 0 (▲), 50 (■) e 100 % (◆) da adubação mineral recomendada para a cultura da pimenta 'Biquinho" aos 100 dias após o transplântio, para as variáveis: altura da planta (A), número de folhas (B), área foliar (C), clorofila total (D), clorofila <i>a</i> (E) e clorofila <i>b</i> (F), em Cruz das Almas-BA, 2019.....	111
Figura 3. Médias da produtividade (A, B) e espessura da parede do fruto (C, D) da pimenta 'Biquinho' sob diferentes proporções de adubo mineral e doses de manipueira, respectivamente, aos 100 dias após o transplântio, em Cruz das Almas-BA, 2019.....	114
Figura 4. Desdobramento da interação em função das doses de manipueira com adição de 0 (▲), 50 (■) e 100 % (◆) da adubação mineral recomenda para a cultura da pimenta para as variáveis: número de frutos (A), comprimento do fruto (B), diâmetro do fruto (C), comprimento do bico (D), massa fresca do fruto (E) e massa seca do fruto (F) aos 100 dias após o transplântio, em Cruz das Almas-BA, 2019.	116
Figura 5. Médias do pH do solo cultivado com da pimenta 'Biquinho' sob diferentes proporções de adubo mineral ⁽¹⁾ (A) e doses de manipueira (B) ao final dos 100 DAT, em Cruz das Almas-BA, 2019.	118
Figura 6. Desdobramento da interação da variável condutividade elétrica do extrato de saturação do solo cultivado com pimenta 'Biquinho' em função das doses de manipueira com adição de 0 (▲), 50 (■) e 100 % (◆) da adubação mineral recomendada para a cultura ao final dos 100 DAT, em Cruz das Almas-BA, 2019.	119

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DA MANIPUEIRA ORIUNDA DO PROCESSAMENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANDIOCA E AIPIM

Tabela 1. Condições de crescimento das cultivares de mandioca e aipim coletadas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.	38
Tabela 2. Resultados analíticos da manipueira das cultivares de mandioca e aipim amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.	41
Tabela 3. Resultados da análise estatística descritiva para os dados analíticos das manipueiras das cultivares de mandioca e aipim amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.....	43
Tabela 4. Matriz de correlação entre as variáveis relativas aos atributos da manipueira, considerando os dados obtidos para todas as cultivares amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.	44
Tabela 5. Autovalores e variância acumulada obtidos na análise de componentes principais (ACP), a partir dos dados originais de atributos da manipueira de diferentes cultivares de mandioca e aipim amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.	45
Tabela 6. Relação entre as cultivares de mandioca e a composição da manipueira.	49

CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS CULTIVADOS COM MANDIOCA SOB DIFERENTES MANEJOS

Tabela 1. Solos de áreas de cultivo de mandioca e aipim sob diferentes manejos, nas quais foram coletadas amostras de raízes para caracterização da manipueira oriunda do seu processamento, no Município de São Felipe-BA, 2018.	64
Tabela 2. Análise granulométrica, atributos químicos e teores de micronutrientes dos solos das áreas onde ocorreu amostragem de raízes de cultivares de mandioca e aipim, para avaliação da manipueira, no Município de São Felipe-BA, 2018.	68
Tabela 3. Resultados da análise estatística descritiva para os dados analíticos dos solos das áreas onde ocorreu amostragem de raízes de cultivares de mandioca e aipim, para avaliação da manipueira, no Município de São Felipe, Bahia, 2018.	70
Tabela 4. Matriz de correlação de Pearson obtida a partir dos dados originais dos atributos dos solos das áreas onde ocorreu amostragem de raízes de mandioca e aipim, para avaliação da manipueira, no Município de São Felipe-BA, 2018.	71
Tabela 5. Autovalores e variância acumulada obtidos na análise de componentes principais (ACP), a partir dos dados originais dos atributos dos solos das áreas onde ocorreu amostragem de raízes de mandioca e aipim para caracterização da manipueira, no Município de São Felipe-BA, 2018.....	72
Tabela 6. Relação entre as condições de cultivo e a qualidade da manipueira.	75

CAPÍTULO 3 – PRODUÇÃO DE COENTRO 'VERDÃO' EM RESPOSTA A DIFERENTES DOSES DE MANIPUEIRA

Tabela 1. Atributos químicos e composição textural do LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico utilizado, coletado na camada de 0-0,20 m, em Cruz das Almas-BA, 2019.....	84
Tabela 2. Característica da manipueira aplicada no cultivo do coentro 'Verdão', em Cruz das Almas-BA, 2019.	85
Tabela 3. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para as variáveis altura da planta (AP), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) do coentro 'Verdão' cultivado sob doses de manipueira na presença e ausência de esterco bovino, aos 30 e 40 dias após a semeadura (DAS), em Cruz das Almas-BA, 2019.....	88
Tabela 4. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para as variáveis área foliar (AF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e suculência da parte aérea (SCPA) do coentro 'Verdão' cultivado sob doses de manipueira na presença e ausência de esterco bovino, aos 40 dias após a semeadura (DAS), em Cruz das Almas-BA, 2019.....	90

CAPÍTULO 4 – USO DA MANIPUEIRA NA PRODUÇÃO DE PIMENTA 'BIQUINHO'

Tabela 1. Atributos químicos e composição textural do LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico utilizado, coletado na camada de 0-0,20 m, em Cruz das Almas-BA, 2019.....	105
Tabela 2. Característica da manipueira aplicada no cultivo da pimenta 'Biquinho'.	107
Tabela 3. Resumo da análise de variância com respectivos quadrados médios para as variáveis altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), clorofila total (CT), clorofila <i>a</i> (Cl _a), clorofila <i>b</i> (Cl _b) e massa seca da parte aérea (MSPA) da pimenta 'Biquinho' aos 100 dias após o transplântio, cultivada sob diferentes proporções de adubação mineral (A) recomendada para a cultura e doses de manipueira (M), em Cruz das Almas-BA, 2019.....	109
Tabela 4. Resumo das análises de variância com respectivos quadrados médios para as variáveis número de frutos (NFR), produtividade total (PROD), massa fresca do fruto (MFF), massa seca do fruto (MSF), comprimento do fruto (COMP), diâmetro do fruto (DIAM), comprimento do bico (BIC) e espessura da parede do fruto (EPF) da pimenta 'Biquinho' aos 100 dias após o transplântio, cultivada sob doses de manipueira e diferentes proporções de adubação mineral recomendada para a cultura, em Cruz das Almas-BA, 2019.....	113
Tabela 5. Resumo das análises de variância com respectivos quadrados médios para as variáveis potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do solo cultivado com a pimenta 'Biquinho' sob diferentes proporções de adubação mineral e doses de manipueira, ao final dos 100 dias após o transplântio, em Cruz das Almas-BA, 2019.....	118

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. HIPÓTESES	4
3. OBJETIVOS	5
3.1. OBJETIVO GERAL	5
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4. REFERENCIAL TEÓRICO	6
4.1. A CULTURA DA MANDIOCA	6
4.2. ADUBAÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DA MANDIOCA	8
4.3. CARACTERÍSTICAS E FORMAS DE APROVEITAMENTO DA MANIPUEIRA	9
4.4. MANIPUEIRA COMO FONTE DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA	13
4.5. COENTRO 'VERDÃO'	15
4.6. PIMENTA 'BIQUINHO'	17
5. REFERÊNCIAS	20
CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DA MANIPUEIRA ORIUNDA DO PROCESSAMENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANDIOCA E AIPIM	30
1. INTRODUÇÃO	33
2. MATERIAL E MÉTODOS	36
2.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	36
2.2. SELEÇÃO DAS CULTIVARES DE MANDIOCA E AIPIM	36
2.3. ANÁLISE DA QUALIDADE DA MANIPUEIRA	39
2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4. CONCLUSÕES	52
5. REFERÊNCIAS	53
CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS CULTIVADOS COM MANDIOCA SOB DIFERENTES MANEJOS	57
1. INTRODUÇÃO	60
2. MATERIAL E MÉTODOS	63
2.1. ÁREA DO ESTUDO	63
2.2. AMOSTRAGEM E ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO DE CULTIVO	63

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
4. CONCLUSÕES	76
5. REFERÊNCIAS	77
CAPÍTULO 3 – PRODUÇÃO DE COENTRO 'VERDÃO' EM RESPOSTA A DIFERENTES DOSES DE MANIPUEIRA	79
1. INTRODUÇÃO	82
2. MATERIAL E MÉTODOS	84
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	84
2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	84
2.3. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	86
2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	87
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
4. CONCLUSÕES	95
5. REFERÊNCIAS	96
CAPÍTULO 4 – USO DA MANIPUEIRA NA PRODUÇÃO DE PIMENTA 'BIQUINHO'	100
1. INTRODUÇÃO	103
2. MATERIAL E MÉTODOS	105
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	105
2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	105
2.3. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	107
2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	108
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	109
4. CONCLUSÕES	121
5. REFERÊNCIAS	122
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	126

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio tem significativa participação na economia do Brasil, contribuindo com cerca de 21,4 % do Produto Interno Bruto – PIB no ano de 2019 (CEPEA, 2020). Dentre a produção agrícola nacional, a mandioca vem se destacando devido ao seu grande e diverso potencial. A produção nacional de mandioca no ano de 2019 foi equivalente a 18,9 milhões de toneladas. A Bahia é a maior produtora da Região Nordeste, ocupando a sexta posição no ranking nacional, ficando atrás do Pará, líder em produção, Paraná, São Paulo, Amazonas e Acre, com produção equivalente a 963.000 toneladas na safra de 2019 (IBGE, 2020).

A farinha de mandioca é um dos principais produtos da cadeia produtiva, muito presente na dieta dos brasileiros, principalmente para a população de baixa renda. Durante o processamento da mandioca para a produção de farinha ocorre a liberação de um líquido de coloração amarela, denominado manipueira, ou água da mandioca, como é conhecida pelos produtores (PONTE, 2006). A composição da manipueira varia de acordo com o teor de ácido cianídrico da raiz, cultivar de mandioca utilizada no processamento, diferentes condições de crescimento, escalas de processamento e métodos de extração (CEREDA; MATTOS, 1996; FAO, 2004).

O descarte da manipueira ocorre diretamente no solo, nas proximidades das casas de farinha, sem qualquer controle ambiental, podendo provocar a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, causar alterações em atributos físicos e químicos do solo, devido às elevadas concentrações de nutrientes, além de proporcionar odores desagradáveis na circunvizinhança (IZAH et al., 2018). Outra característica relevante é a presença do ácido cianídrico (HCN), composto tóxico presente na mandioca que pode provocar a morte de animais e plantas, quando utilizada a manipueira logo após a prensagem (FAO, 2004; SANTOS, 2009).

Inúmeros estudos vêm sendo desenvolvidos na busca de soluções para minimizar esses impactos, por meio da utilização da manipueira para os mais diversificados fins, como: alimentação animal, pesticida, inseticida, compostagem, produção de bioenergia (biogás, etanol, ...), fabricação de tijolos, adsorção de metais pesados, adsorção de biossurfactantes e, principalmente, como adubo orgânico (UBALUA, 2007; SANTOS, 2009; RIBAS et al., 2010; DUARTE et al., 2012; DANTAS et al., 2015; BEZERRA; BEZERRA, 2016; DINIZ et al., 2016; BEZERRA et al., 2017; IZAH et al., 2019).

A utilização da manipueira como adubo orgânico ocorre devido ao seu elevado teor de matéria orgânica (MO) e a presença de nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (DANTAS et al., 2015), configurando-se como alternativa vantajosa e promissora para o suprimento da demanda nutricional das plantas. Dantas et al. (2016) destacaram que seu uso como fertilizante proporciona aumento no rendimento das culturas e economia com fertilizantes minerais, além de ser uma opção economicamente viável. O aproveitamento da manipueira como adubo configura-se como uma oportunidade para, ao mesmo tempo, reduzir problemas sanitários causados pelo lançamento indiscriminado do mesmo nas proximidades das casas de farinha, melhorar a qualidade ambiental e, por fim, proporcionar alternativa para geração de renda por agricultores familiares que têm a mandioca como um dos principais cultivos.

A literatura tem mostrado a eficácia da utilização de manipueira na produção de hortaliças, como: tomate (VIEITES, 1998), alface (DUARTE et al., 2012), rúcula (BEZERRA; BEZERRA, 2016) e pimentão (LIMA; VALENTE, 2017). Os estudos voltados para a produção de hortaliças relacionam-se ao fato de as mesmas serem bastante difundidas na agricultura familiar e os grandes volumes de manipueira serem comumente gerados por esse segmento de mercado.

Dentre as hortaliças cultivadas no Brasil pode-se destacar o cultivo do coentro e da pimenta, principalmente na Região Nordeste do Brasil (EMBRAPA, 2010; LINHARES et al., 2012). O coentro é uma cultura anual, carecida de matéria orgânica e tolerante a acidez, sendo a cultivar Verdão (*Coriandrum sativum* L.) líder de mercado no Brasil (SILVA et al., 2016). As pimenteiras configuram-se como uma das mais ecléticas hortaliças e entre elas a pimenta 'Biquinho' (*Capsicum chinense* Jacq.) vem se destacando no mercado, devido ao seu aroma peculiar, sabor característico e ausência da pungência (HEINRICH et al., 2015), sendo exigente quanto ao sistema de drenagem e teor de matéria orgânica (SENAR, 2017).

Levando em consideração que essas hortaliças são cultivadas principalmente por produtores familiares, bem como o expressivo teor de matéria orgânica e nutrientes presentes na manipueira, a reutilização desse efluente pode configurar-se como uma opção ambientalmente desejável e economicamente satisfatória, por ser uma alternativa para geração de renda por agricultores familiares que têm a mandioca como um dos principais cultivos.

Dessa forma, o presente trabalho foi constituído por quatro capítulos. O Capítulo 1 aborda as principais cultivares de mandioca e aipim utilizadas no processamento para produção de farinha no Município de São Felipe-BA e a composição da manipueira obtida a partir do processamento dessas cultivares. O Capítulo 2 apresenta atributos dos solos de áreas de cultivo das respectivas cultivares de mandioca e aipim avaliadas e sua influência na composição da manipueira. E, por fim, o aproveitamento da manipueira como fonte de adubação orgânica para as culturas do coentro 'Verdão', abordado no Capítulo 3, e da pimenta 'Biquinho', no Capítulo 4.

2. HIPÓTESES

A literatura é evidente em atribuir à manipueira a presença de expressiva carga orgânica e de nutrientes para o desenvolvimento de plantas. Além disso, informa que a composição da manipueira quanto às características físico-químicas varia em função da diversidade de variedades de mandioca e das condições de cultivo, principalmente do solo e seu manejo. Essa falta de padronização da manipueira, portanto, dificultaria seu aproveitamento como adubo orgânico, visto que cada manipueira teria sua composição própria e, conseqüentemente, o efeito nas plantas seria positiva ou negativamente diferenciado.

Com isso, este trabalho buscou testar as seguintes hipóteses: 1) manipueiras obtidas de diferentes cultivares de mandioca e aipim, cultivadas em diversas condições de crescimento no Município de São Felipe-BA, apresentam ampla variabilidade de atributos físico-químicos; 2) essa variabilidade de atributos da manipueira aumenta quando as condições de cultivo são diversas, especificamente quanto à existência de grande variabilidade da fertilidade química do solo, como se espera ocorrer em áreas cultivadas com mandioca e aipim por pequenos agricultores no Município de São Felipe-BA, os quais não realizam análise de solo e adubam a cultura com diversos tipos e quantidades de insumos; 3) a definição de um indicador de qualidade nutricional da manipueira, de baixo custo, seria uma ferramenta importante para minimizar a incerteza quanto ao resultado de sua utilização como adubo orgânico, devida à origem diversa da manipueira, possibilitando ainda orientar prováveis suplementações de nutrientes; e 4) a manipueira pode ser utilizada como adubo orgânico no cultivo do coentro 'Verdão' e da pimenta 'Biquinho', em substituição parcial ou total de adubação orgânica ou mineral.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho se propôs a caracterizar a manipueira de acordo com as cultivares de mandioca e aipim e com as condições de cultivo, principalmente relativas ao solo, além de avaliar o potencial para sua utilização na produção do coentro 'Verdão' e da pimenta 'Biquinho', em substituição ao esterco bovino ou à adubação mineral.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, assumiram-se:

- Determinar atributos físico-químicos de manipueiras oriundas de diferentes cultivares de mandioca e aipim utilizadas na fabricação de farinha, em unidades familiares de processamento no Município de São Felipe-BA.
- Definir um indicador de qualidade nutricional da manipueira, de baixo custo, de forma a minimizar a incerteza quanto ao resultado de sua utilização como adubo orgânico, devida à origem diversa da manipueira, possibilitando ainda orientar prováveis suplementações de nutrientes.
- Avaliar atributos físicos e químicos de solos sob diferentes manejos no Município de São Felipe-BA, nas mesmas áreas de cultivo de mandioca e aipim amostradas para a avaliação da manipueira.
- Avaliar a influência das diferentes condições de cultivo de mandioca e aipim relativas ao solo, sobre atributos físico-químicos da manipueira.
- Avaliar o crescimento e a produção do coentro 'Verdão' submetido a doses de manipueira, na ausência e presença de esterco bovino.
- Avaliar o crescimento e a produção da pimenta 'Biquinho' em função de doses de manipueira associada a diferentes proporções de adubo mineral.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. A CULTURA DA MANDIOCA

A mandioca, raiz tuberosa comestível, pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Malpighiales, família Euphorbiaceae e gênero *Manihot*. Na perspectiva botânica, caracteriza-se como um arbusto lenhoso, variando entre 1 e 5 m de altura, com poucas ramificações. Suas folhas são de coloração verde escura e apresentam um formato semelhante a uma mão. As raízes são revestidas com uma fina casca fibrosa marrom avermelhada, apresentam diâmetro médio de 10 cm e comprimento variando de 20 a 40 cm (KATZ; WEAVER, 2003; USDA, 2009; FAO, 2013).

Trata-se de uma cultura de clima quente e úmido, tolerante à seca e a condições precárias de fertilidade química do solo. Apresenta uma faixa de temperatura ideal variando de 20 a 27 °C, havendo uma estagnação no crescimento a baixas temperaturas, cerca de 10 °C. Um melhor rendimento pode ser obtido nas altitudes de 600 a 800 m, mas algumas variedades se desenvolvem em altitudes de até 2.300 m (PRAKASH, 2005; SOUZA et al., 2009; USDA, 2009).

Apesar de a cultura suportar períodos de estiagem prolongados, há uma melhor produtividade em regiões com precipitação média anual entre 1.000 e 1.500 mm. Em relação aos atributos do solo, a mandioca se desenvolve bem em solos com textura franco-arenosa a argilo-arenosa. Além disso, é tolerante a variações do pH do solo, sendo 5,5 e 6,5 a faixa ideal para a cultura (SOUZA et al., 2009; USDA, 2009).

Uma característica relevante da cultura é a presença de compostos tóxicos, que tende a ser maior em solos pobres e em condições secas, classificando a cultura em dois grandes grupos: as mansas e as bravas (EMBRAPA, 2003; CHISTÉ; COHEN, 2006).

As mansas, também conhecidas como doce, mandioca de mesa, macaxeira ou aipim, são assim denominadas por apresentarem baixo teor de ácido cianídrico (HCN), da ordem de menos de 50 miligramas por quilo de raiz fresca sem casca. Variedades com valores entre 50 e 100 miligramas por quilo de raiz fresca sem casca são consideradas moderadamente venenosas (EMBRAPA, 2003; KATZ; WEAVER, 2003; CHISTÉ; COHEN, 2006; ALVES, 2006).

As bravas, conhecidas ainda como mandioca de indústria ou amarga, são extremamente tóxicas aos seres vivos, sendo capazes de causar envenenamento devido ao elevado teor de HCN, acima de 100 miligramas por quilo de raiz fresca sem casca, necessitando de processamentos extensivos antes de serem consumidas (EMBRAPA, 2003; KATZ; WEAVER, 2003; CHISTÉ; COHEN, 2006; ALVES, 2006).

No contexto geral, a planta é utilizada para os mais diversificados fins, sobretudo na alimentação humana e animal, nas indústrias farmacêuticas e têxteis, na produção de madeira compensada, papel, adesivos, embalagens, colas, mineração, produção de biocombustíveis, bebidas e calçados (SOUZA et al., 2009; SEBRAE, 2012; FAO, 2013).

Do ponto de vista socioeconômico, a mandioca configura-se como uma das principais fontes de calorias nos trópicos, devido sua tolerância a condições climáticas e edafológicas adversas, sendo consumida por cerca de 500 milhões de pessoas no mundo e produzida em mais de 80 países (EMBRAPA, 2003; FAO, 2008). De acordo com a FAO (2019a), a produção mundial de mandioca em 2018 foi de aproximadamente 277,8 milhões de toneladas, tendo como maiores produtores a Nigéria, Tailândia, República Democrática do Congo, Gana e Brasil.

A produção brasileira em 2018 foi de 19,4 milhões de toneladas de mandioca em 2,0 milhões de hectares, sendo a Região Norte a principal produtora nesse ano, liderando o setor com 33 % da produção nacional, seguida da Nordeste e Sul, com 26 % e 25 %, respectivamente. Dentre os estados do Nordeste, a Bahia liderou o segmento com produção de 1,5 milhões de toneladas, o equivalente a 7,9 % da produção nacional (IBGE, 2019a).

Conforme a base de dados do IBGE (2019b), a microrregião baiana de Santo Antônio de Jesus foi a maior produtora de mandioca da macrorregião de Salvador, produzindo o equivalente a 88.315 toneladas no ano de 2018. O Município de São Felipe foi quarto maior produtor da microrregião no ano equivalente, produzindo cerca de 9.000 toneladas de mandioca, destacando-se como importante insumo da agricultura familiar no Estado da Bahia

Moura e Farias Neto (2017) enfatizaram a importância do cultivo da mandioca no Brasil, não somente como fonte de alimentos, mas como fonte de emprego e renda, constituindo-se em importante elemento para a agricultura familiar. Segundo Chisté e Cohen (2006), a maior parte da produção de mandioca no Brasil é

destinada à fabricação de farinha, caracterizando-se como o único país da América Latina que consome farinha de mandioca em quantidades significativas.

Segundo a base de dados do IBGE (2020d), referente ao censo agropecuário de 2006, 264.882 unidades agropecuárias produziram cerca de 1,3 milhões de toneladas de farinha de mandioca, dentre os quais 1.193.214 toneladas foram produzidas com matéria-prima própria e 139.660 toneladas com matéria-prima adquirida, proporcionando valor de produção estimado em R\$ 1.055.038. Esse dado aproxima-se da informação que consta em Cardoso et al. (2006), de que a demanda de farinha de mandioca no Brasil em 2003 foi estimada em 1,4 milhões de toneladas.

4.2. ADUBAÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DA MANDIOCA

Embora a mandioca seja uma cultura pouco exigente quanto à fertilidade química do solo, a FAO (2004) descreveu que a escassez de nutrientes afeta a produtividade da cultura, porquanto os rendimentos da raiz estão diretamente relacionados com a disponibilidade de nutrientes no solo.

De acordo com Souza et al. (2009), o cultivo da mandioca deve ser realizado, preferencialmente, em solos profundos e de textura média, para que se tenha um bom desenvolvimento das raízes. Além disso, o pH do solo deve estar na faixa de 5,5 a 6,5 e a saturação por bases superior a 50 %.

As recomendações para adubação da cultura variam conforme a composição química do solo. Souza et al. (2009) recomendaram a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 20 a 60 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅), 20 a 40 kg ha⁻¹ de potássio (K₂O), 0,3 a 1,0 kg ha⁻¹ de boro (B), 0,3 a 1,0 kg ha⁻¹ de cobre (Cu), 0,8 a 5,0 kg ha⁻¹ de manganês (Mn) e 0,8 a 4,0 kg ha⁻¹ de zinco (Zn), para o cultivo de mandioca no Estado da Bahia.

Os principais fertilizantes minerais aplicados na cultura da mandioca são: uréia ou sulfato de amônio como fonte de N, superfosfato simples ou triplo para suprimento de P, cloreto ou sulfato de potássio para K, boráx ou ácido bórico como fonte de B, o Cu pelo sulfato de cobre, para o Mn o sulfato ou óxido de manganês e sulfato ou óxido de zinco para o Zn (SOUZA et al., 2009). Fialho et al. (2017) descreveram que os adubos orgânicos mais utilizados no cultivo da mandioca são esterco bovino, cama de frango, cama de galinha, compostos e tortas oleaginosas.

A FAO (2004) recomendou a utilização conjunta de adubos minerais e orgânicos, quando disponíveis, aplicando cerca de 5 t ha⁻¹ de adubo animal juntamente com fertilizantes minerais com alto teor de K. Na ausência desses adubos a recomendação foi de realizar a incorporação de adubo verde, com o intuito de manter a fertilidade do solo. Práticas conservacionistas como rotação de culturas e cultivos em consórcio também foram recomendadas para manutenção ou melhoria da fertilidade do solo.

Os elementos extraídos pela mandioca em ordem decrescente são o potássio (146 kg ha⁻¹) seguido do nitrogênio (123 kg ha⁻¹), cálcio (46 kg ha⁻¹), fósforo (27 kg ha⁻¹) e magnésio (20 kg ha⁻¹) para uma produção média de 25 t ha⁻¹ (SOUZA et al., 2009). Já Embrapa (1980), considerando a média de três genótipos avaliados, obteve a seguinte ordem decrescente: N > K > Ca > Mg > P > S. Já os micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn e B) são absorvidos em quantidades muito pequenas (HOWELER, 1991).

De acordo com Howeler (1991), cerca de 34 % do N, 60 % de P e 60 % de K absorvidos pela planta são encontrados nas raízes da mandioca. Contudo, a redistribuição desses nutrientes nas partes da planta ocorre de forma distinta, sendo que, ao final do ciclo, as raízes da mandioca acumularam nutrientes na ordem decrescente de K > N > Ca > P > Mg, enquanto que as folhas e hastes da mandioca apresentaram altas concentrações de N e Ca (HOWELER, 2002). Já Embrapa (1980) obteve a seguinte ordem de nutrientes nas raízes: K > N > Mg > Ca > P > S. Isso explica as expressivas concentrações de K na manipueira, A distribuição e concentração desses nutrientes nas diferentes partes da planta variam com o rendimento da cultura e a fertilidade química do solo; porém, essa relação não é linear (HOWELER, 2002; FAO, 2004).

4.3. CARACTERÍSTICAS E FORMAS DE APROVEITAMENTO DA MANIPUEIRA

Durante o processamento da mandioca para a produção de farinha, diversos tipos de resíduos são gerados, comumente nos estados sólido, líquido e gasoso. As quantidades de resíduos variam conforme o método de processamento empregado e o porte do empreendimento. O descarte inadequado desses resíduos causa impactos no contexto socioambiental, porquanto favorece a proliferação de vetores causadores de doenças e odores desagradáveis na circunvizinhança das unidades

de processamento, além de provocar alterações físicas e químicas no solo, águas superficiais e subterrâneas (CEREDA; MATTOS, 1996; UBALUA, 2007).

Os resíduos sólidos são advindos das cascas das raízes da mandioca, retiradas no processamento inicial, e da crueira, que fica retida no peneiramento final (ARAUJO; LOPES, 2009). Dados da FAO (2004) apontaram que, no Brasil, são geradas cerca de 2.000 a 5.000 toneladas de casca por dia. Esses resíduos são descartados ao ar livre, nas proximidades das casas de farinha, ou utilizados na alimentação animal.

As emissões gasosas ocorrem pela volatilização do HCN para a atmosfera durante o processamento da mandioca, podendo afetar a saúde dos trabalhadores devido às elevadas concentrações, associadas ainda às ventilações precárias nas casas de farinha (FAO, 2004). A poeira e o odor característicos também estão relacionados à poluição atmosférica nesses estabelecimentos. Conforme a FAO (2004), podem ser perdidos até 10 % do peso seco da mandioca como poeira.

Os resíduos líquidos, denominado manipueira, configuram-se como o principal problema da cadeia produtiva, devido à sua carga orgânica e à presença de substância tóxica ao ambiente (ARAUJO; LOPES, 2009). Santos (2009) descreveu que a manipueira é comumente descartada nas proximidades das casas de farinha, formando enorme lagos; esse efluente bruto, oriundo diretamente da prensa, apresenta um potencial poluidor 25 vezes superior ao efluente de esgoto doméstico, caracterizando-se como um dos mais graves problemas provocados pelo setor.

A manipueira apresenta aspecto leitoso, coloração amarelada, elevado teor de matéria orgânica, elementos químicos, goma, glicose, proteínas, células descamadas e HCN liberado durante o descascamento, ralação e prensagem da mandioca (FAO, 2004; ALVES, 2006; PONTE, 2006; DANTAS et al., 2014).

As concentrações do HCN dependem de fatores como a variedade de mandioca utilizada no processamento, o teor de carga orgânica e as condições de cultivo, influenciando, conseqüentemente, na composição da manipueira (CEREDA; MATTOS, 1996; FAO, 2004). Assim, o teor de HCN tende a ser maior em manipueiras originadas de variedades bravas de mandioca, utilizadas na fabricação de farinha, em solos quimicamente pobres e em épocas secas (EMBRAPA, 2003; CHISTÉ; COHEN, 2006). No entanto, a influência desses fatores (variedades e condições de cultivo) tem sido generalizada, sem apresentação de resultados comprobatórios, para a composição físico-química da manipueira, especialmente

quanto aos teores de N, P, K, Ca, Mg, Na, CE, TDS etc., originando importante pressuposição e lacuna a ser avaliada e preenchida pela pesquisa.

Ponte (2006) descreveu que a manipueira é gerada numa proporção de 3:1, ou seja, para cada três quilogramas de mandioca prensada é liberado aproximadamente 1 litro de efluente. A manipueira é composta por elevada carga orgânica, com demanda bioquímica de oxigênio (DBO) variando entre 5.000 e 50.000 mg L⁻¹, e concentrações de cianeto superiores a 400 mg L⁻¹ (FAO, 2004). Além disso, apresenta diversidade de nutrientes como N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Cu e Fe (RIBAS et al., 2010).

De acordo com a FAO (2004), os problemas oriundos do despejo inadequado desse efluente são ampliados em regiões onde há muitas unidades de processamento localizadas próximas umas das outras. Dentre esses problemas podem-se destacar a redução do oxigênio dissolvido em corpos hídricos, favorecimento do processo de eutrofização e contaminação do lençol freático, além dos seus efeitos na saúde humana, odor desagradável e impactos visuais (FAO, 2004; DANTAS et al., 2014).

No solo pode ocasionar alterações em atributos devido à concentração de sólidos, carbono orgânico total, nitrogênio e fósforo, como também aumento da salinidade e redução do pH (DANTAS et al., 2014; AFUYE; MOGAJI, 2015). Além disso, os elevados teores de HCN podem matar as plantas, quando o efluente é lançado logo após o processamento. Tal fato pode ser observado em locais onde ocorre o despejo da manipueira, havendo a predominância de solos nus, sobretudo nos sulcos formados pelo escoamento superficial do efluente (FAO, 2004).

Santos (2009) relatou que, embora a manipueira atue como agente poluidor, ela apresenta potencial para aproveitamentos múltiplos. Porém, os principais obstáculos para sua utilização estão relacionados com a desorganização e a falta de informação sobre o potencial de uso por parte dos produtores de farinha, bem como a falta de estrutura para o seu aproveitamento.

Estudos diversificados vêm sendo desenvolvidos com o intuito de aproveitar os constituintes da manipueira de forma eficaz, utilizando-a como: alimentação animal, pesticida, inseticida, compostagem, produção de bioenergia, adsorção de biossurfactantes, recuperação de áreas degradadas e, principalmente, como adubo orgânico (UBULA, 2007; ALMEIDA et al., 2009; DINIZ; LEDO, 2013; MORAIS;

ABUD, 2013; SANTOS et al., 2018; CAMARA et al., 2019; IZAH et al., 2019; FERNANDES et al., 2019).

Ubula (2007) descreveu que a utilização dos resíduos orgânicos oriundos do processamento da mandioca apresenta viabilidade técnica e nutricional para alimentação animal, além de reduzir os riscos ambientais associados com a agroindústria da mandioca.

Almeida et al. (2009) avaliaram o potencial nutritivo da manipueira na dieta de ovinos deslançados, utilizando 250, 500, 750 e 1.000 mL dia⁻¹ de manipueira acrescidos de feno de gramínea e sal mineral, e concluíram que a manipueira pode ser utilizada na alimentação de ovinos, podendo contribuir para a melhoria da dieta, a um baixo custo.

Santos et al. (2018) analisaram a influência da manipueira no controle de formiga cortadeira (*Atta* spp.), aplicando cerca de 2 a 3 litros de manipueira por ninho de formigas, e concluíram que a mesma é um formicida de baixo custo de aquisição e alta eficiência.

Estudos realizados por Camara et al. (2019), visando o aproveitamento da manipueira no manejo fitossanitário, demonstram que o melhor período para sua utilização no controle de pragas e doenças ocorre durante as primeiras 24 horas após sua extração, devido aos maiores teores de cianeto livre.

Diniz e Ledo (2013), ao avaliarem o uso da manipueira como substituto do esterco bovino para compostagem de resíduos vegetais e sua utilização na adubação da mandioca, observaram que o composto orgânico sem esterco usando manipueira pura (19,6 t ha⁻¹) e diluída (17,2 t ha⁻¹) proporcionou produções de mandioca semelhante ao tratamento com esterco bovino (17,2 t ha⁻¹) e superando a testemunha sem adubo (7,1 t ha⁻¹), concluindo que o uso da manipueira no preparo de compostagens facilita para os agricultores com dificuldade de adquirir o esterco.

Izah (2019) descreveu que a manipueira tem potencial para a geração de calor e energia, configurando-se como alternativa econômica, social e ambientalmente sustentável. Além disso, o lodo resultante da produção de biogás é rico em potássio, nitrogênio, e fósforo, podendo ser utilizado como biofertilizante.

Estudos realizados por Moraes e Abud (2013) mostraram a eficácia da manipueira para a produção de biossurfactantes utilizados para a biorremediação do petróleo. Os tratamentos foram constituídos por: glicose (G), vinhaça (V), manipueira (M), óleo de fritura com glicose (OG), óleo de fritura com vinhaça (OV), óleo de

fritura com manipueira (OM) e vinhaça com manipueira (VM). Os resultados demonstraram que o tratamento VM, portanto suplementado com manipueira, gerou um potencial de recuperar 85 % do óleo cru da areia de praia contaminada por petróleo.

Fernandes et al. (2019), ao avaliarem o efeito da manipueira, a partir da solução de 9 L m⁻² de manipueira diluída em 24 L de água, na produção da massa seca da vegetação espontânea e em atributos físicos e químicos de um LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso submetido a intensa preparação mecânica, constataram aumento na produtividade de massa da vegetação espontânea em todos os tratamentos.

Nesse contexto, a utilização da manipueira pode contribuir para a redução de custos com insumos agrícolas, ao mesmo tempo em que reduz os impactos ocasionados ao meio ambiente pelo seu descarte inadequado.

4.4. MANIPUEIRA COMO FONTE DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA

A utilização da manipueira como fonte de adubação orgânica vem proporcionando aumento no rendimento de culturas e economia com fertilizantes minerais, devido ao seu expressivo teor de matéria orgânica e nutrientes (DANTAS et al., 2016). A literatura aponta o seu uso para o cultivo de diversas plantas, como: hortaliças, frutíferas, cereais, leguminosas, flores e gramíneas (VIEITES, 1998; BORSZOWSKI et al., 2009; DUARTE et al., 2012; SILVA JUNIOR et al., 2012; ARAUJO et al., 2015; DANTAS et al., 2015; BEZERRA; BEZERRA, 2016; DINIZ et al., 2016; BEZERRA et al., 2017; ARAÚJO et al., 2019).

Estudos realizados por Vieites (1998) comprovaram a eficiência da aplicação de diferentes doses de manipueira (54 e 108 m³ ha⁻¹) na adubação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). O autor concluiu que a manipueira contribui para aumentar o rendimento e o diâmetro e comprimento dos frutos comercializáveis do tomate.

O estudo de diferentes doses de manipueira (0, 5, 15, 25, 45, 65 m³ ha⁻¹) no cultivo de alface (*Lactuca sativa*), em substituição à adubação mineral, mostrou que a aplicação de 45 m³ ha⁻¹ propiciou maior ganho para as variáveis altura de planta, área foliar e maior produção de matéria fresca e seca da parte aérea (DUARTE et al., 2012).

As aplicações semanais de manipueira (0, 300, 600, e 900 e 1.200 mL m⁻²) proporcionaram maior massa fresca, massa seca e número de folhas no cultivo da rúcula (*Eruca sativa*), principalmente com aplicação de 600 mL m⁻² (BEZERRA; BEZERRA, 2016).

Lima e Valente (2017) avaliaram o efeito das diferentes doses de manipueira (0, 20, 40, 60 e 80 mL aplicada semanalmente nas covas) como fonte de adubação para o cultivo de pimentão, e observaram que a dose 20 mL promoveu melhor rendimento para as variáveis comprimento e diâmetro do fruto.

Diniz et al. (2016) descreveram cinco formas distintas para o aproveitamento da manipueira como fonte de adubação orgânica na cultura da mandioca, sendo elas: como adubo em dose única na cova; em cobertura, quando houver urgência para começar o plantio; no processo de compostagem em substituição parcial da água que seria utilizada na irrigação das pilhas; na adubação foliar da mandioca; e fertirrigação. Os autores registraram ainda o aumento na produção de mandioca com a aplicação da manipueira pura e diluída, com acréscimo de 8,2 e 11,7 t ha⁻¹ de raízes, respectivamente, em relação ao tratamento adubado com fertilizantes minerais (7,1 t ha⁻¹ de raízes).

Crescentes doses de manipueira (200, 330 e 500 mL diluídas em 1.000 mL de água), utilizadas como adubo foliar, proporcionaram aumento linear na produtividade da cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa*) (BORSZOWSKI et al., 2009).

Ao avaliar o potencial da manipueira (2, 4 e 6 L planta⁻¹ mês⁻¹ associada à fertirrigação de N e K) na fertilização da bananeira (*Musa spp.*), Silva Junior et al. (2012) observaram que os tratamentos submetidos a aplicação de 4 e 6 L planta⁻¹ mês⁻¹, associado à fertirrigação com N e K (1:1), possibilitaram os melhores desempenhos nas variáveis número de frutos por cacho, número de pencas por cacho, massa de penca total, massa de frutos comerciais e produtividade em t ha⁻¹.

Araújo et al. (2015) analisaram o crescimento e produtividade do milho (*Zea mays*) fertilizado via foliar com calda preparada com 1 L de manipueira e diferentes proporções de água (4, 3, 2 e 1 L), e concluíram que a manipueira pode ser utilizada como fonte de nutrientes para a cultura, sendo a proporção de 1:3 a que promoveu maior diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e massa seca na parte aérea, espigas e grãos.

Pesquisa desenvolvida por Araújo et al. (2019), com o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) fertirrigado com adubo mineral, urina humana e manipueira (85 L

aplicados em 10 porções), mostraram que as águas residuais da urina e da mandioca aplicadas pela fertirrigação têm potencial para atender às necessidades da cultura, influenciando no diâmetro do caule e matérias fresca e seca da parte aérea do feijão-caupi.

A avaliação do crescimento da cultura do girassol (*Helianthus annuus*) fertilizado com diferentes doses de manipueira (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹) mostrou que o uso da manipueira como fertilizante proporcionou maior crescimento para a cultura; as maiores respostas para o número de folhas, massas fresca e seca de folhas, caule e capítulo foram proporcionadas pela aplicação de 136 m³ ha⁻¹ (DANTAS et al., 2015),

Bezerra et al. (2017) utilizaram diferentes doses de manipueira (0, 15, 30, 60 e 120 m³ ha⁻¹) como fonte de fertilizante orgânico em pastagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha*), concluindo que a maior dose (120 m³ ha⁻¹) proporcionou maior massa de forragem e redução das plantas espontâneas.

A avaliação da produção de pinhão manso (*Jatropha curcas*) submetido à adubação com urina de vaca e manipueira (250, 500, 750 e 1.000 mL) revelou houve interação significativa entre os fatores. O maior número de frutos foi proporcionado pelo tratamento com urina de vaca com 500 mL de manipueira e o maior peso de frutos maduros pela aplicação de urina de vaca em 1.000 mL de manipueira (NÁPOLES et al., 2018).

Esses estudos demonstram que o aproveitamento da manipueira possibilita o cultivo de diversas plantas com valor comercial, desde que sejam utilizados procedimentos adequados para sua utilização.

4.5. COENTRO 'VERDÃO'

O coentro é uma hortaliça anual, pertencente à espécie do gênero *Coriandrum* e à família *Apiaceae*, bastante consumida no Brasil, especialmente nas regiões Norte e Nordeste. A cultura apresenta estimado valor socioeconômico, sendo cultivada principalmente por pequenos e médios produtores (LINHARES et al., 2015; REIS; LOPES, 2016; CARDOSO et al., 2019).

De acordo com a CNA (2017), o coentro juntamente com alface, tomate, batata, alho, cenoura, beterraba, abóbora, cebola, abobrinha, pimentão e couve-flor foram responsáveis por cerca de 65 % das áreas cultivadas com hortaliças no Brasil

em 2016. A participação da cadeia produtiva de hortaliças no Produto Interno Bruto (PIB) foi de R\$ 18,63 bilhões nesse ano. A área destinada para ao cultivo de coentro foi de 73.938 hectares, com produtividade de 15 t ha⁻¹.

Em relação às cultivares, existem dois grupos de coentro cultivados no país: as tardias e precoces. As primeiras são adaptadas aos climas subtropicais e temperados, com ciclo de 50 a 60 dias. Já as últimas apresentam maior performance em climas tropicais, com colheita dos 30 aos 45 dias após a semeadura. Entre as tardias podem-se destacar as variedades 'Português', 'Santo', 'Asteca', 'Americano Gigante' e 'Tapacurá'. As principais variedades precoces são 'Verdão', 'Palmeira' e 'Tabocas' (WANDERLEY JUNIOR; NASCIMENTO, 2006).

A cultivar 'Verdão' é a líder de mercado no Brasil, porquanto apresenta ciclo precoce, podendo ser colhida de 30 a 40 dias após o plantio. Suas folhas possuem coloração verde-escura e uma das características mais relevantes da cultivar é a sua resistência a pragas e doenças (SILVA et al., 2016).

A cultura é preferencialmente de climas quentes, desenvolvendo-se em climas moderadamente frios, porém é intolerante a baixas temperaturas, podendo ser cultivada durante o ano todo no Nordeste do Brasil. Temperaturas entre 20 e 30 °C são as mais favoráveis durante a germinação (REIS; LOPES, 2016). O coentro apresenta tolerância à acidez, sendo favorecido por pH entre 5,5 e 6,5, necessitando de solos bem drenados e de matéria orgânica (WANDERLEY JUNIOR; NASCIMENTO, 2006). Fikadu-Lebeta et al. (2019) descreveram que boas condições de fertilidade do solo favorecem produção da cultura.

Dados do IBGE (2020b), referente ao censo agropecuário de 2006, demonstraram que cerca de 52,6 % dos produtores de coentro aplicaram adubos orgânicos no cultivo, 24,8 % aplicaram adubação mineral e orgânica, 14,5 % não utilizaram adubo e somente 8,1 % utilizaram fontes de adubação mineral. De acordo com Linhares et al. (2015), a utilização de adubos orgânicos na produção de olerícolas está relacionada aos elevados custos para aquisição de adubos minerais e aos efeitos benéficos que os mesmos proporcionam a atributos físicos e químicos do solo.

A adubação mineral do coentro deve ser feita mediante a avaliação prévia da fertilidade do solo, aplicando de 30 a 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 60 a 320 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) e 30 a 120 kg ha⁻¹ de potássio (K₂O), conforme análise do solo. Referente à adubação de cobertura recomenda-se aplicar 40 a 80 kg ha⁻¹ de N, 10 a

20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20 a 40 kg ha⁻¹ de K₂O, dividindo a aplicação em duas a quatro vezes durante o ciclo, ou a cada dois dias quando aplicado via fertirrigação (TRANI et al., 2014).

Para adubação orgânica, recomenda-se a aplicação de 40 a 60 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido ou composto orgânico, ou ainda 8 a 15 t ha⁻¹ de húmus de minhoca, esterco de frango, galinha, suínos, ovinos, caprinos ou equinos, destacando a importância de realizar a adubação aos 30 a 40 dias antes do plantio (TRANI et al., 2014).

A literatura demonstra a importância da adubação no rendimento do coentro. Estudos realizados por Oliveira et al. (2002) evidenciaram que o coentro 'Verdão' foi influenciado pelas diferentes doses de esterco bovino (0, 2, 4, 6 e 8 kg m⁻²), na ausência e presença de adubo mineral (50 g m⁻² de N, 10 g m⁻² de P₂O₅ e 6 g m⁻² K₂O), demonstrando que os maiores rendimentos foram proporcionados pela utilização conjunta de adubo mineral e orgânico.

Linhares et al. (2012) descreveram que a dependência de esterco como fonte de adubo torna o produtor vulnerável à escassez, porquanto pode ser que esses recursos não estejam sempre disponíveis na propriedade. Assim, torna-se necessário avaliar outras alternativas, como a manipueira, para viabilizar esses sistemas de produção.

4.6. PIMENTA 'BIQUINHO'

A pimenteira, pertencente à família *Solanaceae* e ao gênero *Capsicum*, é uma planta originária da América Tropical. Esse gênero apresenta diversas classificações de acordo com a forma, o tamanho, a pungência, o sabor e a cor do fruto. Seus frutos contêm vitaminas A, B e C, proteínas, elementos minerais, dentre outros constituintes de valor nutricional para os humanos (OLATUNJI; AFOLAYAN, 2018).

Além da sua utilização na alimentação humana, os frutos são utilizados no mundo todo para os mais diversificados fins, configurando-se como uma das mais ecléticas hortaliças, podendo-se destacar o seu uso como: corantes, aromatizantes, nas indústrias farmacêutica e de cosméticos, em fios de sutura veterinária e fios de telefone para prevenir ataques de animais (PINTO et al., 2013).

O gênero *Capsicum* possui mais de 30 espécies, sendo cinco espécies domesticadas (*C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C.*

pubescens); as demais são silvestres (não cultivadas comercialmente) (COSTA et al., 2019). Dentre as espécies mais cultivadas no Brasil podem-se destacar as pimentas: ‘Malagueta’ (*C. frutescens*), ‘Dedo-de-Moça’ (*C. baccatum*), ‘Chapéu de Bispo’ (*C. baccatum*), ‘Cumari Amarela’ (*C. baccatum*), ‘Bode’ (*C. chinense*), ‘De Cheiro’ (*C. chinense*), ‘Tabasco’ (*C. frutescens*), ‘Murupi’ (*C. chinense*) e ‘Biquinho’ (*C. chinense*) (COSTA; HENZ, 2007).

A produção mundial do gênero *Capsicum*, englobando a pimenta e o pimentão, foi equivalente a 36.771.482 toneladas em 1.990.423 hectares, referente ao ano de 2018. A China liderou o mercado mundial, seguido do México, Peru, Indonésia, Espanha e Nigéria (FAO, 2019b). Na base de dados da FAO não existem informações disponíveis quanto à área e produção do gênero no Brasil. Julião et al. (2015) descreveram que os dados referentes às pimentas do gênero *Capsicum* são difíceis de quantificar, porquanto a maior parte do plantio ocorre em pequenas propriedades, sem vínculo formal com as empresas de sementes.

As informações disponíveis na base de dados do IBGE referem-se ao censo agropecuário de 2006. Os dados mostraram que a produção de pimenta para o referido ano foi de 18.682 toneladas em 12.678 unidades agropecuárias, com valor de produção equivalente a R\$ 29.774,00. Os principais estados produtores de pimenta foram: São Paulo (4.627 toneladas), Ceará (3.354 toneladas), Pará (2.052 toneladas), Amazonas (1482 toneladas) e Bahia (1.097 toneladas) (IBGE, 2020c).

As pimentas ‘Dedo-de-Moça’, ‘Cambuci’ e ‘Cumari Verdadeira’ são as mais cultivadas nas regiões Sul e Sudeste. A ‘Jalapeño’ e ‘Páprica’ são muito produzidas nas regiões Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste. A ‘Malagueta’, ‘Tabasco’, ‘Bode’, ‘Biquinho’, ‘Cumari-do-Pará’, ‘Habanero’ e ‘Murupi’ são produzidas, sobretudo, no Norte, Nordeste e Centro-Oeste do país (RODRIGUES, 2016).

A pimenta ‘Biquinho’ vem se destacando no mercado devido ao seu aroma peculiar, sabor característico e ausência da pungência. Seu consumo pode ser tanto *in natura* quanto em conserva (HEINRICH et al., 2015). Bandeira et al. (2019) descreveram que seu cultivo vem sendo realizado também para fins ornamentais, devido ao seu pequeno porte e coloração dos frutos que contrastam com a folhagem verde.

Os frutos da pimenta ‘Biquinho’ são doces e apresentam formato de gota, com cerca de 1,5 cm de largura por 2,6 cm de comprimento e espessura da casca de aproximadamente 3 mm. Sua coloração é esverdeada quando imaturos,

tornando-se alaranjados na fase de maturação e vermelhos quando maduros. O período de colheita varia de acordo com a capacidade produtiva, ocorrendo de forma múltipla, ou seja, à medida que o fruto amadure (RODRIGUES, 2016; SENAR, 2017).

A pimenteira 'Biquinho' é um arbusto, sendo exigente quanto ao sistema de drenagem e teor de matéria orgânica, preferindo solos com pH entre 5,5 e 6,8. A semeadura deve ocorrer preferencialmente em bandejas com substrato comercial e o transplântio deve ser realizado entre 40 e 60 dias, quando as mudas apresentarem de 4 a 5 folhas desenvolvidas, conforme informações apresentadas pela pesquisadora do Instituto Agrônomo de Campinas, Arlete Marchi Tavares de Melo (SENAR, 2017).

O Sistema de Produção de Pimenta da Embrapa apresenta as recomendações de adubação para os estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal, que variam de: 40 a 60 kg ha⁻¹ de N; 50 a 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅; e 240 kg ha⁻¹ de K₂O, conforme os resultados apresentados pela prévia análise química do solo. Recomenda-se ainda a aplicação de fontes de B e Zn na base de 15 a 20 kg ha⁻¹. A indicação para a adubação orgânica é de 10 a 30 t ha⁻¹ de esterco de curral curtido ou de 2,5 a 10 t ha⁻¹ de esterco de galinha (COSTA; HENZ, 2007).

Bandeira et al. (2019) destacaram a escassez de informações sobre a sobre a fertilização da pimenta 'Biquinho' com insumos orgânicos, necessitando de estudos voltados para o aumento da produção com recursos derivados da própria propriedade agrícola, como destacado por Costa et al. (2019); a manipueira encaixa-se muito bem nesse caso.

5. REFERÊNCIAS

AFUYE, G. G.; MOGAJI, K. O. Effect of cassava effluents on domestic consumption of 'shallow well' water in Owo Local Government Area, Ondo State, Nigeria. **Physical Sciences Research International**, v. 3, n. 3, p. 37-43, 2015.

ALLEM, A. C. The origins and taxonomy of cassava. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTI, A. C. (Ed.). **Cassava: biology, production and utilization**. New York: Cabi Publishing, 2002. p. 1-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1079/9780851995243.0000>.

ALMEIDA, S. R. M.; SILVA, A. M.; LIMA, J. P.; ALMEIDA, A. M. M.; ZACHARIAS, F.; REGIS, U. O. Avaliação do potencial nutritivo da manipueira na dieta de ovinos deslanados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1434-1438, 2009.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Eds.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap. 7, p. 138-169.

ARAUJO, J. S. P.; LOPES, C. A. **Produção de farinha de mandioca na agricultura familiar**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 15 p.

ARAÚJO, N. C.; OLIVEIRA, S. J. C.; FERREIRA, T. C.; LIMA, V. L. A.; QUEIROZ, A. J. P.; ARAÚJO, F. A. C. Crescimento e produtividade de milho fertilizado com manipueira como fonte alternativa de nutrientes. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 2, p. 31-35, 2015.

ARAÚJO, N. C.; LIMA, V. L. A.; RAMOS, J. G.; ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, S. J. C. Contents of macronutrients and growth of 'BRS Marataoã' cowpea fertigated with yellow water and cassava wastewater. **Ambiente e Água**, v. 14, n. 3, p.1-12, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2309>.

BANDEIRA, C. M.; SANTOS, J. B. L.; ALVES, M. V. F.; BANDEIRA, L. B. Produtividade de pimenta biquinho submetida à adubação com esterco e urina de

vaca. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE, 1, 2019, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: CONIMAS, 2019.

BEZERRA, M. A. S.; BEZERRA, F. D. S. Produção de rúcula (*Eruca sativa*) em resposta a diferentes doses de manipueira na Amazônia Ocidental Brasileira: O caso da comunidade Praia Grande, no extremo Oeste do Estado do Acre – Brasil. **Revista Espacios**, v. 37, n. 24, p. 18, 2016.

BEZERRA, M. G. S.; SILVA, G. G. C.; DIFANTE, G. S.; EMERENCIANO NETO, J. V.; OLIVEIRA, E. M. M.; OLIVEIRA, L. E. C. Cassava wastewater as organic fertilizer in 'Marandu' grass pasture. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 6, p.404-409, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n6p404-409>.

BORSZOWSKI, P. R.; MILLÉO, R. D. S.; AHRENS, D. C.; ROMANIW, J. Utilização de manipueira como adubo natural alternativo para a cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 348-352, 2009.

CAMARA, G. R.; ALVES, F. R.; MORAES, W. B. Análise da estabilidade de cianeto livre em manipueira para utilização em manejos fitossanitários de pragas e doenças. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 4, p. 1529-1539, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n4p1529-1539>.

CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. DA S.; GAMEIRO, A. H. Aspectos econômicos e de mercado. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Eds.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap. 2, p. 41-70.

CARDOSO, M. O.; BERNI, R. F.; CHAVES, F. C.; PINHEIRO, J. O. **Índices agroeconômicos do coentro cultivado em substrato de fibra de coco com fertirrigação**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2019. 26 p.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Piracicaba, SP). **PIB do agronegócio brasileiro**. Piracicaba: USP, 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>.

CEREDA, M. P.; MATTOS, M. C. Y. Linamarin: the toxic compound of cassava. **J. Venom. Anim. Toxins**, v. 2, n. 1, p. 6-12, 1996. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-79301996000100002>.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. **Estudo do processo de fabricação da farinha de mandioca**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 75 p.

CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (Brasília, DF). **Mapeamento e qualificação da cadeia produtiva das hortaliças do Brasil**. Brasília: CNA, 2017. 79 p.

COSTA, C. S. R.; HENZ, G. P. **Pimenta (*Capsicum spp.*)**. Brasília: Embrapa, 2007. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/index.html.

COSTA, J.; RODRIGUEZ, R.; GARCIA-CELA, E.; MEDINA, A.; MAGAN, N.; LIMAM, N.; BATTILANI, P.; SANTOS, C. Overview of fungi and mycotoxin contamination in capsicum pepper and in its derivatives. **Toxins**, v. 11, n. 1, p.1-27, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/toxins11010027>.

DANTAS, M. S. M.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. S.; SILVA, E. F. F.; PEDROSA, E. M. R.; DANTAS, D. C. Chemical attributes of soil fertilized with cassava mill wastewater and cultivated with sunflower. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 1-10, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/279312>.

DANTAS, M. S. M.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. S.; PEDROSA, E. M. R.; TABOSA, J. N.; DANTAS, D. C. Crescimento do girassol adubado com resíduo líquido do processamento de mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e**

Ambiental, v. 19, n. 4, p. 350-357, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p350-357>.

DANTAS, M. S. M.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; BEZERRA NETO, E.; SILVA, G. F.; SILVA, E. F. F. Accumulation of macronutrients in different parts of sunflower fertilized with cassava wastewater. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 7, p. 630-636, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n7p630-636>.

DINIZ, M. S.; LEDO, C. A. S. Uso de manipueira na compostagem na adubação da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 15., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: CBM: Embrapa, 2013. p.1-4.

DINIZ, M. S.; TRINDADE, A. V.; LEDO, C. A. S. **A manipueira na adubação da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. 6 p.

DUARTE, A. S.; SILVA, E. F.; ROLIM, M. M.; FERREIRA, R. F. A. L.; MALHEIROS, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. S. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 262–267, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura 1978**; Projeto Mandioca. Brasília: Embrapa-DID, 1980. p. 27-100.

EMBRAPA. Embrapa Informação Tecnológica (Brasília, DF). **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: processamento da mandioca**. Brasília: 2003. 115 p.

EMBRAPA. Embrapa Hortaliças (Brasília, DF). **Catálogo brasileiro de hortaliças: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no País**. Brasília:, 2010. 60 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma, Itália). **Proceedings of the validation forum on the global cassava development strategy**. Roma: 2004.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma, Itália). **Cassava**. Rome: 2008. Disponível em: http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gcde/index_en.html.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma, Itália). **Save and grow: cassava**. Rome: 2013. 142 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma, Itália). **Crops – Cassava**. Rome: 2019a. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma, Itália). **Crops – Chillies and peppers, green**. Rome: 2019b. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

FERNANDES, I. O.; MELO FILHO, J. F.; MONTENEGRO, K. O. R.; PAES, E. C.; ALMEIDA, S. R. M.; COSTA, J. A.; SILVA, F. Physical and chemical attributes of Yellow Oxisol with the application of cassava wastewater after intensive mechanical preparation. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 6, p. 113-128, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v11n6p113>.

FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; BORGES, A. L. (Ed.). **Cultivo da mandioca para a Região do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 95 p. (Embrapa Cerrados. Sistema de Produção)

FIKADU-LEBETA, W.; DIRIBA-SHIFERAW, G.; MULUALEM-AZENE, M. The need of integrated nutrient management for coriander (*Coriandrum sativum* L.) production. **International Journal of Food & Nutrition**, v. 4, n.1, p. 1-13, 2019.

HEINRICH, A. G; FERRAZ, R. M; RAGASSI, C. F.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Caracterização e avaliação de progênies autofecundadas de pimenta Biquinho

salmão. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 465-470, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620150000400010>.

HOWELER, R. H. Long-term effect of cassava cultivation on soil productivity. **Field Crops Research**, v. 26, n. 1, p. 1-18, 1991.

HOWELER, R. H. Cassava mineral nutrition and fertilization. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Ed.). **Cassava: Biology, production, and utilization**. New York: CAB International Publishing, 2002. p. 115-147.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: 2019a. 95 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Rio de Janeiro, RJ). **Produção agrícola municipal: área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias**. 2019b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Rio de Janeiro, RJ). **Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias**. 2020a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Rio de Janeiro, RJ). **Produção, venda e valor da produção na horticultura, por produtos da horticultura, destino da produção, uso de irrigação, uso de agrotóxicos e uso de adubação e classificações de médio produtor**. 2020b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/4145>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Rio de Janeiro, RJ). **Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias**. 2020c. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Rio de Janeiro, RJ). **Produção, venda e valor da produção na agroindústria rural nos estabelecimentos agropecuários, com agricultura familiar e não familiar, por produtos da agroindústria rural, condição produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e destino da produção.** 2020d. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2352>.

IZAH, S. C.; BASSEY, S. E.; OHIMAIN, E. I. Impacts of cassava mill effluents in Nigeria. **Journal of Plant and Animal Ecology**, v. 1, n. 1, p. 14-42, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14302/issn.2637-6075.jpae-17-1890>.

IZAH, S. C. Cassava mill effluents recycling through bioenergy production: A review. **Environmental Analysis & Ecology Studies**, v. 5, n. 4, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.31031/EAES.2019.05.000618>.

JULIÃO, L.; SALES, C. C. N.; RASERA, G. B.; STRANGUETTI, M. de P. Ervas e especiarias: o complemento que faz toda a diferença. **Hortifruti Brasil**, v. 14, n. 147, p. 10-18, 2015.

KATZ, S. H.; WEAVER, W. W. (Ed.). **Encyclopedia of food and culture**. New York: Thomson Learning, 2003. 718 p.

LIMA, A. S. T.; VALENTE, E. C. N. Uso de manipueira na adubação do pimentão. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2017.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; ASSIS, J. P.; BEZERRA, A. K. H. Quantidades e tempos de decomposição da jitirana no desempenho agrônômico do coentro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; MOREIRA, J. C.; PAIVA, A. C. C.; ASSIS, J. P.; SOUSA, R. P. Rendimento do coentro (*Coriandrum sativum* L) adubado com esterco bovino em diferentes doses e tempos de incorporação no solo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 3, p.462-467, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_006.

MORAIS, R. K. S.; ABUD, A. K. S. Utilização de biossurfactantes produzidos a partir de resíduos agroindustriais na biorremediação do petróleo. **Scientia Plena**, v. 8, n. 10, p. 1-7, 2012.

MOURA, E. F.; FARIAS NETO, J. T. **Diferenciação genética entre variedades de mandioca com a mesma nomenclatura coletadas na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2017. 22 p.

NÁPOLES, F. A. M.; SOUZA, J. T. A.; AZEVEDO, C. A. V.; SOUZA, G. A. V. S.; ORESCA, D.; OLIVEIRA, S. J. C. Jatropha production in function of organic fertilization with cassava water and cow urine. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 2, p. 6-12, 2018.

OLATUNJI, T. L.; AFOLAYAN, A. J. The suitability of chili pepper (*Capsicum annum* L.) for alleviating human micronutrient dietary deficiencies: A review. **Food Science & Nutrition**, v. 6, n. 8, p. 2239-2251, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.790>.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, V. R. F.; SANTOS, C. S.; ARAÚJO, J. S.; NASCIMENTO, J. T. Produção de coentro cultivado com esterco bovino e adubação mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 477-479, 2002.

PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. L. Pimenta Capsicum: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 108-120, 2013.

PONTE, J. J. **Cartilha da manipueira**: uso do composto como insumo agrícola. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006. 66 p.

PRAKASH, A. **Cassava**: International market profile. Roma: FAO, 2005. 10 p.

REIS, A.; LOPES, C. A. **Doenças do coentro no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2016. 6 p.

RIBAS, M. M. F.; CEREDA, M. P.; VILLAS BOAS, R. L. Use of cassava wastewater treated anaerobically with alkaline agents as fertilizer for maize (*Zea mays* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 1, p. 55-62, 2010.

RODRIGUES, P. Pimenta: de todos os sabores e gostos. In: SNA. Sociedade Nacional de Agricultura (Brasília, DF). **A lavoura: variedades para diversos nichos de mercado**. Rio de Janeiro: SNA, 2016. p. 8-25.

SANTOS, A. Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microrregião sudoeste da Bahia-Brasil. In: CARDIM, M; BENEDICTO, J. L. L. (Org.). **Problemas sociales y regionales en América Latina: estudio de casos**. Barcelona: Publicaciones I Ediciones de La Universitat de Barcelona, 2009. p. 11-25.

SANTOS, M. A. P.; FREITAS, I. C.; SOUSA, V. L. S.; MIRANDA, D. R.; TEIXEIRA, G. C. M. Uso de manipueira no controle de formiga cortadeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 10., 2017, Brasília. **Anais...** Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2018.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Brasília, DF). **Mandioca (farinha e fécula)**. Brasília: 2012. 34 p.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Florianópolis, SC). **Pimenta Biquinho: 7 dicas para ter sucesso no cultivo da hortaliça**. Santa Catarina: 2017. Disponível em: <http://www2.senar.com.br/Noticias/Detalhe/8861>.

SILVA, J. M. F.; PINTO, A. A.; SANTANA, L. D.; RODRIGUES, W. A. D.; CAMARA, F. T. Produtividade do coentro Verdão em função das regulagens de uma semeadora manual. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, p. 847-854, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.18677/encibio_2016b_080.

SILVA JUNIOR, J. J.; COELHO, E. F.; SANT'ANA, J. A. V.; SANTANA JUNIOR, E. B.; PAMPONET, A. J. M. Uso da manipueira na bananeira 'terra maranhão' e seus efeitos no solo e na produtividade. **Irriga**, v. 17, n. 3, p. 353 - 363, 2012.

SOUZA, L. S.; SILVA, J.; SOUZA, L. D.; GOMES, J. C. Calagem e adubação para mandioca. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. (ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. cap 9, p. 126-144.

TRANI, P. E.; PURQUÉRIO, L. F. V.; FIGUEIREDO, G. J. B.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F. **Calagem e adubação da alface, almeirão, agrião d'água, chicória, coentro, espinafre e rúcula**. Campinas: IAC, 2014. 16 p.

UBALUA, A. O. Cassava wastes: treatment options and value addition alternatives. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 18, p. 2065-2073, 2007.

USDA. United States Department of Agriculture (Washington. DC). **Cassava: *Manihot esculenta* Crantz**. Washington: 2009. 6 p.

VIEITES, R. L. Efeitos da adubação com manipueira sobre o rendimento e qualidade dos frutos de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n. 8, p.1239-1243, 1998.

WANDERLEY JUNIOR, L. J. G.; NASCIMENTO, W. M. **Produção de sementes de coentro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 7 p.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO DA MANIPUEIRA ORIUNDA DO PROCESSAMENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANDIOCA E AIPIM

CARACTERIZAÇÃO DA MANIPUEIRA ORIUNDA DO PROCESSAMENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANDIOCA E AIPIM

RESUMO – Considerando que a composição da manipueira depende de fatores como a cultivar de mandioca utilizada no processamento e as condições de cultivo, o estudo objetivou determinar atributos de manipueiras oriundas de diferentes cultivares de mandioca e aipim utilizadas na fabricação de farinha, em unidades familiares de processamento no Município de São Felipe-BA, e definir um indicador de qualidade nutricional da manipueira, de baixo custo, de forma a minimizar a incerteza quanto ao resultado de sua utilização como adubo orgânico, devida à origem diversa da manipueira, possibilitando ainda orientar prováveis suplementações de nutrientes. Para tanto, foram selecionadas as principais cultivares utilizadas para fabricação de farinha pelos produtores do Município de São Felipe, Bahia, Brasil: ‘Salangó Preta’, ‘Cigana’, ‘Platina’, ‘Eucalipto’, ‘Graveto’, ‘Milagrosa’, ‘Cidade Rica’ e ‘Correnteza’. Foram também avaliadas a ‘Kiriris’, ‘Formosa’ e ‘Poti Branca’, cultivares desenvolvidas e cultivadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura. As manipueiras foram obtidas a partir da trituração e prensagem das raízes amostradas em cada cultivar. Os atributos das diferentes manipueiras foram submetidos à estatística descritiva e multivariada. Os atributos das manipueiras de diferentes cultivares de mandioca e aipim apresentaram baixa e média variabilidade. Os atributos mais importantes para separar as diferentes cultivares, quanto à qualidade da manipueira, foram: K, Ca, CE, TDS, P e N. Manipueiras de alta qualidade foram obtidas das cultivares ‘Graveto’ e ‘Eucalipto’, média qualidade de ‘Salangó Preta’, ‘Platina’, ‘Milagrosa’, ‘Correnteza’, ‘Cidade Rica’ e ‘Formosa’ e baixa qualidade de ‘Cigana’, ‘Kiriris’ e ‘Poti Branca’. Diante da forte correlação entre os atributos K, Ca, CE e TDS, pode-se considerar a CE como indicador de qualidade nutricional de manipueiras de origens diversas na região.

Palavras-Chave: Agroindústria da mandioca; Água residuária da mandioca; *Manihot esculenta* Crantz; Reuso.

CHARACTERIZATION OF THE *MANIPUEIRA* ORIGINATED FROM THE PROCESSING OF CASSAVA DIFFERENT CULTIVARS

ABSTRACT – Considering that the *manipueira* composition depends on factors such as the cassava cultivar used in the processing and the cultivation conditions, the study aimed to determine attributes of the *manipueira* originated from different cassava cultivars used in the flour manufacture, in family processing units in the Municipality of São Felipe, Bahia Brazil. It also aimed to define a nutritional quality indicator for *manipueira*, of low cost, in order to minimize the uncertainty as to the result of its use as organic fertilizer, due to the diverse origin of the *manipueira*, making it possible to guide probable nutrient supplementation. For this, the main cultivars used for flour production by farmers in the municipality of São Felipe, Bahia, Brazil were selected: 'Salangó Preta', 'Cigana', 'Platina', 'Eucalipto', 'Graveto', 'Milagrosa', 'Cidade Rica', and 'Correnteza'. Were also evaluated 'Kiriris', 'Formosa', and 'Poti Branca', cultivars developed and grown by Embrapa Cassava & Fruits. The *manipueira* were obtained by grinding and pressing the roots sampled in each cultivar. The attributes of different *manipueiras* sampled were submitted to descriptive and multivariate statistics. The *manipueira* attributes from different cassava cultivars showed low and medium variability. The most important attributes to separate the different cultivars, regarding the *manipueira* quality were: K, Ca, electrical conductivity (CE), total dissolved solids (TDS), P, and N. High quality *manipueiras* were obtained from 'Graveto' and 'Eucalipto' cultivars, medium quality from 'Salangó Preta', 'Platina', 'Milagrosa', 'Correnteza', 'Cidade Rica', and 'Formosa', and low quality from 'Cigana', 'Kiriris', and 'Poti Branca'. In view of the strong correlation between attributes K, Ca, CE, and TDS, CE can be considered as a nutritional quality indicator of the *manipueira* from different origins in the region.

Key words: Cassava agribusiness; Cassava wastewater; *Manihot esculenta* Crantz; Reuse.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por produtos minimamente processados, processados e ultraprocessados favoreceu a industrialização da agricultura, ocasionando, inevitavelmente, aumento na produção de produtos residuais. Essa demasiada geração de resíduos tem causado desordem nos sistemas naturais, visto que a quantidade produzida ultrapassa a capacidade de sua degradação e de regeneração do meio em que são destinados. Um exemplo que ilustra essa problemática é a utilização da mandioca para produção de farinha, importante atividade socioeconômica principalmente para a agricultura familiar, produzindo resíduos de natureza sólida, líquida e gasosa.

Araujo e Lopes (2009) descreveram que o resíduo líquido denominado como manipueira configura-se como o principal problema da cadeia produtiva da mandioca, causando inconvenientes de ordem sanitária e ambiental. A FAO (2004) relatou que, no Brasil, a manipueira é descartada habitualmente nas proximidades das casas de farinha, sem qualquer tratamento. O lançamento contínuo do mesmo pode ocasionar inúmeros impactos ambientais, sobretudo na fertilidade do solo, qualidade do ar e em águas superficiais e subterrâneas (IZAH et al., 2018).

Os impactos ocasionados pelo descarte da manipueira estão relacionados à sua composição, porquanto apresenta elevado teor de matéria orgânica, e à presença de substância tóxica ao ambiente (ARAUJO; LOPES, 2009). A composição da manipueira depende de fatores como a cultivar de mandioca utilizada no processamento e as condições de cultivo (CEREDA; MATTOS, 1996; FAO, 2004).

Sobre esse último aspecto, Cereda e Mattos (1996) e FAO (2004) abordam essa influência das variedades de mandioca e das condições de cultivo na composição da manipueira com relação à concentração de ácido cianídrico (HCN). Assim, o teor de HCN tende a ser maior em manipueiras originadas de variedades bravas de mandioca, utilizadas na fabricação de farinha, em solos quimicamente pobres e em épocas secas (EMBRAPA, 2003; CHISTÉ; COHEN, 2006). No entanto, a influência desses fatores (variedades e condições de cultivo) tem sido generalizada, sem apresentação de resultados comprobatórios, para a composição físico-química da manipueira, especialmente quanto aos teores de N, P, K, Ca, Mg, Na, CE, TDS etc. A literatura é carente em resultados que comprovem essa

generalização, originando assim importante pressuposição e lacuna a ser avaliada e preenchida pela pesquisa.

Os estudos realizados com a manipueira apresentam diversificadas concentrações de seus atributos. Ferreira et al. (2001), ao analisar a composição da manipueira de cultivares de mandioca colhidas no Banco de Germoplasma de Mandioca da Amazônia Oriental, localizada em Belém-PA, obtiveram pH de 6,30 e 6,15, 3.420 e 1.350 mg L⁻¹ de N, 700 e 510 mg L⁻¹ de P, 3.090 e 1.690 mg L⁻¹ de K, 190 e 160 mg L⁻¹ de Ca, 600 e 380 mg L⁻¹ de Mg, 460 e 290 mg L⁻¹ de Na, respectivamente para polpas branca e amarela.

Duarte et al. (2012), ao caracterizar a manipueira proveniente de uma casa de farinha localizada no Município de Pombos-PE, verificaram pH de 4,08, concentrações (mg L⁻¹) de 980 de N, 740 de P, 1.970 de K, 240 de Ca, 360 de Mg e 460 de Na.

Estudos realizados por Araujo et al. (2015), com manipueira coletada em casa de farinha no Município de Puxinanã-PB, apresentaram pH de 4,50, CE de 8,43 dS m⁻¹, 2.050 mg L⁻¹ de N, 273 mg L⁻¹ de P, 475 mg L⁻¹ de K e 985 mg L⁻¹ de Na.

Bezerra et al. (2017), ao analisarem a manipueira derivada de uma casa de farinha em Ceará-Mirim-RN, obtiveram 1.540 de N, 350 de P, 2.940 de K, 200 de Ca, 380 de Mg e 440 de Na, todos em mg L⁻¹.

Izah et al. (2018) apresentaram valores distintos para atributos de diferentes amostras de manipueira obtidas em casas de farinha na Nigéria, como: pH entre 2,5 e 5,0, CE de 1,55 dS m⁻¹, 766 mg L⁻¹ de TDS, 0,19 mg L⁻¹ de N, 0,18 mg L⁻¹ de P, entre 0,58 e 50,9 mg L⁻¹ de K, entre 1,48 e 94,3 mg L⁻¹ de Ca, entre 0,82 e 110,9 mg L⁻¹ de Mg e entre 1,20 e 146 mg L⁻¹ de Na.

Diante das informações citadas sobre a variação da composição da manipueira e fatores intervenientes, e considerando que, a cada semana, é impossível padronizar e, ou prever quais as cultivares de mandioca e aipim que são processadas em cada casa de farinha, admitiu-se como hipóteses deste capítulo do trabalho: 1) manipueiras obtidas de diferentes cultivares de mandioca e aipim, cultivadas em diversas condições de crescimento no Município de São Felipe-BA, apresentam ampla variabilidade de atributos físico-químicos; e 2) a definição de um indicador de qualidade nutricional da manipueira, de baixo custo, seria uma ferramenta importante para minimizar a incerteza quanto ao resultado de sua

utilização como adubo orgânico, devida à origem diversa da manipueira, possibilitando ainda orientar prováveis suplementações de nutrientes.

Portanto, com o intuito de obter informações sobre os atributos mais relevantes desse produto, este capítulo do presente estudo objetivou determinar atributos de manipueiras oriundas de diferentes cultivares de mandioca e aipim utilizadas na fabricação de farinha, em unidades familiares de processamento no Município de São Felipe-BA, e definir um indicador de qualidade nutricional da manipueira, de baixo custo, de forma a minimizar a incerteza quanto ao resultado de sua utilização como adubo orgânico, possibilitando ainda orientar prováveis suplementações de nutrientes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Foram identificadas, visitadas e georreferenciadas casas de farinha localizadas no setor produtivo de mandioca no Recôncavo Baiano. São Felipe foi o município que apresentou o maior número de casas de farinha em funcionamento na região. Conforme informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de São Felipe, estima-se que existiam no município cerca de 100 casas de farinha em funcionamento no ano de 2018.

O Município de São Felipe está situado na microrregião baiana de Santo Antônio de Jesus, pertencente à mesorregião Metropolitana de Salvador, Bahia, Brasil. O município apresenta uma extensão territorial de 222,408 km², sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude 12°50'50" Sul; longitude 39°05'22" Oeste; e altitude de 195 metros (IBGE, 2017).

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o município apresenta clima tropical do tipo Af, com chuvas mensais superiores a 60 mm, precipitações anuais em torno de 1.200 mm e temperatura média anual entre 23 e 25 °C (ALVARES et al., 2014). O solo predominante no Município de São Felipe é o LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico, seguido de ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico, conforme classificação realizada por Jacomine et al. (1977) e atualizada de acordo com Santos et al. (2018).

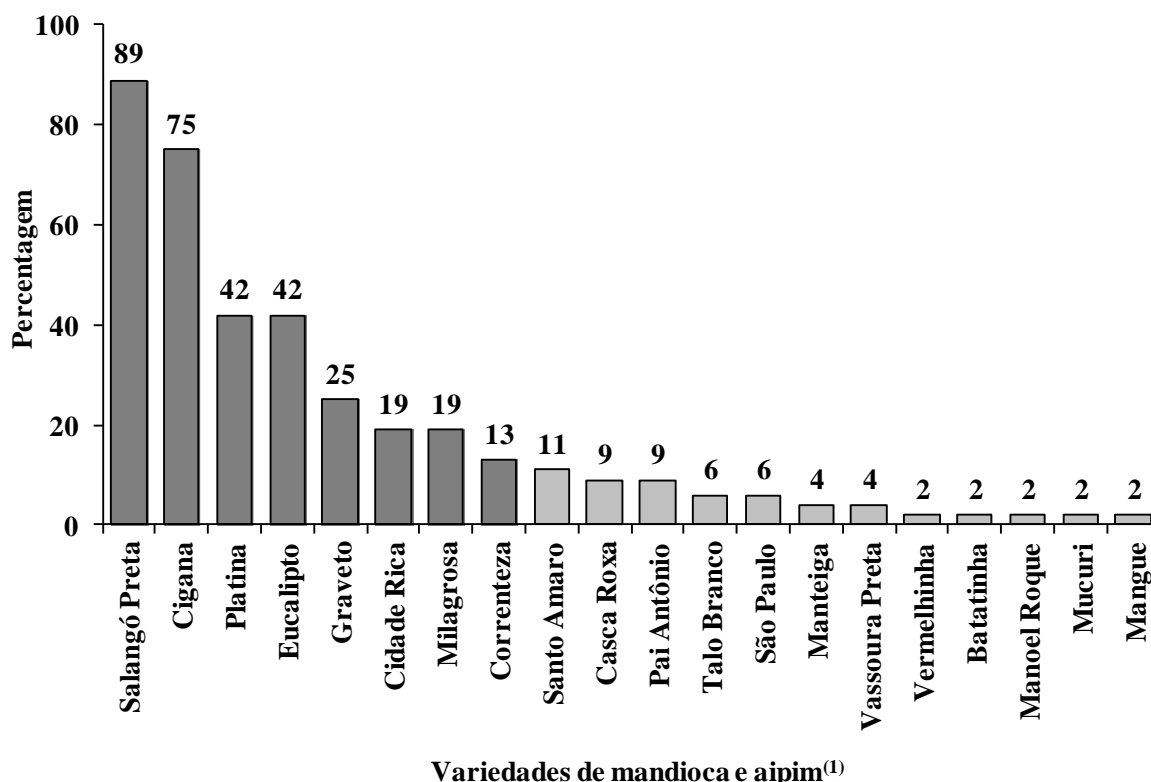
2.2. SELEÇÃO DAS CULTIVARES DE MANDIOCA E AIPIM

Foram aplicados questionários em 50 casas de farinha localizadas no Município de São Felipe, durante os meses de julho e agosto de 2018, com o intuito de obter informações (diagnóstico) sobre as principais cultivares de mandioca e aipim cultivadas e utilizadas no processamento para produção da farinha, bem como sobre a produtividade média, destinação da produção e destinação dos produtos residuais gerados no processamento, dentre outras informações relevantes.

Os produtores tanto cultivam como compram mandioca e aipim para a produção de farinha. As cultivares utilizadas no processamento são apresentadas na figura 1, com os respectivos percentuais de utilização, destacando-se a 'Salangó

Preta’, ‘Cigana’, ‘Platina’, ‘Eucalipto’, ‘Graveto’, ‘Cidade Rica’ e ‘Milagrosa’, com percentuais variando de 89 % a 19 %; para as demais cultivares a utilização variou de 13 % (‘Correnteza’) a 2 % (‘Vermelhinha’, ‘Batatinha’, ‘Manoel Roque’, ‘Mucuri’ e ‘Mangue’).

Figura 1. Percentual das cultivares de mandioca e aipim⁽¹⁾ utilizadas pelos produtores para a produção de farinha no Município de São Felipe-BA, 2018.



Variedades de mandioca e aipim⁽¹⁾

⁽¹⁾Em destaque as cultivares de mandioca e aipim selecionadas para caracterização da manipueira.

Após a constatação das cultivares de mandioca e aipim processadas no Município de São Felipe foram selecionadas as mais utilizadas para caracterização da manipueira oriunda do seu processamento, ou seja, ‘Salangó Preta’ (S), ‘Cigana’ (C), ‘Platina’ (P), ‘Eucalipto’ (E), ‘Graveto’ (G) e ‘Milagrosa’ (M). Foram coletadas três amostras de raízes de cada uma dessas cultivares em diferentes condições de cultivo.

Além disso, foram acrescentadas as cultivares ‘Cidade Rica’ (CR), ‘Correnteza’ (CT), ‘BRS Kiriris’ (KR), ‘BRS Formosa’ (FM) e ‘BRS Poti Branca’ (PB), coletando-se apenas uma amostra de raízes dessas cultivares; é importante ressaltar que as três últimas cultivares foram desenvolvidas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura. Assim, foram analisadas 11 cultivares de mandioca (Tabela 1).

Tabela 1. Condições de crescimento das cultivares de mandioca e aipim coletadas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.

ÁREA	CULTIVAR	ADUBAÇÃO	PRÁTICAS AGRÍCOLAS	IDADE
1	Salangó (S1)	Cama de frango	Rotação de cultura com amendoimzeiro	17 meses
	Cigana (C1)	Cama de frango	Rotação de cultura com amendoimzeiro	17 meses
2	Salangó (S2)	Esterco bovino	Rotação de cultura com inhame	19 meses
	Cigana (C3)	Esterco bovino	Rotação de cultura com inhame	19 meses
3	Salangó (S3)	Adubação mineral	Área destinada apenas ao cultivo de mandioca	18 meses
4	Cigana (C2)	Cama de frango e Esterco bovino	Área destinada apenas ao cultivo de mandioca	17 meses
5	Platina (P1)	Esterco bovino	Consoiciado com laranja	13 meses
	Graveto (G1)	Esterco bovino	Consoiciado com laranja	13 meses
6	Platina (P2)	Adubação mineral, mamona e resíduos da casa de farinha	Rotação de cultura com amendoimzeiro	15 meses
7	Platina (P3)	Cama de frango	Área destinada apenas ao cultivo de mandioca	14 meses
8	Eucalipto (E1) ⁽¹⁾	Adubação mineral e esterco bovino	Rotação de cultura com inhame	18 meses
9	Eucalipto (E3) ⁽¹⁾	Adubação mineral e esterco bovino	Consoiciado com laranja	13 meses
	Graveto (G3)	Adubação mineral e esterco bovino	Consoiciado com laranja	16 meses
	Milagrosa (M3)	Adubação mineral e esterco bovino	Consoiciado com laranja	16 meses
10	Eucalipto (E2) ⁽¹⁾	Esterco bovino	Rotação de cultura com amendoimzeiro	15 meses
11	Correnteza (CT)	Cama de frango	Rotação de cultura com inhame	26 meses
12	Graveto (G2)	Adubação mineral, esterco bovino e mamona	Rotação de cultura com amendoimzeiro	15 meses
13	Milagrosa (M1)	Adubação mineral e resíduos da casa de farinha	Rotação de cultura com amendoimzeiro	14 meses
14	Milagrosa (M2)	Esterco bovino e resíduos da casa de farinha	Rotação de cultura com amendoimzeiro	15 meses
15	Cidade Rica (CR)	Adubação mineral	Rotação de cultura com amendoimzeiro	15 meses
16 ⁽²⁾	Kiriris (KR) ⁽¹⁾	Adubação mineral	Área destinada apenas ao cultivo de mandioca	14 meses
	Formosa (FM)	Adubação mineral	Área destinada apenas ao cultivo de mandioca	14 meses
	Poti Branca (PB)	Adubação mineral	Área destinada apenas ao cultivo de mandioca	14 meses

⁽¹⁾Apenas as cultivares E e KR são consideradas aipim; ⁽²⁾Cultivares coletadas em Cruz das Almas-BA. 1, 2 e 3 indicam as cultivares que foram amostradas em três diferentes condições de cultivo.

As cultivares KR, FM e PB foram coletadas numa área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura destinada ao cultivo de mandioca, com aplicação de fertilizantes minerais conforme necessidade da cultura

As amostras foram coletadas durante os meses de outubro e novembro de 2018, período seco na região. Juntamente com a coleta das raízes de mandioca e aipim foram aplicados questionários para obtenção de informações relevantes sobre o tipo de adubação, práticas agrícolas e época de plantio (Tabela 1).

2.3. ANÁLISE DA QUALIDADE DA MANIPUEIRA

Foram coletados cinco quilogramas de raízes por cultivar, com idade apta para produção de farinha. Após a coleta, as raízes foram levadas para a casa de farinha, localizada na Embrapa Mandioca e Fruticultura, onde foram mantidas à sombra para serem processadas no dia seguinte, de forma similar à realizada pelos produtores da região. As raízes foram descascadas manualmente, moídas em triturador mecânico e a massa obtida levada para prensagem manual. A manipueira foi coletada durante a prensagem da massa, armazenada em garrafas de plástico e mantidas sob refrigeração para preservação das amostras.

A manipueira foi caracterizada pela determinação dos seguintes atributos: condutividade elétrica (CE), com auxílio de condutivímetro de bancada; sólidos dissolvidos totais (TDS), com medidor portátil de sólidos dissolvidos totais; potencial hidrogeniônico (pH), medido com peagômetro de bancada (RICE et al., 2012); nitrogênio total (N), determinado por espectrofotometria (WEATHERBURN, 1967; FELKER, 1977); fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K), determinados por espectrofotometria de emissão óptica por plasma induzido (ICP – OES) (HOU et al., 2016); e carbono orgânico total (COT), determinado segundo metodologia proposta por Mendonça e Matos (2017). Os atributos foram determinados em triplicata, para redução da margem de erro.

2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados dos atributos da manipueira foram analisados inicialmente pela estatística descritiva, considerando a média, coeficiente de variação (CV) e valores mínimo e máximo. O CV foi classificado como baixo ($CV \leq 10\%$), médio ($10\% < CV$

< 20 %), alto ($20 \% \leq CV < 30 \%$) e muito alto ($CV \geq 30\%$) (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

A matriz de correlação de Pearson foi utilizada para verificar se as variáveis analisadas possuíam correlações mínimas suficientes para justificar sua utilização na matriz da análise multivariada. Para tanto, foram analisados 10 atributos em um total de 23 amostras de manipueira.

Em seguida, os dados foram submetidos à análise de agrupamento (*cluster analysis*), adotando-se o método da média das distâncias, a partir da distância euclidiana, para descrever a similaridade entre os grupos.

Os dados foram padronizados e submetidos à análise de componentes principais (ACP), considerando apenas as variáveis que apresentaram valor da carga fatorial acima de 0,60 (HAIR JUNIOR et al., 2009). Variáveis com baixa explicação nas componentes principais (CPs) foram removidas do banco de dados e uma nova análise foi realizada. Adotou-se o critério de Kaiser (1958) para definição do número de CPs que indicaram a maior explicação da variância, ou seja, foram mantidos no sistema apenas componentes com autovalores > 1 e variância acumulada $\geq 70 \%$ (RENCHEER, 2002).

Todas as análises foram realizadas com auxílio do software R versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2018) por meio dos pacotes *Hmisc* (análise de Correlação Pearson), *FactoMineR* (análise de agrupamento) e *factoextra* (ACP).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados analíticos da manipueira das raízes das cultivares de mandioca e aipim amostradas, em relação aos atributos avaliados (Tabela 2), mostraram a variação existente entre as cultivares, quanto à composição da manipueira.

Tabela 2. Resultados analíticos da manipueira das cultivares de mandioca e aipim amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.

Cultivares	pH	CE ⁽¹⁾	TDS	COT	N	P	K	Ca	Mg	Na
		dS m ⁻¹	mg L ⁻¹							
C1⁽²⁾	4,70	7,35	3.423,33	39.035,63	41,73	758,47	2.789,20	85,73	560,13	150,00
C2	5,07	7,28	2.733,33	25.124,29	57,15	940,67	3.128,87	132,03	538,23	255,00
C3	5,30	7,92	2.677,33	43.975,38	65,32	804,67	2.920,77	105,07	368,67	130,00
S1	5,93	7,30	3.294,67	65.992,02	50,31	734,00	2.867,80	118,97	636,37	255,00
S2	5,00	9,40	3.833,33	36.392,09	69,11	965,17	4.166,33	230,87	584,83	190,00
S3	4,93	10,31	4.277,33	21.796,83	68,13	926,87	5.378,77	242,30	466,40	120,00
M1	4,80	10,52	4.311,33	33.454,09	218,38	736,27	6.026,73	285,50	342,33	155,00
M2	4,60	10,28	4.274,00	22.728,93	138,89	681,47	5.469,27	287,47	297,33	135,00
M3	4,70	10,21	4.153,00	27.175,48	89,38	1.184,10	5.153,87	310,33	353,60	110,00
G1	4,50	11,60	4.683,00	16.316,74	74,56	1.009,80	6.588,47	232,03	381,37	155,00
G2	4,47	11,52	4.638,00	19.599,17	63,27	1.062,87	6.543,90	324,70	558,87	150,00
G3	4,47	9,99	4.153,00	14.064,84	78,28	863,37	4.771,70	192,00	480,00	335,00
P1	4,67	10,90	4.428,00	27.328,16	62,29	1.269,60	5.958,07	282,07	450,50	105,00
P2	4,23	8,74	3.786,33	21.774,74	57,09	899,63	3.438,43	156,73	536,30	210,00
P3	4,67	9,72	4.202,67	28.492,27	72,67	1.165,70	4.906,63	228,27	599,40	90,00
E1⁽²⁾	5,63	11,27	4.593,67	18.574,18	77,84	1.290,97	6.649,83	263,27	373,43	155,00
E2	5,50	13,41	4.812,67	19.570,27	66,30	1.485,27	8.055,20	316,93	393,47	105,00
E3	5,20	8,93	3.819,33	20.234,33	82,35	1.028,37	4.890,93	203,37	687,90	375,00
CT	6,83	9,43	4.032,67	42.354,53	81,78	950,17	4.514,67	180,83	642,83	210,00
CR	4,70	10,99	4.465,00	22.366,34	58,98	1.150,67	5.325,33	260,43	633,80	205,00
KR	4,93	5,98	2.943,33	26.269,48	60,43	1.038,83	3.339,87	136,43	488,77	213,33
FM	6,10	5,84	3.079,67	16.796,84	75,10	1.167,23	3.808,00	147,50	671,93	313,33
PB	6,23	6,97	3.347,00	27.128,85	71,66	982,70	3.817,97	202,57	453,80	400,00

⁽¹⁾CE = condutividade elétrica; TDS = sólidos dissolvidos totais; COT = carbono orgânico total; e C.V. = coeficiente de variação. ⁽²⁾S = 'Salangó Preta'; C = 'Cigana'; P = 'Platina'; E = 'Eucalipto'; G = 'Graveto'; M = 'Milagrosa'; CR = 'Cidade Rica'; CT = 'Correnteza'; KR = 'Kiriris'; FM = 'Formosa'; e PB = 'Poti Branca'. 1, 2 e 3 indicam as cultivares que foram amostradas em três diferentes condições de cultivo. ⁽²⁾Apenas as cultivares E e KR são consideradas aipim.

A análise estatística descritiva para os dados analíticos da manipueira das raízes das cultivares de mandioca e aipim amostradas (Tabela 3) mostrou, como destaque, a baixa variabilidade ($CV \leq 10\%$) para pH, CE, TDS, P, K e Ca; média ($10\% < CV < 20\%$) para COT, Mg e Na e muito alta ($\geq 30\%$) apenas para N.

Esse é um resultado muito favorável para o aproveitamento desse efluente como condicionador de solo para produção vegetal, inclusive refutando a primeira parte da hipótese deste capítulo. Se manipueiras de diferentes cultivares de mandioca e aipim e obtidas em diversas condições de crescimento apresentaram baixa variabilidade entre si, então se pode admitir baixa incerteza na utilização de manipueiras de outras cultivares e condições de crescimento, para a finalidade mencionada.

Mais uma reflexão pode ser dirigida a esse assunto, na medida em que esse resultado refere-se à avaliação de manipueira obtida de 11 cultivares de mandioca e aipim, seis delas cultivadas em três ambientes distintos e as demais em apenas um ambiente (Tabela 1). Essa diversa e complexa interação permite pressupor que a baixa variabilidade será também possível em condições de campo, onde manipueiras de uma mesma casa de farinha são oriundas de misturas de cultivares ou de processos de extração distintos, e podem ser ainda originadas de mistura de efluentes provenientes de diferentes casas de farinha. Tal pressuposto, entretanto, deverá ser objeto de novas pesquisas, visando sua validação.

Quanto aos valores de pH e demais atributos resumidos na tabela 3, Izah et al. (2017) constataram pH equivalente a 3,93 no efluente bruto, enquanto Correia et al. (2018), Dantas et al. (2016) e Garcia et al. (2014) obtiveram pH equivalente a 4,60, 6,60 e 6,80, respectivamente.

Para a CE, Izah et al. (2017) obtiveram o equivalente a $14,37 \text{ dS m}^{-1}$. Valores superiores foram constatados por Garcia et al. (2014) ao analisar três amostras distintas de manipueira, constatando CE de 1.014, 1.211 e 1.375 dS m^{-1} .

Izah et al. (2017) obtiveram valor de 9.760 mg L^{-1} para TDS no efluente antes de ser submetido a tratamento, portanto bem superior ao máximo observado no presente trabalho.

Quanto ao COT, valor bem inferior (3.181 mg L^{-1}) foi obtido nos estudos realizados por Leifeld et al. (2016) no efluente bruto.

Quanto aos elementos químicos, no estudo realizado por Tschoeke et al. (2017) o teor de N total foi equivalente a 110 mg L^{-1} . Valores superiores foram

descritos por Izah et al. (2017), Duarte et al. (2012) e Dantas et al. (2016), equivalente a 250, 980 e 3.064 mg L⁻¹, respectivamente. Valores inferiores de P foram expressos por Izah et al. (2017) e Dantas et al. (2016), cerca de 35 e 312 mg L⁻¹ de P, enquanto Duarte et al. (2012) obtiveram 740 mg L⁻¹. A literatura aponta valores de K equivalentes a 1.970 mg L⁻¹ (DUARTE et al., 2012) e 3.200 mg L⁻¹ (DANTAS et al., 2016).

A detecção de distribuição não normal para pH, COT, N e Na (Tabela 3), no caso de utilizar-se análise estatística univariada, poderia ser minimizada por meio da transformação dos dados antes de executar a análise de variância e o teste de média, pois uma das suposições da análise estatística paramétrica é a existência de distribuição normal (GOMES, 1984). No entanto, a distribuição não normal de alguns atributos não interfere nos procedimentos estatísticos multivariados utilizados no presente trabalho.

Tabela 3. Resultados da análise estatística descritiva para os dados analíticos das manípueiras das cultivares de mandioca e aipim amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.

VARIÁVEL	UNIDADE	MÉDIA	C.V. ⁽¹⁾ (%)	MÍNIMO	MÁXIMO	SHAPIRO-WILK ⁽²⁾
pH	-	5,1	3,5	4,2	6,8	0,890*
CE	dS m ⁻¹	9,4	3,0	6,0	13,0	0,948ns
TDS	mg L ⁻¹	3.911,4	2,2	2.677	4.813	0,929ns
COT	mg L ⁻¹	27.675,9	10,2	14.065	65.992	0,840**
N	mg L ⁻¹	77,4	30,5	42,0	265,0	0,515**
P	mg L ⁻¹	1.004,3	5,7	681	1.485	0,973ns
K	mg L ⁻¹	4.804,9	4,1	2.789	8.055	0,959ns
Ca	mg L ⁻¹	214,1	5,5	86	325	0,960ns
Mg	mg L ⁻¹	500,1	10,2	297	688	0,954ns
Na	mg L ⁻¹	196,6	12,4	90	400	0,892*

⁽¹⁾C.V. = coeficiente de variação; CE = condutividade elétrica; TDS = sólidos dissolvidos totais; e COT = carbono orgânico total. ⁽²⁾* = significativo ($p \leq 0,05$); ** = significativo ($p \leq 0,01$), isto é, distribuição não normal; e ns = não significativo, isto é, distribuição normal.

Ao analisar a matriz de correlação entre as variáveis relativas aos atributos da manípueira (Tabela 4) foi possível observar forte correlação positiva entre a variável TDS com CE, K e Ca, e negativa com COT e Na. A variável CE, além da associação

positiva com TDS, correlacionou-se positivamente com P, Ca e K e negativamente com Na. O P correlacionou-se positivamente com Ca, K e CE, e negativamente com o COT. Observa-se que o Na se correlacionou negativamente com CE e TDS e positivamente com o Mg. O Mg correlacionou-se negativamente ainda com Ca e N, sendo esta a única correlação significativa observada para o N. Além das correlações já citadas para o COT, essa variável associou-se negativamente também com o Ca e K.

Tabela 4. Matriz de correlação entre as variáveis relativas aos atributos da manipueira, considerando os dados obtidos para todas as cultivares amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.

	pH ⁽¹⁾	CE	TDS	COT	N	P	K	Na	Ca	Mg
pH	1,00	-0,33	-0,31	0,38	-0,09	0,10	-0,18	0,39	-0,27	0,28
CE		1,00	0,93⁽²⁾	-0,36	0,22	0,42	0,91	-0,54	0,83	-0,40
TDS			1,00	-0,42	0,23	0,41	0,90	-0,44	0,85	-0,28
COT				1,00	0,03	-0,47	-0,52	-0,07	-0,45	0,20
N					1,00	-0,30	0,29	-0,19	0,38	-0,45
P						1,00	0,57	-0,19	0,47	0,03
K							1,00	-0,41	0,89	-0,41
Na								1,00	-0,41	0,46
Ca									1,00	-0,41
Mg										1,00

⁽¹⁾pH – potencial hidrogeniônico; CE – condutividade elétrica; TDS – sólidos dissolvidos totais; COT – carbono orgânico total; N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Na – sódio; Ca – cálcio; e Mg – magnésio. ⁽²⁾Os coeficientes de correlação em negrito são significativos ($p \leq 0,05$).

Choo-in (2019) descreveu que a concentração de TDS está relacionada com a presença de compostos orgânicos e inorgânicos no líquido, e a CE com a presença de compostos inorgânicos, sendo a relação entre eles dependente da natureza dos cátions e ânions (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^{2-} , PO_4^{3-} , K^+ , Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) dissolvidos em água normal e residuária.

A relação entre P e CE ocorre devido à liberação e absorção de fósforo na forma de ortofosfato com carga negativa (PO_4^{3-}) em sistemas aquosos (KIM et al., 2007). Chen e Avnimelech (1986) informaram que a liberação do P na forma orgânica não é bem correlacionada com o carbono, como ocorre comumente com o N, devido às reações de sorção, fixação e precipitação do P com outros constituintes do solo, podendo influenciar indiretamente no suprimento de P às plantas e, conseqüentemente, na concentração desses elementos na manipueira.

A correlação negativa entre o Na (média de $196,6 \text{ mg L}^{-1}$) e a CE (média de $9,4 \text{ dS m}^{-1}$) pode estar associada ao clima tropical da região, com chuvas regulares que favorecem a lixiviação do elemento no solo, porquanto Araujo et al. (2015), ao caracterizar a manipueira obtida em casa de farinha no Município de Puxinanã, região semiárida da Paraíba, constaram a presença de 985 mg L^{-1} de Na e CE equivalente a $8,43 \text{ dS m}^{-1}$.

Os resultados da análise das componentes principais (ACP) apresentaram os autovalores das duas primeiras CPs que, juntas, explicaram acima de 70% da variância acumulada (Tabela 5).

Tabela 5. Autovalores e variância acumulada obtidos na análise de componentes principais (ACP), a partir dos dados originais de atributos da manipueira de diferentes cultivares de mandioca e aipim amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.

Variável ⁽¹⁾	CP1	CP2
CE	0,94419	-0,08556
TDS	0,91813	-0,12426
N	0,37519	0,77180
P	0,49294	-0,72334
K	0,95749	-0,11863
Ca	0,92728	-0,01313
Mg	-0,52290	-0,59612
Na	-0,58786	-0,12914
Autovalores	4,51	1,52
Variância explicada (%)	56,42	19,10
Variância acumulada (%)	56,42	75,52

⁽¹⁾Variáveis com maiores cargas fatoriais (escores em negrito) foram selecionadas dentro de cada componente.

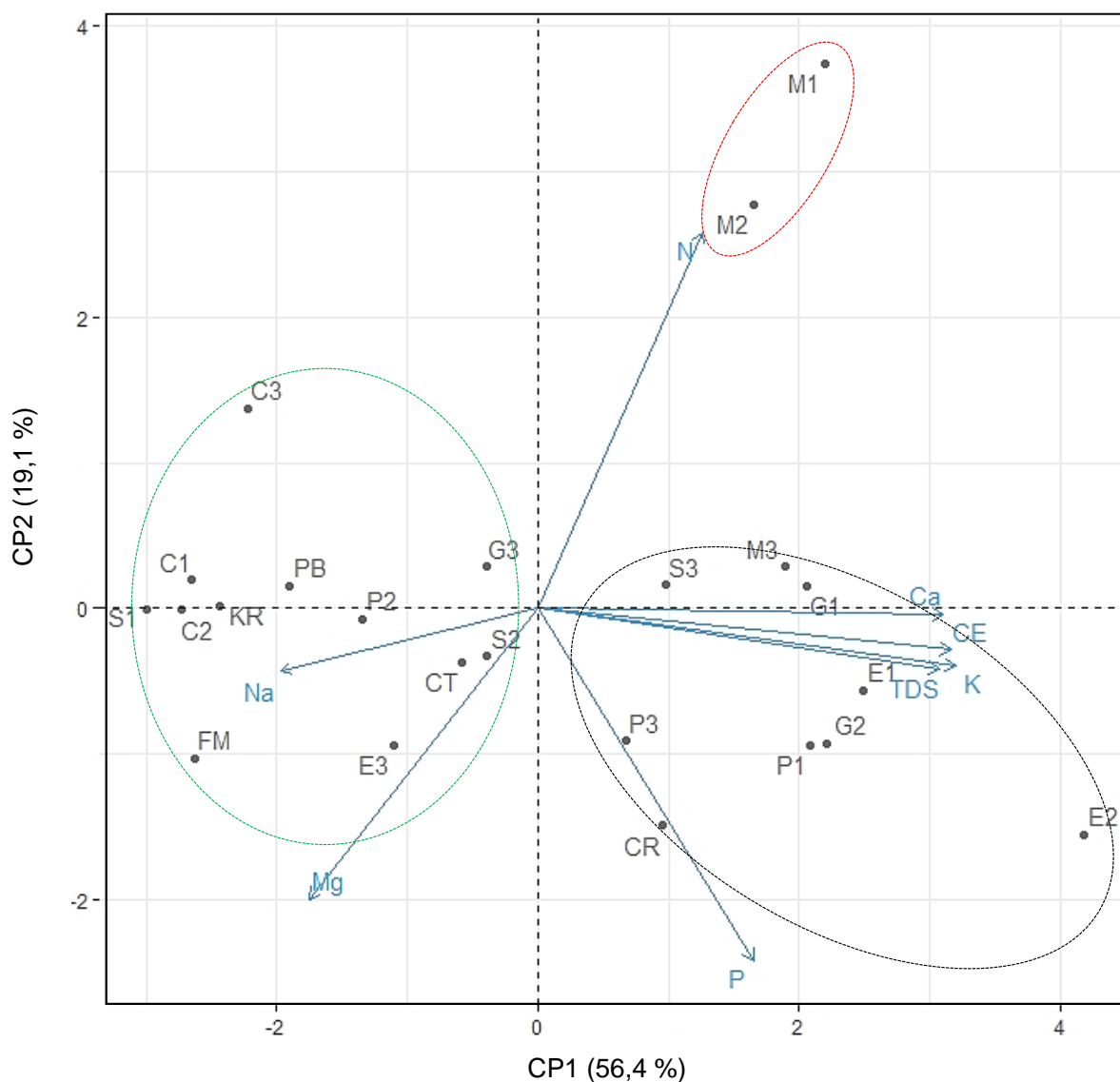
A CP1 apresentou autovalor de 4,51 e explicou 56,42 % comportamento das variáveis analisadas. As variáveis que mais contribuíram para a formação da CP1 foram: CE, TDS, K e Ca. A CP2 apresentou autovalor de 1,52 e foi explicada pelas variáveis N e P, correlacionadas entre si, representando 19,10 % da variação total. As duas primeiras CPs explicaram 75,52 % da variância total, pelo que, de acordo com Vicini (2005), devem sintetizar uma variância acumulada em torno de 70 %. Logo, essas CPs resumem efetivamente a variância amostral total.

A integração com a análise de agrupamento mostrou a separação de três grupos de cultivares de mandioca e aipim baseados no grau de similaridade (Figura 2), como sendo: a) **Grupo 1** – formado pelas cultivares CR, E1, E2, G1, G2, P1, M3, P3 e S3; b) **Grupo 2** – formado apenas pelas cultivares M1 e M2; e c) **Grupo 3** – reuniu 52 % das cultivares avaliadas, sendo representado por C1, C2, C3, CT, E3, FM, G3, KR, P2, PB, S1 e S2. As cultivares do grupo 1, especialmente aquelas que guardaram maior correlação com a CP1, tais como G1, S3, M3 e E1, diferenciaram-se das demais por apresentarem maiores teores de Ca, K e TDS, além de maior CE, que foram os atributos que apresentaram maior correlação com a CP1. Todas as cultivares do grupo 3 diferenciaram-se das cultivares do grupo 1 pelos maiores teores de Na, principalmente as cultivares S1, C2, KR, P2, C1 e PB. Já as duas cultivares que formaram o grupo 2 (M1 e M2) diferenciaram-se das demais por apresentarem tendência de maiores teores de N, embora essa separação seja menor por guardar correlação com a CP2, cuja explicação da variância foi de apenas 19,1 %. Além do nutriente N, a CP2 também mostrou maior correlação com os teores de P (Tabela 5), onde ambos foram negativamente correlacionados. Das cultivares avaliadas, CR e P3 foram as que guardaram maior correlação com os teores de P, sendo este atributo o que mais explicou a diferença dessas cultivares com M1 e M2, estas com tendência de apresentarem maiores teores de N. As cultivares que se encontram próximo ao centro de origem do gráfico biplot, tais como CT, S2 e G3, embora componham o grupo 3 pela análise de agrupamento, guardam baixa correlação com as CPs selecionadas; portanto, a distinção dessas cultivares para as demais não pode ser avaliada pelos atributos selecionados neste estudo.

Souza et al. (2009) descreveram que os solos do tabuleiro, nos quais se enquadram os solos amostrados no presente trabalho, oferecem condições

satisfatórias para o cultivo da mandioca, desde que melhorados por calagem e adubações. Contudo, no levantamento de dados realizado diretamente com os produtores, eles informaram que não houve correção do solo antes do cultivo, se atentando apenas à adubação da área, mesmo assim sem prévia análise da fertilidade do solo. Fialho et al. (2017) ressaltaram a importância da análise do solo com o intuito de evitar possíveis prejuízos na produção de mandioca, destacando ainda que a prática de rotação de cultura é indispensável, porquanto a mandioca retira muitos nutrientes do solo com pequena reciclagem dos mesmos.

Figura 2. Diagrama biplot das componentes principais 1 e 2 integrando os atributos das manipueiras e as diferentes cultivares de mandioca e aipim amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018. As elipses correspondem à separação dos grupos indicados pela análise de agrupamento (*Cluster*). Informações sobre as cultivares estão apresentadas na Tabela 1.



A mandioca absorve, em ordem decrescente, os nutrientes: $K > N > Ca > P > Mg$ (Howeler, 2002; Souza et al., 2009). Já Embrapa (1980), considerando a média de três genótipos, obteve a seguinte ordem decrescente: $N > K > Ca > Mg > P > S$. Ao final do ciclo, Howeler (2002) destacou que as raízes da mandioca acumularam nutrientes na mesma ordem decrescente ($K > N > Ca > P > Mg$), enquanto Embrapa (1980) obteve a seguinte ordem de nutrientes nas raízes: $K > N > Mg > Ca > P > S$. Isso explica as expressivas concentrações de K na manipueira, contribuindo para a formação da CP1, em conjunto com o Ca, e de N contribuindo para a formação da CP2, em conjunto com o P (Tabela 5).

De acordo com Howeler (2002), a absorção e distribuição de nutrientes na cultura da mandioca dependem da fertilidade do solo, condições climáticas e características das cultivares. Portanto, os diferentes valores (Tabela 2) para os atributos apresentados pelas manipueiras das cultivares de mandioca e aipim amostradas devem estar associados às diferentes condições de cultivo (Tabela 1). Por exemplo, observou-se que as maiores concentrações de P associadas com elevadas concentrações de K foram proporcionadas por cultivares do grupo 1 (E2, E1, P1, P3, CR, G2 e G1) submetidas à adubação mineral e, ou consorciação com laranjeira ou inhame, neste caso podendo envolver a aplicação de adubação mineral para a cultura consorte. Por outro lado, observou-se que as maiores concentrações de Na foram proporcionadas por cultivares do grupo 3 (E3, G3, C2, S1 e P2) submetidas à adubação mineral ou à adubação com cama de frango, neste caso podendo incluir resíduo de sal mineral adicionado à ração das aves.

Em relação à qualidade da manipueira oriunda de diferentes cultivares de mandioca e aipim, considerando as que foram amostradas em três áreas diferentes, observou-se que nas cultivares 'Graveto' e 'Eucalipto' verificou-se alta qualidade da manipueira em duas amostras, na 'Salangó Preta' (S), 'Platina' (P) e 'Milagrosa' (M) predominou a qualidade média e na 'Cigana' (C) a manipueira foi de baixa qualidade nas três amostras. Nas cultivares com apenas uma amostra, a 'Correnteza' (CT), 'Cidade Rica' (CR) e 'Formosa' (FM) proporcionaram manipueiras com média qualidade, e 'Kiris' (KR) e 'Poti Branca' (PB), de baixa qualidade. Esses dados mostram que a qualidade da manipueira foi diretamente influenciada pela cultivar de mandioca e aipim.

Tabela 6. Relação entre as cultivares de mandioca e a composição da manipueira.

Áreas	Cultivares de mandioca e aipim ⁽¹⁾	Qualidade da manipueira
1	S1, C1	b ⁽²⁾
2	S2, C3	m, b
3	S3	m
4	C2	b
5	G1, P1	a
6	P2	m
7	P3	m
8	E1, M3	a
9	G3, E3	m
10	E2	a
11	CT	m
12	G2	a
13	M1	m
14	M2	m
15	CR	m
16	KR, PB	b
16	FM	m

⁽¹⁾S = 'Salangó Preta'; C = 'Cigana'; P = 'Platina'; E = 'Eucalipto'; G = 'Graveto'; M = 'Milagrosa'; CR = 'Cidade Rica'; CT = 'Correnteza'; KR = 'Kiriris'; FM = 'Formosa'; e PB = 'Poti Branca'. 1, 2 e 3 indicam as cultivares que foram amostradas em três diferentes condições de cultivo. Apenas as cultivares E e KR são consideradas aipim. ⁽²⁾Níveis com base na ACP: a = alta, m = média, b = baixa.

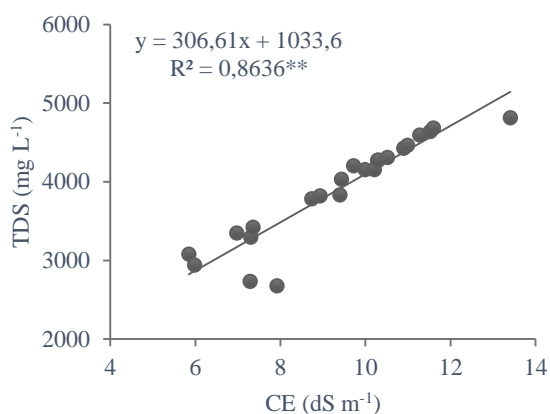
Mediante a constatação da correlação entre os atributos CE, TDS, K e Ca pela análise de componentes principais (Tabela 4) foram testadas análises de regressão entre esses atributos (Figura 3).

A figura 3a apresenta a correlação linear entre TDS e CE, mostrando forte relação entre esses dois atributos. Libânio (2010) descreveu que a correlação entre esses atributos se manifesta de formas diferentes para cada corpo e, depois de estabelecida essa correlação, o monitoramento da concentração TDS, cuja determinação é mais lenta, pode ser efetuada por meio da determinação da CE. Observa-se que a relação linear entre as concentrações de Ca e a CE foram moderadas, com R² equivalente a 0,69 (Figura 3B). O K apresentou forte correlação linear com a CE (Figura 3C) e TDS (Figura 3D). Isso pode estar associado ao fato de o K ser o cátion em maior abundância na manipueira, apresentando

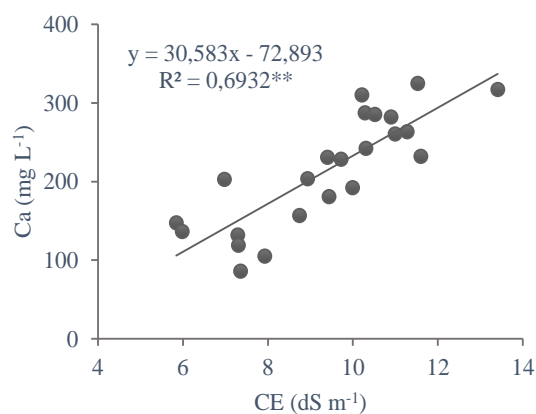
concentração média de 4.804 mg L⁻¹, enquanto a média do Ca foi 214 mg L⁻¹, contribuindo de forma mais acentuada na determinação da CE e TDS.

Figura 3. Correlação entre condutividade elétrica (CE) e sólidos dissolvidos totais (TDS) (A), condutividade elétrica e cálcio (Ca) (B), condutividade elétrica e potássio (K) (C) e sólidos dissolvidos totais e potássio (D), para manipueiras de diferentes cultivares de mandioca e aipim amostradas nos municípios de São Felipe e Cruz das Almas-BA, 2018.

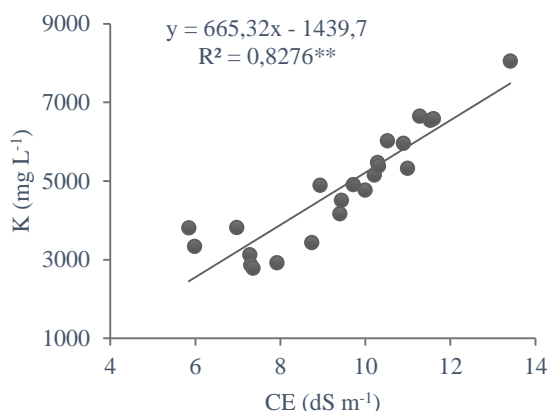
A.



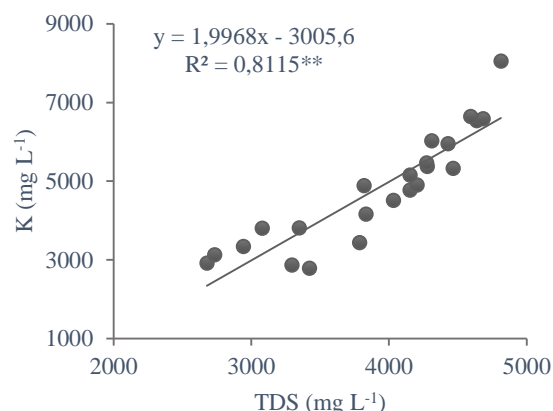
B.



C.



D.



Os resultados apresentados e discutidos permitiram considerar que foram plenamente atingidos os objetivos desde capítulo do trabalho.

A baixa e média variabilidade observada para os atributos das manipueiras de diferentes cultivares de mandioca e aipim contribuíram para refutar a primeira parte da hipótese deste capítulo, sendo um resultado muito favorável para o aproveitamento desse efluente como condicionador de solo para produção vegetal.

Além disso, a identificação dos atributos K, Ca, CE, TDS, P e N como mais importantes para separar as diferentes cultivares e a forte correlação de K, Ca, CE e TDS entre si, permitiu considerar a CE como indicador de qualidade nutricional da

manipueira, de baixo custo, tornando-se importante ferramenta para minimizar a incerteza quanto ao resultado de utilização do efluente como adubo orgânico, devida à sua origem diversa, possibilitando ainda orientar prováveis suplementações de nutrientes. Com isso, foi confirmada a segunda parte da hipótese deste capítulo.

4. CONCLUSÕES

Os atributos das manipueiras de diferentes cultivares de mandioca e aipim apresentaram baixa e média variabilidade.

Os atributos mais importantes para separar as diferentes cultivares, quanto à qualidade da manipueira, foram: K, Ca, CE, TDS, P e N.

Manipueiras de alta qualidade foram obtidas das cultivares 'Graveto' e 'Eucalipto', média qualidade de 'Salangó Preta', 'Platina', 'Milagrosa', 'Correnteza', 'Cidade Rica' e 'Formosa' e baixa qualidade de 'Cigana', 'Kiriris' e 'Poti Branca'.

Diante da forte correlação entre os atributos K, Ca, CE e TDS, pode-se considerar a CE como indicador de qualidade nutricional de manipueiras de origens diversas na região.

5. REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ARAUJO, J. S. P.; LOPES, C. A. **Produção de farinha de mandioca na agricultura familiar**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 15 p.

ARAÚJO, N. C.; OLIVEIRA, S. J. C.; FERREIRA, T. C.; LIMA, V. L. A.; QUEIROZ, A. J. P.; ARAÚJO, F. A. C. Crescimento e produtividade de milho fertilizado com manipueira como fonte alternativa de nutrientes. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 2, p. 31-35, 2015.

BEZERRA, M. G. S.; SILVA, G. G. C.; DIFANTE, G. S.; EMERENCIANO NETO, J. V.; OLIVEIRA, E. M. M.; OLIVEIRA, L. E. C. Cassava wastewater as organic fertilizer in 'Marandu' grass pasture. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 6, p.404-409, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n6p404-409>.

CEREDA, M. P.; MATTOS, M. C. Y. Linamarin: the toxic compound of cassava. **Journal of Venomous Animals and Toxins**, v. 2, n. 1, p. 6-12, 1996. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-79301996000100002>.

CHEN, Y.; AVNIMELECH, Y. **The role of organic matter in modern agriculture**. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1986. 311 p.

CHOO-IN, S. The relationship between the total dissolved solids and the conductivity value of drinking water, surface water and wastewater. In: INTERNATIONAL ACADEMIC RESEARCH CONFERENCE, 2019, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam: ICBTS, 2019. p. 11-16.

DUARTE, A. S.; SILVA, E. F.; ROLIM, M. M.; FERREIRA, R. F. A. L.; MALHEIROS, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. S. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 262–267, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura 1978**; Projeto Mandioca. Brasília: Embrapa-DID, 1980. p. 27-100.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma, Itália). **Proceedings of the validation forum on the global cassava development strategy**. Roma: 2004.

FELKER, P. Microdetermination of nitrogen in seed protein extracts with the salicylate-dichloroisocyanurate color reaction. **Analytical Chemistry**, v. 49, n. 7, p.1080-1080, 1977. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/ac50015a053>.

FERREIRA, W. A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R.; POLTRONIERI, M. C. **Manipueira: um adubo orgânico em potencial**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 25 p.

FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; BORGES, A. L. (Ed.). **Cultivo da mandioca para a Região do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 95 p. (Embrapa Cerrados. Sistema de Produção).

GOMES, F. P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 160 p.

HAIR JÚNIOR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 p.

HOU, X.; AMAIS, R. S.; JONES, B. T.; DONATI, G. L. Inductively coupled plasma/optical emission spectrometry. **Encyclopedia of Analytical Chemistry**, p. 1-25, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/9780470027318.a5110.pub3>.

HOWELER, R. H. Cassava mineral nutrition and fertilization. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Ed.). **Cassava: Biology, production, and utilization**. New York: Cabi Publishing, 2002. p. 115-147.

IZAH, S. C.; BASSEY, S. E.; OHIMAIN, E. I. Impacts of cassava mill effluents in Nigeria. **Journal of Plant and Animal Ecology**, v. 1, n. 1, p. 14-42, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14302/issn.2637-6075.jpae-17-1890>.

IGBE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Rio de Janeiro, RJ). **Brasil – Bahia – São Felipe**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/sao-felipe/panorama>.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. B. R. e; MONTENEGRO, J. O.; FORMIGA, R. A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H. F. de. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco, Estado da Bahia**. Recife: Embrapa-SNLCS, 1977, v.1, 735 p. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 52).

KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, n. 3, p.187-200, 1958. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/bf02289233>.

KIM, K.; YOO, J.; KIM, S.; LEE, H. J.; AHN, K.; KIM, I. S. Relationship between the electric conductivity and phosphorus concentration variations in an enhanced biological nutrient removal process. **Water Science and Technology**, v. 55, n. 1-2, p.203-208, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2007.053>.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3 ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. 494 p.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Viçosa: Produção Independente, 2017. 221 p.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <https://www.r-project.org/>.

RENCHER, A. C. **Methods of multivariate analysis**. 2. ed. New York: John Wiley, 2002. 738 p.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; CLESCERI, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR, 2012. 1496 p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 531p.

SOUZA, L. S.; SILVA, J.; SOUZA, L. D.; GOMES, J. C. Calagem e adubação para mandioca. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. cap. 9, p. 126-144.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: UFSM, 2005. 215 p.

WEATHERBURN, M. W. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Analytical Chemistry**, v. 39, n. 8, p. 971-974, 1967. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/ac60252a045>.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS CULTIVADOS COM MANDIOCA SOB DIFERENTES MANEJOS

CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS CULTIVADOS COM MANDIOCA SOB DIFERENTES MANEJOS

RESUMO – Os Latossolos, apesar de serem caracterizados por apresentar baixa fertilidade natural, são amplamente utilizados para produção agrícola, destacando-se o cultivo da mandioca nos presentes solos de Tabuleiros Costeiros no Recôncavo Baiano. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar atributos físicos e químicos de solos sob diferentes manejos no Município de São Felipe-BA, nas mesmas áreas de cultivo de mandioca e aipim amostradas para a avaliação da manipueira, visando avaliar sua influência em atributos físico-químicos da manipueira. Para tanto, foram coletadas amostras de raízes de diferentes cultivares de mandioca, das quais foi obtida a manipueira, e ao mesmo tempo amostras dos respectivos solos de cultivo. Os atributos do solo foram submetidos à análise estatística descritiva e à técnica de análise multivariada. A diversidade de manejo das áreas de produção de mandioca e aipim avaliadas resultou em alta ou muito alta variabilidade de atributos químicos do solo. Os atributos pH, P, Al, H+Al, V, CTC e MO foram os mais representativos na distinção dos solos das áreas de cultivo de mandioca avaliadas. As diferentes condições de cultivo e de fertilidade química do solo não foram determinantes da qualidade da manipueira.

Palavras-Chave: Adubação mineral; Adubação orgânica; *Manihot esculenta* Crantz; Práticas agrícolas.

CHARACTERIZATION OF CULTIVATED SOILS WITH CASSAVA UNDER DIFFERENT MANAGEMENT

ABSTRACT – The Oxisols, despite being characterized by low natural fertility, are widely used for agricultural production, highlighting the cassava cultivation in the present soils of Coastal Table in the Recôncavo Baiano. In this context, the present study aimed to evaluate physical and chemical soil attributes under different managements in the Municipality of São Felipe, Bahia, Brazil, in the same areas of cassava cultivation sampled for the *manipueira* evaluation, aiming to evaluate its influence on physicochemical *manipueira* attributes. For that, root samples of different cassava cultivars were collected from which the *manipueira* was obtained, and at the same time soil samples of the respective cultivation areas. The soil attributes were submitted to statistical descriptive analysis and to the multivariate analysis technique. The management diversity of the cassava production assessed areas resulted in high or very high variability of soil chemical attributes. The pH, P, Al, H + Al, V, CTC, and MO attributes were the most representative in distinguishing the soils of the evaluated cassava cultivation areas. The different cultivation conditions and soil chemical fertility were not determinants of the *manipueira* quality.

Key words: Mineral fertilization; Organic fertilization; *Manihot esculenta* Crantz; Agricultural practices.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca é uma cultura consumida por cerca de 500 milhões de pessoas no mundo e produzida em mais de 80 países, configurando-se como uma das principais fontes de calorias nos trópicos (FAO, 2008). A produção mundial de mandioca referente ao ano de 2018 foi de aproximadamente 277,8 milhões de toneladas, sendo o Continente Africano o líder de produção, seguido da Ásia e América Latina. Nesse segmento, o Brasil ocupa a 5ª posição no ranking mundial, ficando atrás da Nigéria, Tailândia, República Democrática do Congo e Gana (FAO, 2019).

O Brasil produziu 19,4 milhões de toneladas de mandioca em 2,0 milhões de hectares, no ano de 2018, sendo a Região Norte a principal produtora no referido ano, liderando o setor com 33 % da produção nacional, seguida da Nordeste e Sul, com 26 % e 25 %, respectivamente. Dentre os estados do Nordeste, a Bahia liderou o segmento com produção de 1,5 milhões de toneladas, o equivalente a 7,9 % da produção nacional (IBGE, 2019).

A microrregião de Santo Antônio de Jesus é a maior produtora de mandioca da macrorregião de Salvador, com produção equivalente a 88.315 toneladas (IBGE, 2019). Essa microrregião está inserida na unidade de paisagem dos Tabuleiros Costeiros, caracterizados por apresentar solos profundos e de baixa fertilidade (SILVA et al., 2014), com predominância de Latossolos e Argissolos Amarelos (JACOMINE et al., 1977).

Os Latossolos apresentam baixa fertilidade natural, problemas com fixação de fósforo e coesão natural em alguns de coloração amarela, principalmente os presentes na região dos Tabuleiros Costeiros. Do mesmo modo, os Argilosos Amarelos presentes nos Tabuleiros Costeiros apresentam baixa fertilidade natural, alta suscetibilidade à erosão e coesão natural (MARQUES et al., 2014).

Apesar de serem caracterizados por apresentar baixa fertilidade, esses solos são amplamente utilizados para produção agrícola (MARQUES et al., 2014), destacando-se o cultivo da mandioca. Souza et al. (2009) expuseram que os solos do tabuleiro oferecem condições satisfatórias para o cultivo da mandioca, desde que melhorados por calagem e adubações. Entretanto, a FAO (2004) relatou que apenas uma pequena parcela dos produtores aplica adubos minerais ou orgânicos em suas lavouras de mandioca.

Segundo recomendações da FAO (2004), faz-se necessária a utilização conjunta de fertilizantes minerais e orgânicos, quando disponíveis. Na ausência de adubo mineral e esterco animal recomenda-se incorporar adubo verde, com o intuito de manter a fertilidade do solo. Além disso, práticas conservacionistas como rotação de culturas e cultivos em consórcio também são recomendadas para manutenção ou melhoria da fertilidade do solo.

Os principais fertilizantes minerais aplicados na cultura da mandioca são ureia ou sulfato de amônio como fonte de nitrogênio; superfosfato simples ou triplo para suprimento de fósforo; e cloreto ou sulfato de potássio para atender a necessidade de potássio da cultura (SOUZA et al., 2009).

Os adubos orgânicos mais utilizados são esterco bovino, cama de frango, cama de galinha, compostos e tortas oleaginosas (FIALHO et al., 2017). Esses autores detalharam que a adubação orgânica, além de disponibilizar nutrientes para a cultura, atua como condicionadora do solo, proporcionando melhorias na estrutura e aeração, sendo os adubos orgânicos os mais utilizados na cultura da mandioca.

Cereda e Mattos (1996) e FAO (2004) abordam a influência das variedades de mandioca e das condições de cultivo na composição da manipueira com relação à concentração de ácido cianídrico (HCN). Assim, o teor de HCN tende a ser maior em manipueira originada de variedades bravas de mandioca, utilizadas na fabricação de farinha, em solos quimicamente pobres e em épocas secas (EMBRAPA, 2003; CHISTÉ; COHEN, 2006). No entanto, a influência desses fatores (variedades e condições de cultivo) tem sido generalizada, sem apresentação de resultados comprobatórios, para a composição físico-química da manipueira, especialmente quanto aos teores de N, P, K, Ca, Mg, Na, CE, TDS etc., originando importante pressuposição e lacuna a ser avaliada e preenchida pela pesquisa.

Diante das informações ora citadas sobre as condições do solo para o cultivo da mandioca, admitiu-se como hipótese deste capítulo do trabalho que a variabilidade de atributos físico-químicos da manipueira aumenta quando as condições de cultivo são diversas, especificamente quanto à existência de grande variabilidade da fertilidade química do solo. Essa situação espera-se ocorrer em áreas cultivadas com mandioca e aipim por pequenos agricultores no Município de São Felipe-BA, ao quais não realizam análise de solo e adubam a cultura com diversos tipos e quantidades de insumos.

Assim, este capítulo do presente trabalho objetivou avaliar atributos físicos e químicos de solos sob diferentes manejos no Município de São Felipe-BA, nas mesmas áreas de cultivo de mandioca e aipim amostradas para a avaliação da manipueira, visando avaliar sua influência em atributos físico-químicos da manipueira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Município de São Felipe, que está situado na microrregião baiana de Santo Antônio de Jesus, na mesorregião Metropolitana de Salvador, Bahia, Brasil. O Município de São Felipe possui uma extensão territorial de 222,408 km², sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude 12°50'50" Sul; longitude 39°05'22" Oeste; e altitude de 195 metros (IBGE, 2017).

A classificação de Köppen-Geiger aponta que o município apresenta clima tropical do tipo Af, precipitações anuais em torno de 1.200 mm e temperatura média anual entre 23 e 25 °C (ALVARES et al., 2014). Os solos predominantes no Município de São Felipe são LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico e ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico, conforme classificação realizada por Jacomine et al. (1977) e atualizada de acordo com Santos et al. (2018).

2.2. AMOSTRAGEM E ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO DE CULTIVO

Como parte inicial da pesquisa, objetivando avaliar o aproveitamento da manipueira como condicionador de solo para o cultivo de plantas, foram aplicados questionários em 50 casas de farinha, localizadas no Município de São Felipe-BA, e identificadas as principais cultivares de mandioca e aipim cultivadas e utilizadas no processamento para a produção de farinha.

Após isso foram selecionadas as cultivares de mandioca e aipim mais utilizadas e coletadas amostras de raízes para caracterização da manipueira oriunda do seu processamento. Ao mesmo tempo foram retiradas amostras de solo nos locais de coleta das raízes, para realização de análises físicas e químicas, coletando-se quatro amostras simples nos locais de extração das raízes, na camada de 0 a 0,20 m, com auxílio de trado tipo holandês, as quais foram misturadas, obtendo-se uma amostra composta por área.

Durante a amostragem dos solos foram aplicados formulários com o intuito de obter informações mais detalhadas sobre o manejo da cultura em cada uma das 15 áreas de cultivo avaliadas (Tabela 1).

Tabela 1. Solos de áreas de cultivo de mandioca e aipim sob diferentes manejos, nas quais foram coletadas amostras de raízes para caracterização da manipueira oriunda do seu processamento, no Município de São Felipe-BA, 2018.

ÁREA	CULTIVAR	ADUBAÇÃO	PRÁTICAS AGRÍCOLAS ⁽¹⁾	IDADE
1	Salangó (S1)	Cama de frango	Rotação de cultura com amendoimzeiro	17 meses
	Cigana (C1)	Cama de frango	Rotação de cultura com amendoimzeiro	17 meses
2	Salangó (S2)	Esterco bovino	Rotação de cultura com inhame	19 meses
	Cigana (C3)	Esterco bovino	Rotação de cultura com inhame	19 meses
3	Salangó (S3)	Adubação mineral	Área destinada apenas ao cultivo de mandioca	18 meses
4	Cigana (C2)	Cama de frango e Esterco bovino	Área destinada apenas ao cultivo de mandioca	17 meses
5	Platina (P1)	Esterco bovino	Consoiciado com laranja	13 meses
	Graveto (G1)	Esterco bovino	Consoiciado com laranja	13 meses
6	Platina (P2)	Adubação mineral, torta de mamona e resíduos da casa de farinha	Rotação de cultura com amendoimzeiro	15 meses
7	Platina (P3)	Cama de frango	Área destinada apenas ao cultivo de mandioca	14 meses
8	Eucalipto (E1) ⁽²⁾	Adubação mineral e esterco bovino	Rotação de cultura com inhame	18 meses
9	Eucalipto (E3) ⁽²⁾	Adubação mineral e esterco bovino	Consoiciado com laranja	13 meses
	Graveto (G3)	Adubação mineral e esterco bovino	Consoiciado com laranja	16 meses
	Milagrosa (M3)	Adubação mineral e esterco bovino	Consoiciado com laranja	16 meses
10	Eucalipto (E2) ⁽²⁾	Esterco bovino	Rotação de cultura com amendoimzeiro	15 meses
11	Correnteza (CT)	Cama de frango	Rotação de cultura com inhame	26 meses
12	Graveto (G2)	Adubação mineral, esterco bovino e torta de mamona	Rotação de cultura com amendoimzeiro	15 meses
13	Milagrosa (M1)	Adubação mineral e resíduos da casa de farinha	Rotação de cultura com amendoimzeiro	14 meses
14	Milagrosa (M2)	Esterco bovino e resíduos da casa de farinha	Rotação de cultura com amendoimzeiro	15 meses
15	Cidade Rica (CR)	Adubação mineral	Rotação de cultura com amendoimzeiro	15 meses

⁽¹⁾Não houve correção da acidez do solo antes do plantio das cultivares. ⁽²⁾ A cultivar E é considerada aipim. 1, 2 e 3 indicam as cultivares que foram amostradas em três diferentes condições de cultivo.

A análise granulométrica e a classe textural foram determinadas no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pelo método da pipeta utilizando o NaOH 1 mol L⁻¹ como dispersante (TEIXEIRA et al., 2017). Os atributos químicos do solo analisados, conforme métodos descritos em Teixeira et al. (2017), foram: pH em água; condutividade elétrica do extrato de saturação (CE); P – fósforo (Mehlich-1); K – potássio (Mehlich-1); Ca – cálcio; Mg – magnésio; Na – sódio, todos extraídos por KCl 1 mol L⁻¹; SB – soma de bases; Al – alumínio extraído por KCl 1 mol L⁻¹; H+Al – acidez potencial, extraído por acetato de cálcio tamponado a pH 7; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; e MO – matéria orgânica pelo método Walkley e Black. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Solos e Nutrição da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Os micronutrientes cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn) (Mehlich-1) foram determinados no Laboratório de Análises de Água, Solo e Planta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados analíticos dos solos das áreas onde ocorreu amostragem de raízes de cultivares de mandioca e aipim, para avaliação da manipueira originada do processamento, foram analisados inicialmente pela estatística descritiva, considerando a média, coeficiente de variação (CV), mínimo e máximo. O CV foi classificado como baixo ($CV \leq 10\%$), médio ($10\% < CV < 20\%$), alto ($20\% \leq CV < 30\%$) e muito alto ($CV \geq 30\%$) (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002). A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$).

A matriz de correlação de Pearson foi utilizada para verificar se as variáveis analisadas possuíam correlações mínimas suficientes para justificar sua utilização na matriz da análise multivariada. Para tanto, foram analisadas 21 variáveis em um total de 15 amostras de solos.

Em seguida, os dados foram submetidos à análise de agrupamento (*cluster analysis*), adotando-se o método da média das distâncias, a partir da distância euclidiana, para descrever a similaridade entre os grupos.

Os dados foram padronizados e submetidos à análise de componentes principais (ACP), considerando apenas as variáveis que apresentaram valor da

carga fatorial acima de 0,60 (HAIR JUNIOR et al., 2009). Variáveis com baixa explicação nas componentes principais (CPs) foram removidas do banco de dados e uma nova análise foi realizada. Adotou-se o critério de Kaiser (1958) para definição do número de CPs que indicaram a maior explicação da variância, ou seja, foram mantidos no sistema apenas componentes com autovalores > 1 e variância acumulada $\geq 70\%$ (RENCHEER, 2002).

Todas as análises foram realizadas com auxílio do software R versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2018) por meio dos pacotes *Hmisc* (análise de Correlação Pearson), *FactoMineR* (análise de agrupamento) e *factoextra* (ACP).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 15 áreas avaliadas, 13 apresentaram solo de textura média, com predominância da classe textural franco-argiloarenosa em 12 áreas e uma franco-arenosa (Tabela 2). A classe textural dos solos das duas áreas restantes foi argiloarenosa que, embora seja considerada como textura argilosa, apresentaram teores de argila (366 e 388 g kg⁻¹) muito próximos do limite de separação da classe franco-argiloarenosa (350 g kg⁻¹). Tal fato, associado aos teores de areia (589 e 569 g kg⁻¹), não caracterizam grande discordância do que recomendam Souza et al. (2009), ou seja, o cultivo da mandioca deve ser realizado em solos de textura média, uma vez que solos com alto teor de argila dificultam o crescimento das raízes. Além do impedimento físico, altos teores de argila conferem maior possibilidade de encharcamento e apodrecimento das raízes, além de maior dificuldade da colheita, principalmente se o produtor necessita colher a mandioca na época seca.

Quanto aos atributos químicos, observa-se na tabela 2 que os solos da maior parte das áreas apresentaram pH abaixo da faixa recomendada para a cultura da mandioca (5,5 a 6,5) e V inferior a 50 % (SOUZA et al., 2009). Conforme a classe de interpretação apresentada por Ribeiro et al. (1999), 73 % dos solos das áreas consideradas apresentaram acidez potencial (H+Al) média (2,51 a 5,00 cmol_c dm⁻³).

De acordo com Howeler (2002), a maioria das cultivares de mandioca toleram CE de até 0,5 dS m⁻¹. Logo, os solos de todas as áreas apresentaram CE dentro da faixa tolerável, ou seja, abaixo desse valor. Em relação ao P disponível, o mesmo pode ser classificado como alto para os solos de 53 % das áreas, porquanto foi superior a 15 mg dm⁻³; nos solos das demais áreas o P foi classificado como muito baixo (< 2 mg dm⁻³), baixo (2 a 4 mg dm⁻³) e médio (4 a 15 mg dm⁻³) (HOWELER, 2002).

Como geralmente ocorre em áreas de pequenos agricultores de mandioca, que utilizam pouca adubação e realizam cultivos sucessivos na mesma área, os teores de K para a maioria dos solos das áreas foram classificados como muito baixos (< 0,10 cmol_c dm⁻³) e baixos (0,10 a 0,15 cmol_c dm⁻³) (HOWELER, 2002); somente os solos das áreas 5 e 6 apresentaram teores considerados como altos (> 0,25 cmol_c dm⁻³) para a cultura, enquanto que os teores foram médios (0,15 a 0,25 cmol_c dm⁻³) nos solos das áreas 4, 10, 13 e 14.

Tabela 2. Análise granulométrica, atributos químicos e teores de micronutrientes dos solos das áreas onde ocorreu amostragem de raízes de cultivares de mandioca e aipim, para avaliação da manipueira, no Município de São Felipe-BA, 2018.

Área	Areia	Silte	Argila	pH ⁽¹⁾	CE	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H + Al	SB	CTC	V	MO	Cu	Fe	Zn	Mn
	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	H ₂ O	dS m ⁻¹	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	%	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³
1	627	81	292 ⁽²⁾	5,0	0,148	1	0,04	0,73	0,40	0,02	0,4	3,08	1,20	4,28	28	7,9	0,000	0,589	3,116	0,268
2	754	25	221*	7,4	0,193	69	0,08	2,63	0,38	0,02	0,0	0,00	3,12	3,12	100	10,0	0,045	1,612	2,096	0,791
3	614	78	308*	4,3	0,212	4	0,06	0,47	0,27	0,02	0,7	4,51	0,81	5,32	15	11,9	0,015	0,646	5,425	0,189
4	657	47	296*	5,3	0,159	10	0,18	0,81	0,46	0,03	0,2	2,86	1,48	4,34	34	10,0	0,000	0,851	2,327	0,340
5	639	82	279*	6,5	0,238	48	0,31	2,87	0,68	0,04	0,0	1,43	3,90	5,33	73	15,0	0,083	1,455	2,842	0,246
6	589	45	366**	4,6	0,214	36	0,31	0,65	0,29	0,02	0,6	3,63	1,27	4,90	26	11,0	0,000	0,347	4,088	0,529
7	660	100	240*	4,7	0,204	21	0,08	0,99	0,62	0,05	0,6	3,74	1,74	5,48	32	11,0	0,000	0,647	3,937	0,411
8	734	21	245*	4,7	0,219	13	0,12	0,69	0,27	0,03	0,6	3,08	1,11	4,19	26	11,0	0,000	0,470	3,334	0,250
9	755	8	237*	5,0	0,196	9	0,09	1,41	0,37	0,03	0,4	3,30	1,90	5,20	37	15,0	0,000	0,475	3,782	0,297
10	707	51	242*	6,0	0,255	17	0,17	2,05	0,47	0,03	0,0	1,98	2,72	4,70	58	11,9	0,000	0,332	1,838	0,340
11	769	27	204*	5,4	0,158	47	0,12	0,92	0,26	0,01	0,1	2,64	1,32	3,96	33	8,9	0,173	0,563	2,375	0,600
12	694	48	258*	5,1	0,198	16	0,12	1,06	0,33	0,02	0,3	3,19	1,53	4,72	32	10,0	0,000	0,331	3,883	0,363
13	569	43	388**	5,0	0,212	29	0,22	1,25	0,32	0,02	0,4	3,30	1,81	5,11	35	10,8	0,000	0,196	4,271	0,233
14	695	32	273*	4,9	0,181	2	0,22	0,61	0,39	0,03	0,5	3,52	1,26	4,78	26	13,9	0,000	0,363	5,293	0,249
15	762	52	186***	5,7	0,224	12	0,12	1,49	0,43	0,04	0,0	1,98	2,07	4,05	51	10,0	0,000	0,371	1,868	0,300

⁽¹⁾pH – potencial hidrogeniônico em água; CE – condutividade elétrica do extrato de saturação; P – fósforo (Mehlich-1); K – potássio (Mehlich-1); Ca – cálcio; Mg – magnésio; Na – sódio, todos extraídos por KCl 1 mol L⁻¹; SB – soma de bases; Al – alumínio extraídos por KCl 1 mol L⁻¹; H+Al – acidez potencial, extraído por acetato de cálcio tamponado a pH 7; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; e MO – matéria orgânica pelo método Walkley e Black.; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; e Mn – manganês (Mehlich-1). ⁽²⁾* – textura franco-argiloarenosa; ** – textura argilo-arenosa; *** – textura franco-arenosa.

Os teores de Ca e Mg foram classificados como baixos (0,25 a 1,00 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ para o Ca e 0,2 a 0,4 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ para o Mg) a médios (1,0 a 5,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ para o Ca e 0,4 a 1,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ para o Mg) para os solos de todas as áreas (HOWELER, 2002).

A SB foi considerada como baixa (0,61 a 1,80 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) nos solos da maioria das áreas, sendo média (1,81 a 3,60 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) nos solos das áreas 2, 9, 10 e 15 e alta (3,61 a 6,00 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) no solo da área 5. A MO foi classificada como baixa (7,1 a 20,0 g kg^{-1}) nos solos de todas as áreas avaliadas (RIBEIRO et al., 1999).

Com relação aos micronutrientes (Tabela 2), os solos das áreas classificaram-se como de baixa concentração de Cu ($< 0,4 \text{ mg dm}^{-3}$) e Mn ($< 1,9 \text{ mg dm}^{-3}$) e alta concentração de Zn ($> 1,6 \text{ mg dm}^{-3}$) (SOUZA et al., 2009). Quanto ao Fe, os solos da maioria das áreas classificaram-se como muito baixa ($< 1 \text{ mg dm}^{-3}$) concentração; apenas os solos das áreas 2 e 5 foram classificados como baixa (1 a 10 mg dm^{-3}) concentração.

A análise estatística descritiva para os dados analíticos dos solos das áreas avaliadas (Tabela 3) mostrou a variabilidade muito alta ($\text{CV} \geq 30\%$) para a maioria dos atributos dos solos, sendo baixa ($\text{CV} \leq 10\%$) para areia, média ($10\% < \text{CV} < 20\%$) para os atributos pH, CE, CTC e MO e alta variabilidade ($20\% < \text{CV} < 30\%$) para argila. Essa variabilidade muito alta já era esperada, pelo fato de as áreas serem adubadas e, possivelmente, sem uma regularidade na distribuição e tipos dos adubos e na sua repetição ao longo do tempo, além de ser ausente a prática da análise do solo por pequenos agricultores de mandioca.

Os dados analíticos dos solos das áreas (Tabela 3) mostraram distribuição não normal, pelo teste de Shapiro-Wilk, para alguns atributos como argila, pH, Ca, SB, V, Cu, Fe e Mn, sendo normal para os demais atributos. Em função disso, no caso de utilizar-se análise estatística univariada, recomenda-se realizar previamente a transformação dos dados (GOMES, 1984). No entanto, a distribuição não normal de alguns atributos não interfere nos procedimentos estatísticos multivariados utilizados no presente trabalho.

A matriz de correlação de Pearson para os atributos dos solos das áreas avaliadas mostrou forte correlação positiva da variável pH com P, Ca, SB, V e Fe, e negativa com Al, H+Al, CTC e Zn (Tabela 4). O P correlacionou-se positivamente com Ca, SB, V, Cu, Fe e Mn, e negativamente com H+Al. O Ca apresentou

correlação positiva com Mg, SB, V e Fe, e negativa com Al, H+Al e Zn. Observou-se forte correlação positiva de H+Al com CTC, Al e Zn e negativa com SB, V, Fe e Mn. A variável MO correlacionou-se apenas com CTC, no caso positivamente.

Tabela 3. Resultados da análise estatística descritiva para os dados analíticos dos solos das áreas onde ocorreu amostragem de raízes de cultivares de mandioca e aipim, para avaliação da manipueira, no Município de São Felipe, Bahia, 2018.

VARIÁVEL	UNIDADE	MÉDIA	CV ⁽¹⁾ (%)	MÍNIMO	MÁXIMO	SHAPIRO-WILK
AREIA	g kg ⁻¹	682	9,6	569	769	0,941ns ⁽²⁾
SILTE	g kg ⁻¹	49	52,9	8	100	0,947ns
ARGILA	g kg ⁻¹	269	20,6	186	388	0,944**
pH	-	5,3	15,3	4,3	7,4	0,875*
CE	dS m ⁻¹	0,201	14,9	0,148	0,255	0,966ns
P	mg dm ⁻³	22,3	88,8	1	69	0,884ns
K	cmolc dm ⁻³	0,15	56,5	0,04	0,31	0,902ns
Ca	cmolc dm ⁻³	1,24	59,4	0,47	2,87	0,847*
Mg	cmolc dm ⁻³	0,40	31,2	0,26	0,68	0,887ns
Na	cmolc dm ⁻³	0,03	37,8	0,01	0,05	0,904ns
Al	cmolc dm ⁻³	0,32	79,4	0,0	0,7	0,891ns
H+Al	cmolc dm ⁻³	2,82	39,0	0,00	4,51	0,909ns
SB	cmolc dm ⁻³	1,82	46,2	0,81	3,90	0,867*
CTC	cmolc dm ⁻³	4,63	13,9	3,12	5,48	0,941ns
V	%	40,4	54,3	15	100	0,803**
MO	g kg ⁻¹	11,2	18,2	7,9	15,0	0,909ns
Cu	mg dm ⁻³	0,021	228,4	0	0,173	0,526**
Fe	mg dm ⁻³	0,617	66,2	0,196	1,612	0,779**
Zn	mg dm ⁻³	3,365	34,3	1,838	5,425	0,939ns
Mn	mg dm ⁻³	0,360	45,4	0,189	0,791	0,826**

⁽¹⁾CV = coeficiente de variação; pH – potencial hidrogeniônico em água; CE – condutividade elétrica do extrato de saturação; P – fósforo (Mehlich-1); K – potássio (Mehlich-1); Ca – cálcio; Mg – magnésio; Na – sódio, todos extraídos por KCl 1 mol L⁻¹; SB – soma de bases; Al – alumínio extraídos por KCl 1 mol L⁻¹; H+Al – acidez potencial, extraído por acetato de cálcio tamponado a pH 7; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; e MO – matéria orgânica pelo método Walkley e Black; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; e Mn – manganês (Mehlich-1). ⁽²⁾* = significativo (p≤0,05); ** = significativo (p≤0,01), isto é, distribuição não normal; e ns = não significativo, isto é, distribuição normal.

Tabela 4. Matriz de correlação de Pearson obtida a partir dos dados originais dos atributos dos solos das áreas onde ocorreu amostragem de raízes de mandioca e aipim, para avaliação da manipueira, no Município de São Felipe-BA, 2018.

Variável ⁽¹⁾	Areia	Silte	Argila	pH	CE	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	SB	CTC	V	MO	Cu	Fe	Zn	Mn
Areia	1,00																			
Silte	-0,56	1,00																		
Argila	-0,92	0,19	1,00																	
pH	0,39	-0,13	-0,41	1,00																
CE	-0,06	0,12	0,02	0,18	1,00															
P	0,13	-0,14	-0,09	0,70	0,12	1,00														
K	-0,41	-0,04	0,50	0,09	0,36	0,28	1,00													
Ca	0,24	0,01	-0,29	0,90	0,46	0,64	0,21	1,00												
Mg	-0,09	0,58	-0,17	0,39	0,26	0,11	0,23	0,55	1,00											
Na	0,07	0,41	-0,27	0,05	0,42	-0,20	0,10	0,25	0,80	1,00										
Al	-0,46	0,13	0,48	-0,86	-0,12	-0,48	-0,12	-0,76	-0,35	-0,03	1,00									
H+Al	-0,46	0,20	0,45	-0,98	-0,17	-0,68	-0,07	-0,86	-0,32	-0,05	0,85	1,00								
SB	0,16	0,09	-0,24	0,86	0,48	0,61	0,32	0,98	0,66	0,36	-0,74	-0,81	1,00							
CTC	-0,57	0,46	0,46	-0,55	0,34	-0,37	0,30	-0,18	0,32	0,38	0,50	0,65	-0,08	1,00						
V	0,34	-0,09	-0,36	0,98	0,29	0,72	0,10	0,94	0,43	0,15	-0,77	-0,96	0,90	-0,46	1,00					
MO	-0,02	-0,11	0,07	0,02	0,48	-0,07	0,43	0,31	0,34	0,41	0,08	0,07	0,37	0,59	0,10	1,00				
Cu	0,31	-0,10	-0,32	0,36	-0,22	0,62	0,07	0,26	-0,03	-0,34	-0,43	-0,33	0,23	-0,27	0,25	-0,09	1,00			
Fe	0,12	0,16	-0,21	0,73	-0,05	0,63	0,01	0,66	0,45	0,13	-0,43	-0,68	0,65	-0,31	0,73	0,11	0,38	1,00		
Zn	-0,50	0,12	0,54	-0,70	-0,05	-0,39	0,07	-0,56	-0,28	-0,09	0,84	0,77	-0,53	0,62	-0,63	0,36	-0,31	-0,34	1,00	
Mn	0,34	-0,29	-0,27	0,51	-0,24	0,77	-0,08	0,28	-0,14	-0,35	-0,32	-0,52	0,22	-0,60	0,50	-0,37	0,46	0,43	-0,39	1,00

⁽¹⁾As correlações em negrito são significativas a $p \leq 0,05$; pH – potencial hidrogeniônico em água; CE – condutividade elétrica do extrato de saturação; P – fósforo; K – potássio; Na – sódio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; H + Al – acidez potencial; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; MO – matéria orgânica; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; e Mn – manganês.

A correlação existente entre pH e a maioria dos atributos avaliados pode ser atribuída à sua atuação como condicionador do estado geral do solo em decorrência das relações de causa e efeito com outros atributos químicos, físicos e biológicos. Quando em excesso, a acidez pode ocasionar alterações na química e fertilidade do solo, como a disponibilidade de elementos tóxicos (Al e Mn) para as plantas e indisponibilidade de macronutrientes, como P, K, Ca e Mg (SOUZA et al., 2007).

Os resultados da análise das componentes principais (ACP) mostram que as duas primeiras CPs explicaram 84,65 % da variância acumulada, resumindo efetivamente a variância amostral total (Tabela 5). A CP1 apresentou autovalor de 6,32 e explicou 63,21 % da variância total. As variáveis que mais contribuíram para a formação da CP1 foram: pH, P, Ca, Al, H+Al, SB e V. A CP2 apresentou autovalor de 2,14 e foi explicada pelas variáveis Mg, CTC e MO, representando 21,44 % da variação total.

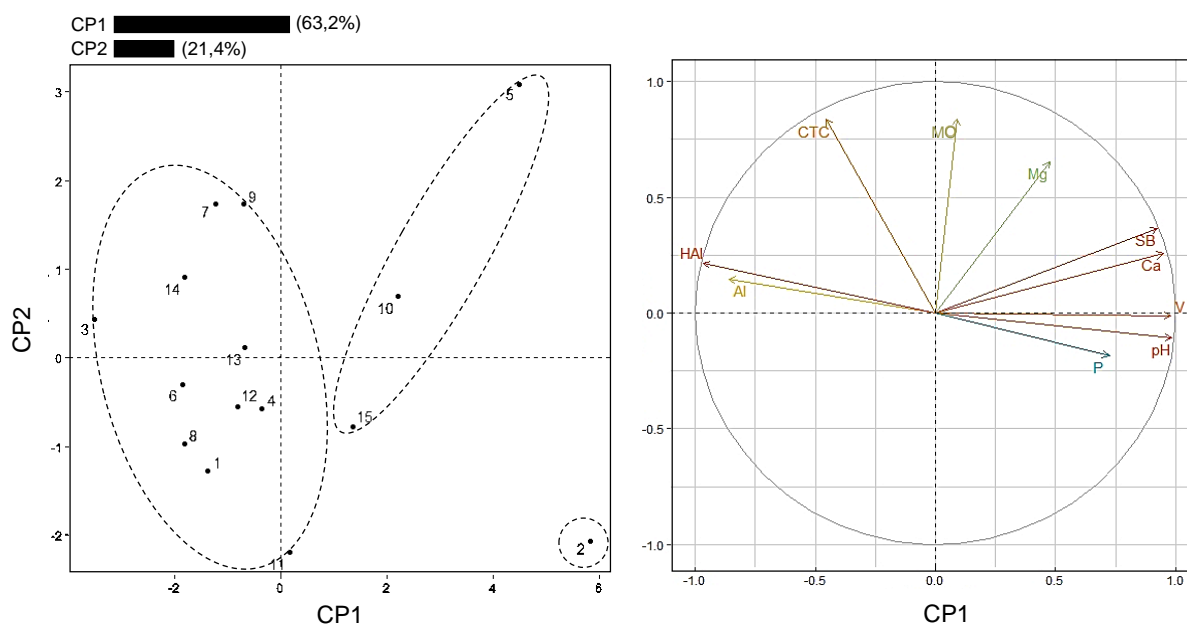
Tabela 5. Autovalores e variância acumulada obtidos na análise de componentes principais (ACP), a partir dos dados originais dos atributos dos solos das áreas onde ocorreu amostragem de raízes de mandioca e aipim para caracterização da manipueira, no Município de São Felipe-BA, 2018.

Variável ⁽¹⁾	CP1	CP2
pH	0,98552	-0,10788
P	0,72455	-0,18619
Ca	0,94835	0,25711
Mg	0,47471	0,65333
Al	-0,85909	0,14704
H+Al	-0,96615	0,21343
SB	0,92340	0,36632
CTC	-0,45516	0,83699
V	0,98027	-0,01159
MO	0,08811	0,83804
Autovalores	6,32	2,14
Variância explicada (%)	63,21	21,44
Variância acumulada (%)	63,21	84,65

⁽¹⁾Variáveis com maiores cargas fatoriais (scores em negrito) foram selecionadas dentro de cada componente.

A figura 1 apresenta a interação entre as CPs com a análise de agrupamento. Observa-se a separação de três grupos de solos/áreas baseados no grau de similaridade, como sendo: a) **Grupo 1** – formado por 73 % dos solos das áreas de cultivo amostradas (1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 e 14); b) **Grupo 2** – formado pelos solos das áreas 5, 10 e 15; e c) **Grupo 3** – formado apenas pelo solo da área 2. Os solos das áreas do grupo 1 diferenciaram-se dos demais por apresentar teores de Al e H+Al elevados e baixos valores de pH, V e P, atributos que apresentaram maior correlação com a CP1. O grupo 2 destacou-se por seus solos apresentarem tendência de maiores teores de Ca, SB, Mg e MO, sendo os dois últimos atributos de maior correlação com a CP2. Já o grupo 3, formado apenas pelo solo da área 2, sobressaiu-se em relação ao P, pH e V, além da ausência de Al e H+Al. Os solos das áreas que se encontram próximo ao centro de origem do gráfico biplot, tais como 4, 12 e 13, embora componham o grupo 1 pela análise de agrupamento, guardam baixa correlação com as CPs selecionadas; portanto, a distinção dessas áreas para as demais não pode ser avaliada pelos atributos selecionados neste estudo.

Figura 1. Diagramas das componentes principais 1 e 2 integrando os atributos dos solos com as áreas onde ocorreu amostragem de raízes de mandioca e aipim para caracterização da manipueira, no Município de São Felipe-BA, 2018. As elipses correspondem à separação dos grupos indicados pela análise de agrupamento (*Cluster*).



A maioria dos solos das áreas do grupo 1 apresentou pH classificado como muito ácido (5,0-5,5) e extremamente ácido (< 5,0) e V inferior a 50 %, caracterizando-se como solos de baixa fertilidade. Valores de pH inferior a 5,0 proporcionam a solubilidade de elementos que podem ser tóxicos para as plantas, como Al, Mn e Fe, e a remoção de cátions de caráter básico do complexo de troca, como Ca, Mg, K e Na (SOUZA et al., 2007).

O grupo 2, formado pelas áreas 5, 10 e 15, apresentou solos com pH dentro da faixa ideal para a cultura da mandioca (5,7-6,5) e V de 51-73 %, caracterizando-se como férteis, mas na seguinte ordem decrescente: 5 > 10 > 15. O solo da área 5 foi o que apresentou maiores concentrações de MO (15,0 g kg⁻¹), Ca (2,87 cmol_c dm⁻³), Mg (0,68 cmol_c dm⁻³) e SB (3,90 cmol_c dm⁻³), sendo o único solo a apresentar SB classificada como alta (3,61 a 6,00 cmol_c dm⁻³) (SOUZA et al., 2007).

O grupo 3, formado apenas pela área 2, caracterizou-se por apresentar solo com pH alcalino (7,4), V equivalente a 100 % e expressiva concentração de P (69 mg dm⁻³), classificado por Howeler (2002) como alto teor de P (>15 mg dm⁻³). A disponibilidade de P varia em função do pH, havendo maior disponibilidade desse nutriente em solos com pH entre 6,0 e 7,0 (SOUZA et al., 2007). Além disso, apresentou média concentração de Ca (2,63 cmol_c dm⁻³) (HOWELER, 2002), ausência de Al e H+Al, SB (3,12 cmol_c dm⁻³) e CTC (3,12 cmol_c dm⁻³) classificadas como baixa (NOVAIS; MELLO, 2007).

A Tabela 6 apresenta a relação entre as condições de cultivo e a qualidade da manipueira; inclui ainda a relação entre cultivares de mandioca e aipim e a qualidade da manipueira, já discutida no capítulo 1 deste trabalho. Observou-se que as diferentes condições de cultivo e de fertilidade química do solo não foram determinantes na classificação da qualidade da manipueira, porquanto áreas classificadas como de baixa fertilidade química do solo (áreas 3 e 11) para o cultivo da mandioca proporcionaram manipueiras de média qualidade (S3 e CT). Semelhantemente, áreas classificadas como de alta fertilidade química do solo (áreas 2 e 15) proporcionaram manipueiras com qualidade baixa e média (S2, C3 e CR) e áreas com média fertilidade (4, 8 e 12) proporcionaram manipueiras de qualidade baixa (C2) ou alta (E1, M3 e G2). Além disso, observou-se que as cultivares desenvolvidas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, cultivadas em área experimental da própria Instituição e sob condições ideais de fertilidade química do solo, produziram manipueiras de baixa (PB e KR) e média (FM) qualidade.

Tabela 6. Relação entre as condições de cultivo e a qualidade da manipueira.

Áreas	Cultivar de mandioca e aipim ⁽¹⁾	Qualidade da manipueira	Fertilidade química do solo
1	S1, C1	b ⁽²⁾	m ⁽³⁾
2	S2, C3	m, b	a
3	S3	m	b
4	C2	b	m
5	G1, P1	a	a
6	P2	m	m
7	P3	m	a
8	E1, M3	a	m
9	G3, E3	m	a
10	E2	a	a
11	CT	m	b
12	G2	a	m
13	M1	m	m
14	M2	m	m
15	CR	m	m
16	KR, PB	b	-
16	FM	m	-

⁽¹⁾S = 'Salangó Preta'; C = 'Cigana'; P = 'Platina'; E = 'Eucalipto'; G = 'Graveto'; M = 'Milagrosa'; CR = 'Cidade Rica'; CT = 'Correnteza'; KR = 'Kiriris'; FM = 'Formosa'; e PB = 'Poti Branca'. 1, 2 e 3 indicam as cultivares que foram amostradas em três diferentes condições de cultivo. Apenas as cultivares E e KR são consideradas aipim. ⁽²⁾Níveis com base na ACP: a = alta, m = média, b = baixa, considerando o fator cultivares, tratado no capítulo 1 deste trabalho. ⁽³⁾Níveis com base na ACP: a = alta, m = média, b = baixa, considerando o fator fertilidade química do solo.

Os resultados obtidos permitiram, ao mesmo tempo, atingir os objetivos e confirmar a hipótese do trabalho, ou seja, respectivamente, avaliar atributos físicos e químicos de solos sob diferentes manejos no Município de São Felipe-BA, nas mesmas áreas de cultivo de mandioca e aipim amostradas para a avaliação da manipueira, e aumento da variabilidade de atributos da manipueira quando as condições de cultivo são diversas, especificamente quanto à existência de grande variabilidade da fertilidade química do solo.

4. CONCLUSÕES

A diversidade de manejo das áreas de produção de mandioca e aipim no Município de São Felipe-BA resultou em alta ou muito alta variabilidade de atributos químicos do solo.

Os atributos pH, P, Al, H+Al, V, CTC e MO foram os mais representativos na distinção dos solos das áreas de cultivo de mandioca avaliadas.

As diferentes condições de cultivo e de fertilidade química do solo não foram determinantes da qualidade da manipueira.

5. REFERÊNCIAS

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma, Itália). **Cassava**. Rome: 2008. Disponível em: http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gcde/index_en.html.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma, Itália). **Crops – Cassava**. Rome: FAOSTAT, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; BORGES, A. L. (Ed.). **Cultivo da mandioca para a Região do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 95 p. (Embrapa Cerrados. Sistema de Produção).

GOMES, F. P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 160 p.

GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C.; TOLEDO, L. G. **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos bioquímicos, fertilizantes e corretivos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 62 p.

HAIR JÚNIOR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 p.

HOWELER, R. H. Cassava mineral nutrition and fertilization. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Ed.). **Cassava: Biology, production, and utilization**. New York: CAB International Publishing, 2002. p. 115-147.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: 2019. 95 p.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. B. R.; MONTENEGRO, J. O.; FORMIGA, R. A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H. F. de. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do Rio São**

Francisco, Estado da Bahia. Recife: Embrapa-SNLCS, 1977, v.1, 735 p. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 52).

MARQUES, F. A.; NASCIMENTO, A. F.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, A. B. **Solos do Nordeste.** Recife: Embrapa solos, 2014. 8 p.

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 4, p.133-204.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Viçosa: CFSEMG, 1999. 322 p.

SILVA, A. A. G.; BARRETO, C. A.; NOGUEIRA JR., L. R.; CUENCA, M. A. G.; FERNANDES, M. F.; GALINA, M. H.; SILVA, M. A. S.; CRUZ, M. A. S.; RESENDE, R. S.; IVO, W. M. P. **Delimitação da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 29 p.

SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 5, p.205-274.

SOUZA, L. S; SILVA, J.; SOUZA, L. D; GOMES, J. C. Calagem e adubação para mandioca. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. (ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. cap 9, p. 126-144.

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO DE COENTRO 'VERDÃO' EM RESPOSTA A DIFERENTES DOSES DE MANIPUEIRA

PRODUÇÃO DE COENTRO 'VERDÃO' EM RESPOSTA A DIFERENTES DOSES DE MANIPUEIRA

RESUMO – Inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas com intuito de otimizar a produção de hortaliças utilizando resíduos obtidos a partir do processamento de outras matérias primas, destacando a utilização da manipueira, efluente residual liberado durante o processamento da mandioca, porquanto apresenta expressiva carga orgânica e nutrientes importantes para o desenvolvimento das plantas. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento e produção do coentro 'Verdão' submetido a doses de manipueira, na ausência e presença de esterco bovino. O estudo foi conduzido em casa de vegetação da UFRB, em Cruz das Almas-BA, no delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial (2 x 5) com 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais. Os fatores estudados foram: presença (3,9 kg m⁻²) e ausência de esterco bovino e doses de manipueira (0, 15, 30, 45 e 60 m³ ha⁻¹). Foram utilizados vasos de plástico com capacidade de 3 dm³, preenchido com solo da camada de 0-0,20 m de um LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico. Os maiores rendimentos do coentro 'Verdão' foram obtidos com a aplicação de manipueira em conjunto com esterco bovino. A aplicação de 45 m³ ha⁻¹ de manipueira, na presença de esterco bovino, proporcionou maiores área foliar, massa fresca da parte aérea e suculência da parte aérea. Os tratamentos submetidos apenas às diferentes doses de manipueira, na ausência de esterco bovino, apresentaram resposta linear positiva para a maioria das variáveis analisadas, indicando que doses mais elevadas de manipueira poderiam vir a suprimir a demanda nutricional do coentro em substituição ao esterco bovino.

Palavras-Chave: Água residuária da mandioca; *Coriandrum sativum* L.; Adubação orgânica; *Manihot esculenta* Crantz; Reuso.

PRODUCTION OF 'VERDÃO' CORIANDER IN RESPONSE TO DIFFERENT DOSES OF *MANIPUEIRA*

ABSTRACT – Numerous researches have been developed in order to optimize the vegetables production using residues obtained from the processing of other raw materials, highlighting the use of *manipueira*, residual effluent released during the processing of cassava, as it presents a significant organic load and important nutrients for the plant development. In this context, the present study aimed to evaluate the growth and production of 'Verdão' coriander submitted to *manipueira* doses, in the absence and presence of bovine manure. The study was conducted in a greenhouse at UFRB, at Cruz das Almas, Bahia, Brazil, in a completely randomized design, with the treatments distributed in a factorial scheme (2 x 5) with 5 replications, totaling 50 experimental units. The studied factors were: presence (3.9 kg m⁻²) and absence of bovine manure and doses of *manipueira* (0, 15, 30, 45, and 60 m³ ha⁻¹). Plastic pots with a capacity of 3 dm³ were used, filled with soil from the 0-0.20 m layer of a typical Latossolo Amarelo (Densic Ferralsol; Oxisol). The highest yields of 'Verdão' coriander were obtained with the application of *manipueira* in conjunction with bovine manure. The application of 45 m³ ha⁻¹ of *manipueira*, in the presence of bovine manure, provided larger leaf area, fresh mass of the aerial part and succulence of the aerial part. The treatments submitted only to the different doses of *manipueira*, in the absence of bovine manure, showed a positive linear response for most of the variables analyzed, indicating that higher doses of *manipueira* could suppress the nutritional demand of coriander in substitution to bovine manure.

Key words: Cassava wastewater; *Coriandrum sativum* L.; Organic fertilization; *Manihot esculenta* Crantz; Reuse.

1. INTRODUÇÃO

O coentro é uma hortaliça nativa das regiões mediterrâneas. Seu consumo remonta a 5.000 a.C., tornando-o um dos condimentos mais antigos do mundo. Na antiguidade foi utilizado na preparação de pães e carnes pelos gregos e romanos. Sua utilização continua bastante difundida em todo o mundo, sobretudo nos países da América Latina, Índia e China (REIS; LOPES, 2016; FIKADU-LEBETA et al., 2019).

No Brasil, o coentro configura-se com uma das hortaliças mais consumidas, principalmente na culinária das regiões Norte e Nordeste, por meio do consumo in natura das folhas, dando aroma e sabor a diversos pratos. A cultura apresenta estimado valor socioeconômico e seu cultivo é realizado durante o ano todo, principalmente por pequenos e médios produtores (LINHARES et al., 2015; CARDOSO et al., 2019). Silva et al. (2016) descreveram que a cultivar 'Verdão' é líder de mercado no Brasil, porquanto apresenta ciclo precoce, podendo ser colhida de 30 a 40 dias após o plantio

Embora seja uma hortaliça pouca exigente quanto à fertilidade do solo, o coentro apresenta respostas satisfatórias à fertilização orgânica e mineral (CARDOSO et al., 2019). De acordo com a base de dados do IBGE (2020), referente ao censo agropecuário de 2006, dos 34.018 produtores de coentro cerca de 52,6 % utilizaram adubos orgânicos na produção, 24,8 % utilizaram adubação química e orgânica, 14,5 % não utilizaram adubo e apenas 8,1 % utilizaram fontes de adubação química.

Linhares et al. (2015) descreveram que a crescente demanda por adubos orgânicos na produção de olerícolas está relacionada aos seus efeitos benéficos sobre atributos físicos e químicos do solo, além de custos elevados para aquisição de adubos minerais. Alves et al. (2005) apontaram o esterco bovino como um dos principais adubos orgânicos, apresentando maior potencial de uso pelos pequenos agricultores da região nordestina.

Fikadu-Lebeta et al. (2019) expuseram que a decomposição de fertilizantes orgânicos, como esterco de bovino e de aves, depende da temperatura e umidade do solo, podendo liberar seus nutrientes quando as plantas não precisarem mais deles. Segundo Torres et al. (2016), inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas com intuito de otimizar a produção de hortaliças utilizando resíduos obtidos a partir

do processamento de outras matérias primas, destacando a utilização da manipueira, efluente residual liberado durante o processamento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), devido à presença de nutrientes importantes para o desenvolvimento das plantas.

A manipueira vem sendo utilizada como alternativa vantajosa e promissora no suprimento da demanda nutricional de culturas, como mostram os estudos apresentados pela literatura (DUARTE et al., 2012; DANTAS et al., 2015; BEZERRA; BEZERRA, 2016; DINIZ et al., 2016; BEZERRA et al., 2017). Sua relevância está associada à elevada carga orgânica e à presença de diversos nutrientes, como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

O aproveitamento da manipueira como adubo configura-se como uma oportunidade para, ao mesmo tempo, reduzir problemas sanitários causados pelo lançamento indiscriminado do mesmo nas proximidades das casas de farinha, melhorar a qualidade ambiental e, por fim, proporcionar alternativa para geração de renda por agricultores familiares que têm a mandioca como um dos principais cultivos.

Levando em consideração a presença de expressiva carga orgânica e de nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plantas na manipueira, admitiu-se como hipótese deste trabalho a utilização desse efluente como fertilizante orgânico para a produção de coentro 'Verdão', em substituição ao esterco bovino.

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento e produção do coentro 'Verdão' submetido a doses de manipueira, na ausência e presença de esterco bovino.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi conduzido em casa de vegetação do Núcleo de Engenharia de Água e Solo – NEAS, localizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, Bahia, Brasil (12°39'48.84" S; 39°5'15.17"O; e 220 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen-Geiger a região apresenta clima tropical úmido (Af), com ocorrência de precipitação em quase todos os meses do ano (ALVARES et al., 2014).

Foram utilizados vasos de plástico com capacidade de 3 dm³ preenchido com 2,5 kg de um LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico, conforme classificação realizada por Jacomine et al. (1977) e atualizada de acordo com Santos et al. (2018), coletado na camada de 0-0,20 m. A tabela 1 apresenta a composição textural do solo, determinada pelo método da pipeta utilizando NaOH 1 mol L⁻¹ como dispersante e caracterização química preliminar do solo (TEIXEIRA et al., 2017). Foi adicionado calcário dolomítico para correção do pH, de 5,10 para 6,67, pelo método da incubação (SOUZA et al., 2007).

Tabela 1. Atributos químicos e composição textural do LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico utilizado, coletado na camada de 0-0,20 m, em Cruz das Almas-BA, 2019.

pH em água ⁽¹⁾	CE dS m ⁻¹	P -- mg dm ⁻³ --	K	Ca	Mg	Na	SB	Al	H+Al	CTC	V	MO
				----- cmol _c dm ⁻³ -----							-% -	g kg ⁻¹
5,1	0,801	13	48	1,0	0,5	0,04	1,66	0,2	3,00	4,66	36	11,7
Areia (g kg⁻¹)			Silte (g kg⁻¹)			Argila (g kg⁻¹)			Classificação textural			
785			14			201			Franco-argiloarenosa			

⁽¹⁾pH – potencial hidrogeniônico; CE – condutividade elétrica do extrato de saturação; P – fósforo (Mehlich-1); K – potássio (Mehlich-1); Ca – cálcio; Mg – magnésio; Na – sódio, todos extraídos por KCl 1 mol L⁻¹; SB – soma de bases; Al – alumínio extraído por KCl 1 mol L⁻¹; H+Al – acidez potencial, extraído por acetato de cálcio tamponado a pH 7; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; e MO – matéria orgânica pelo método Walkley e Black.

2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial (2 x 5) com 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais. Os fatores estudados foram: presença e ausência de

esterco bovino (2) e doses de manipueira (5). Para a determinação da quantidade de esterco baseou-se nas recomendações de Oliveira et al. (2002) para o coentro, aplicando-se o equivalente a 3,9 kg m⁻². As doses de manipueira estudadas foram: 0, 15, 30, 45 e 60 m³ ha⁻¹ (DUARTE et al., 2012). Dessa forma, os tratamentos aplicados foram: T1 – 0 kg m⁻² de esterco bovino e 0 m³ ha⁻¹ de manipueira; T2 – 0 kg m⁻² de esterco bovino e 15 m³ ha⁻¹ de manipueira; T3 – 0 kg m⁻² de esterco bovino e 30 m³ ha⁻¹ de manipueira; T4 – 0 kg m⁻² de esterco bovino e 45 m³ ha⁻¹ de manipueira; T5 – 0 kg m⁻² de esterco bovino e 60 m³ ha⁻¹ de manipueira; T6 – 3,9 kg m⁻² de esterco bovino e 0 m³ ha⁻¹ de manipueira; T7 – 3,9 kg m⁻² de esterco bovino e 15 m³ ha⁻¹ de manipueira; T8 – 3,9 kg m⁻² de esterco bovino e 30 m³ ha⁻¹ de manipueira; T9 – 3,9 kg m⁻² de esterco bovino e 45 m³ ha⁻¹ de manipueira; T10 – 3,9 kg m⁻² de esterco bovino e 60 m³ ha⁻¹ de manipueira.

A manipueira foi aplicada em dose única, após a adição do esterco bovino, em quantidade conforme o tratamento. Ela foi coletada em casa de farinha localizada no Município de Cruz das Almas, na comunidade da Sapucaia, distando cerca de três quilômetros da área experimental. A coleta foi realizada diretamente na prensa, transferida para um recipiente com capacidade para 50 L e transportada para a área experimental.

Vale salientar que a manipueira ficou em repouso durante sete dias em temperatura ambiente, para volatilização do ácido cianídrico, sendo aplicada na sequência de acordo com os tratamentos estudados. Uma amostra do efluente foi mantida em ambiente refrigerado, para fins analíticos visando sua caracterização (Tabela 2).

Tabela 2. Característica da manipueira aplicada no cultivo do coentro ‘Verdão’, em Cruz das Almas-BA, 2019.

pH ⁽¹⁾	CE	TDS	N	P	K	Ca	Mg
	dS m ⁻¹	----- mg L ⁻¹ -----					
3,86	10,85	2.557	104,7	1.280,7	8.733,5	404,5	812,9

⁽¹⁾ pH – potencial hidrogeniônico; CE – condutividade elétrica; TDS – sólidos totais dissolvidos; N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; e Mg – magnésio.

2.3. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido de 24 de julho a 2 de setembro de 2019. O coentro 'Verdão' foi semeado diretamente no vaso aos sete dias após a aplicação dos tratamentos, sendo inseridas cerca de 15 sementes por vaso. O desbaste foi realizado 15 dias após a semeadura (DAS), deixando 10 plantas por vaso.

A irrigação foi realizada com água de abastecimento proveniente da Embasa, conforme as necessidades hídricas da cultura, completando a umidade para 75 % da capacidade de campo ($U_{cc} = 0,1164 \text{ kg kg}^{-1}$), com base na pesagem dos vasos e auxílio de uma proveta graduada. Foram realizadas capinas manuais com o objetivo de manter a cultura livre de plantas espontâneas.

Aos 30 DAS foi realizada a biometria e coleta de cinco plantas para avaliação. Ao final dos 40 DAS foram coletadas as cinco plantas restantes, encerrando a condução do experimento. As variáveis avaliadas foram altura da planta (AP), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC), determinadas aos 30 e 40 DAS; massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF) e suculência da parte aérea (SCPA), determinados aos 40 DAS; taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) determinados no período de 30 a 40 DAS.

A AP foi determinada com o auxílio de uma fita milimétrica, medindo-se do colo da planta até a última folha totalmente expandida. O NF foi obtido por contagem direta. Para avaliação do DC utilizou-se um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm, na base do colo da planta. Para a obtenção da MFPA e MSPA foram pesadas as cinco plantas em conjunto com auxílio de uma balança de precisão. A MSPA foi obtida após secagem em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir massa constante. Para a mensuração da AF foi utilizado o scanner CI-202 Area Meter. Mediante os dados de MFPA e MSPA foi possível determinar a TCA, a TCR e a SCPA, conforme Benincasa (2003):

$$TCA = \frac{MS_2 - MS_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

em que: TCA é a taxa crescimento absoluto em g dia^{-1} ; MS_1 e MS_2 são as massas secas (g) em duas amostras consecutivas; T_1 e T_2 são os intervalos de tempo consecutivos (dias);

$$TCR = \frac{\ln MS_2 - \ln MS_1}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

em que: TCR é a taxa crescimento relativo em $g\ g^{-1}\ dia^{-1}$; \ln é o logaritmo neperiano; MS_1 e MS_2 são as massas secas (g) em duas amostras consecutivas; T_1 e T_2 são os intervalos de tempo consecutivos (dias); e

$$SCPA = \frac{(MF - MS)}{MS} \quad (3)$$

em que: SCPA é a suculência da parte aérea ($gH_2O\ g^{-1}\ MS$); MF é a massa fresca da parte aérea (g) e MS é a massa seca da parte aérea (g).

2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos para todas as variáveis foram submetidos à análise de variância e teste F. As médias das variáveis de dados qualitativos foram submetidas ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e para as dos dados quantitativos realizou-se a análise de regressão. Os modelos foram escolhidos em função de sua significância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e pelo coeficiente de determinação (R^2). Para tanto, utilizou-se o programa computacional SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos aplicados promoveram diferenças significativas ($p \leq 0,01$) em relação à altura da planta (AP), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) do coentro 'Verdão', aos 30 e 40 DAS (Tabela 3). Do mesmo modo, a interação entre os fatores, esterco bovino e doses de manipueira, foi altamente significativa ($p \leq 0,01$).

Tabela 3. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para as variáveis altura da planta (AP), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) do coentro 'Verdão' cultivado sob doses de manipueira na presença e ausência de esterco bovino, aos 30 e 40 dias após a semeadura (DAS), em Cruz das Almas-BA, 2019.

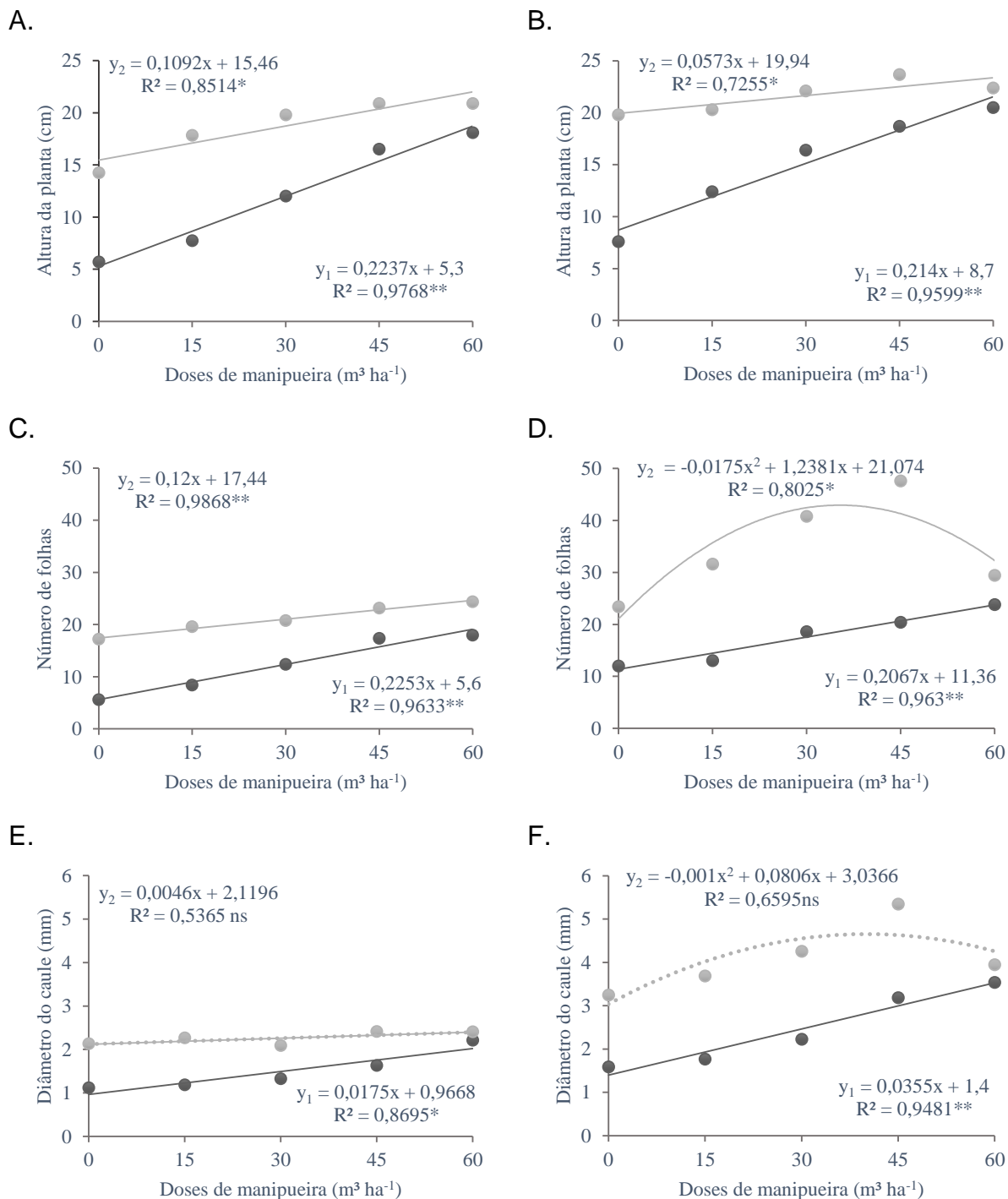
FV ⁽¹⁾	GL	AP ⁽²⁾		NF		DC	
		30 DAS	40 DAS	30 DAS	40 DAS	30 DAS	40 DAS
Esterco (E)	1	565,152**	531,380**	941,780**	3.612,500**	7,334**	33,439**
Manipueira (M)	4	160,634**	109,695**	165,500**	401,530**	0,803**	5,607**
E*M	4	22,881**	36,755**	23,780**	184,350**	0,304**	1,268**
Erro	40	0,988	0,715	1,31	3,520	0,053	0,113
Média	-	15,4 cm	18,4 cm	16,7	26,1	1,9 mm	3,3 mm
CV (%)	-	6,5	4,6	6,9	7,2	12,2	10,2

⁽¹⁾FV – fontes de variação; GL – graus de liberdade; ** – Significativo pelo teste F ($p \leq 0,01$); CV – Coeficiente de variação. ⁽²⁾AP (cm) e DC (mm).

A figura 1 apresenta o desdobramento da interação entre os fatores, esterco bovino e doses de manipueira, para as variáveis AP, NF e DC, aos 30 e 40 DAS.

Observa-se que a AP apresentou crescimento linear com o aumento das doses de manipueira, na presença e ausência de esterco bovino, aos 30 (Figura 1A) e 40 DAS (Figura 1B). Duarte et al. (2012) observaram tendência quadrática para altura da alface cultivada sob diferentes doses de manipueira, atingindo o valor máximo com a aplicação de 45 m³ ha⁻¹. Cardoso et al. (2017) observaram decréscimo linear na altura do coentro com o aumento das doses de biofertilizante preparado com materiais vegetais usando galhos, folhas e/ou raízes das espécies *Flemingia macrophylla*, *Musa* sp. e *Azolla* sp., com altura máxima de 31,08 cm aos 40 DAS, reduzindo cerca de 2,5 cm a cada 10 % de biofertilizante acrescido.

Figura 1. Desdobramento da interação em função das doses de manipueira na ausência (Y_1) e na presença (Y_2) de esterco bovino para as variáveis: altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule do coentro 'Verdão' aos 30 (A, C, E) e 40 (B, D, F) dias após a semeadura (DAS), em Cruz das Almas-BA, 2019.



O NF aumentou linearmente com o incremento das doses de manipueira aos 30 DAS (Figura 1C), na ausência e presença de esterco bovino. Aos 40 DAS apresentou tendência quadrática para os tratamentos na presença de esterco bovino (Figura 1D), com a dose ideal equivalente a $35 m^3 ha^{-1}$ de manipueira, para o

máximo de 43 folhas, conforme derivada da equação ajustada. Duarte et al. (2012) constaram comportamento quadrático para o NF de alface, com dose ideal de 45 m³ ha⁻¹ de manipueira. A rúcula também foi influenciada por diferentes doses de manipueira, proporcionando um número máximo de folhas com aplicação de 600 mL m⁻², (6 m³ ha⁻¹) reduzindo com as doses subsequentes (900 e 1200 mL, correspondentes a 9 e 12 m³ ha⁻¹) (BEZERRA; BEZERRA, 2016).

O DC seguiu tendência linear aos 30 DAS (Figura 1E), na ausência e presença de esterco bovino, e quadrática aos 40 DAS (Figura 1F) para o tratamento com adição de esterco bovino. A derivada da equação estimou a dose ideal equivalente a 40 m³ ha⁻¹ de manipueira, para o DC máximo de 4,7 mm. Araújo et al. (2017), ao utilizar manipueira (114 e 228 mL) na fertirrigação da alface, obtiveram respostas satisfatórias para a variável diâmetro do caule. Na cultura do milho, as diferentes doses (0; 11,2; 22,4 e 44,8 m³ ha⁻¹) de manipueira avaliadas não apresentaram efeito significativo no diâmetro do caule (BARRETO et al., 2014).

Com relação às variáveis área foliar (AF), taxa de crescimento absoluto (TCA), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), a análise de variância mostrou efeito significativo ($p \leq 0,01$) para os fatores esterco e manipueira, isoladamente, e para a interação, neste caso exceto para TCA. Para as variáveis taxa de crescimento relativo (TCR) e suculência da parte aérea (SCPA) foi significativa apenas a aplicação de manipueira (Tabela 4).

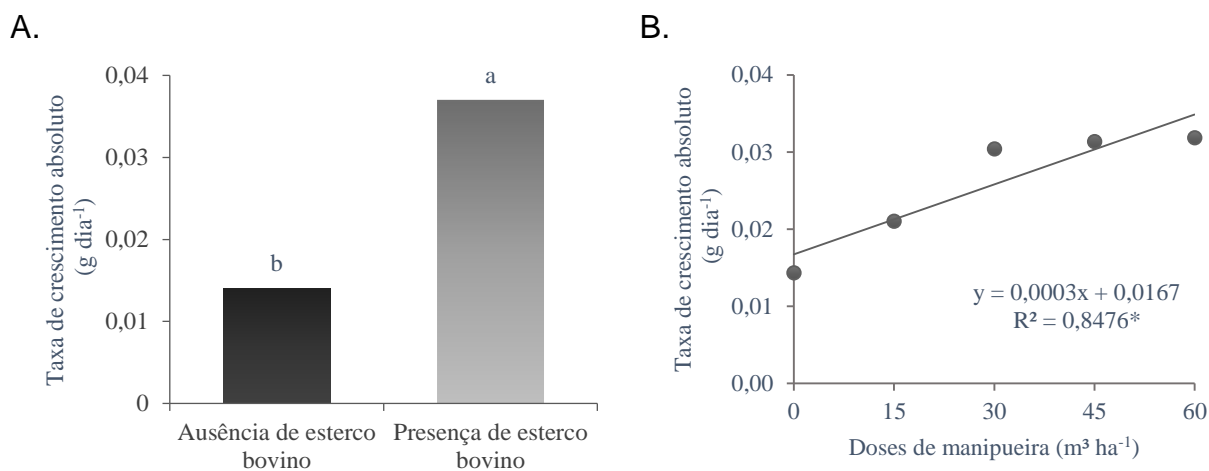
Tabela 4. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para as variáveis área foliar (AF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e suculência da parte aérea (SCPA) do coentro 'Verdão' cultivado sob doses de manipueira na presença e ausência de esterco bovino, aos 40 dias após a semeadura (DAS), em Cruz das Almas-BA, 2019.

FV ⁽¹⁾	GL	AF ⁽²⁾	TCA ⁽³⁾	TCR ⁽³⁾	MFPA ⁽²⁾	MSPA ⁽²⁾	SCPA ⁽²⁾
Esterco (E)	1	103.949,761** ⁽⁴⁾	0,007**	0,000 ^{NS}	157,779**	2,179**	0,112 ^{NS}
Manipueira (M)	4	18.051,549**	0,001**	0,001*	16,181**	0,200**	0,413**
E*M	4	2.934,954**	0,000 ^{NS}	0,001*	1,073**	0,019**	0,915**
Erro	40	433,541	0,000	0,000	0,277	0,004	0,056
Média		157,2	0,026	0,081	3,88	0,46	7,337
CV (%)		13,2	29,2	24,4	13,6	14,5	3,2

⁽¹⁾FV – fontes de variação; GL – graus de liberdade; CV – Coeficiente de variação. ⁽²⁾AF (cm²), MFPA (g), MSPA (g) e SCPA (g H₂O g⁻¹ MS), avaliados somente aos 40 DAS; ⁽³⁾TCA (g dia⁻¹) e TCR (g g⁻¹ dia⁻¹) são referentes ao período de 30 a 40 dias após a semeadura (DAS); e ⁽⁴⁾** – Significativo pelo teste F ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$, respectivamente).

A TCA aumentou com a presença de esterco bovino, incrementando 164 % quando comparado com o tratamento sem esterco (Figura 2A). Em relação às doses de manipueira (Figura 2B), a TCA apresentou tendência linear no período de 30 a 40 DAS. Cerqueira et al. (2016), ao utilizar doses de nitrogênio com adição de esterco bovino no coentro 'Verdão', obtiveram TCA de 0,12 g dia⁻¹ no período de 32 a 39 DAS.

Figura 2. Médias das taxas de crescimento absoluto, no período de 30 a 40 dias após a semeadura (DAS) do coentro 'Verdão', cultivado na presença e ausência de esterco bovino⁽¹⁾ (A) e sob diferentes doses de manipueira (B), em Cruz das Almas-BA, 2019.



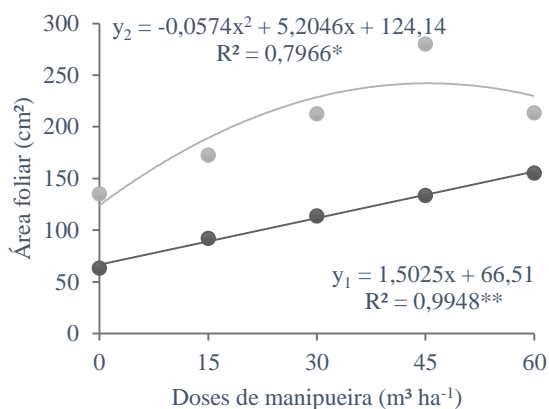
⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Com o desdobramento da interação significativa entre doses de manipueira na ausência e presença de esterco bovino foi possível observar que os tratamentos com adição de esterco proporcionaram maior AF, TCR, MFPA, MSPA e SCPA. Observou-se tendência quadrática para as referidas variáveis na presença de esterco bovino e linear para AF, MFPA e MSPA na ausência de esterco bovino (Figura 3).

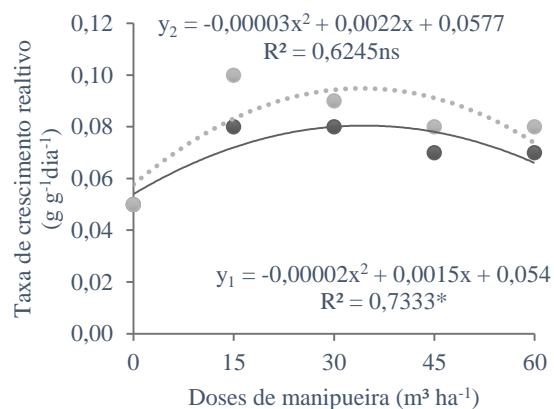
A derivada da equação mostrou que a dose de 45 m³ ha⁻¹, em conjunto com a adição de esterco bovino, é a ideal para a variável AF, proporcionando área equivalente a 242 cm² (Figura 3A). Duarte et al. (2012) averiguaram que a AF da alface foi influenciada pelas diferentes doses de manipueira, exprimindo valor máximo também com a aplicação de 45 m³ ha⁻¹. Estudos realizados por Cerqueira et al. (2016) demonstraram comportamento linear para o aumento da AF do coentro 'Verdão' adubado com esterco bovino e diferentes doses de nitrogênio, com AF de 125 cm² aos 39 DAS, chegando a 290 cm² aos 53 DAS.

Figura 3. Desdobramento da interação em função das doses de manipueira na ausência (Y_1) e na presença (Y_2) de esterco bovino para as variáveis: área foliar (A), taxa de crescimento relativo¹ (B), massa fresca da parte aérea (C), massa seca da parte aérea (D) e suculência da parte aérea (E) do coentro 'Verdão' aos 40 dias após a semeadura (DAS), em Cruz das Almas-BA, 2019.

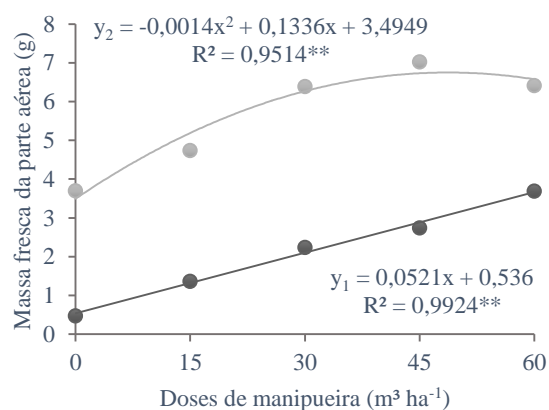
A.



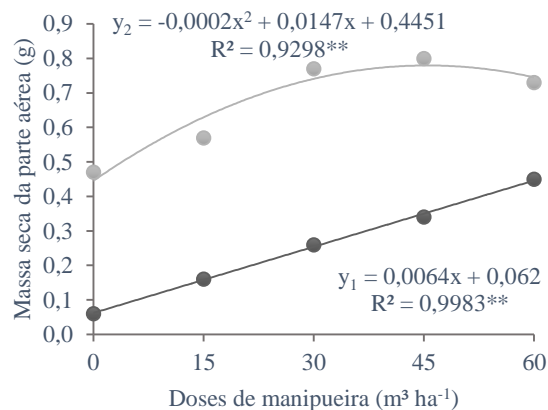
B.



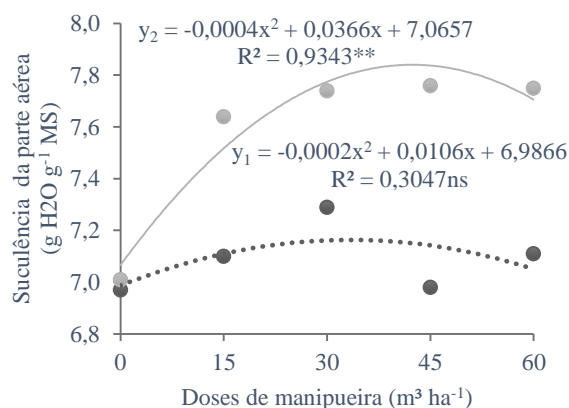
C.



D.



E.



⁽¹⁾TCR refere-se ao período de 30 a 40 dias após a semeadura, e AF, MFPA, MSPA e SCPA foram avaliados somente aos 40 DAS.

Conforme a derivada da equação de regressão, a dose que proporcionaria maior TCR seria de 37,5 m³ ha⁻¹ na ausência de esterco bovino e de 36,7 m³ ha⁻¹ na

presença de esterco bovino, para o período de 30 a 40 DAS (Figura 3B), atingindo valores máximos de 0,082 e 0,098 g g⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Cerqueira et al. (2016) avaliaram a resposta do coentro 'Verdão' submetido a diferentes doses de nitrogênio, na presença de esterco bovino, e observaram que as maiores taxas de TCR (0,20 g g⁻¹ dia⁻¹) ocorreram entre os 32 e 39 DAS, com aplicação de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

O maior acúmulo de MFPA e MSPA seria proporcionado pela aplicação de 47,7 e 36,8 m³ ha⁻¹ de manipueira, respectivamente, na presença de esterco bovino (Figura 3C e 3D), atingindo valores máximos de 6,68 e 0,72 g, respectivamente. Na ausência de esterco bovino, a dose de 60 m³ ha⁻¹ de manipueira foi a que proporcionou maior incremento nas massas fresca e seca, correspondendo à produção de 3,66 e 0,45 g, respectivamente, pois o modelo de regressão ajustado foi linear positivo e essa dose foi a máxima aplicada; daí em diante é impossível prever o comportamento dessas duas variáveis. Duarte et al. (2012), ao estudar a influência da aplicação de doses de manipueira na produção de fitomassa de alface, observaram maior incremento de massa fresca e seca com aplicação de 45 m³ ha⁻¹ de manipueira, tendendo à redução com aplicação de doses superiores. A dose de 600 mL m⁻² (6 m³ ha⁻¹) de manipueira foi a que proporcionou maior conteúdo de fitomassa fresca e seca na rúcula (BEZERRA; BEZERRA, 2016).

A dose ideal para a variável SCPA na ausência de esterco foi equivalente a 26,5 m³ ha⁻¹ e a 45,8 m³ ha⁻¹ na presença de esterco, com suculência máxima de 7,1 e 7,9 g H₂O g⁻¹ MS, respectivamente (Figura 3E). Resposta semelhante foi obtida por Lima (2008), ao avaliar diferentes níveis de salinidade no coentro 'Verdão', com suculência da parte aérea variando entre 7,6 e 9,0 g H₂O g⁻¹ MS, conforme tratamento aplicado (0, 50 e 100 mol m⁻³ de cloreto de sódio).

O objetivo desse capítulo do trabalho, de avaliar o crescimento do coentro 'Verdão' submetido a doses de manipueira, na presença e ausência de esterco bovino, foi plenamente atingido.

No entanto, observou-se que os tratamentos submetidos apenas às diferentes doses de manipueira, na ausência de esterco bovino, apresentaram resposta linear para a maioria das variáveis analisadas. É possível que doses mais elevadas de manipueira poderiam vir a suprimir a demanda nutricional do coentro, em substituição à aplicação de esterco bovino.

Esse é um comentário importante pois indica que a hipótese do capítulo, de que a manipueira pudesse ser utilizada como fertilizante orgânico para a produção de coentro 'Verdão', em substituição ao esterco bovino, não foi confirmada, pelo menos nas doses aplicadas no presente trabalho.

4. CONCLUSÕES

Os maiores rendimentos do coentro 'Verdão' foram obtidos com aplicação de manipueira em conjunto com esterco bovino.

A aplicação de 45 m³ ha⁻¹ de manipueira, na presença de esterco bovino, proporcionou maiores área foliar, massa fresca da parte aérea e suculência da parte aérea.

Os tratamentos submetidos apenas às diferentes doses de manipueira, na ausência de esterco bovino, apresentaram resposta linear positiva para a maioria das variáveis analisadas, indicando que doses mais elevadas de manipueira poderiam vir a suprimir a demanda nutricional do coentro em substituição ao esterco bovino.

5. REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; SADER, R.; ALVES, A. U. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p.132-137, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000100016>.

ARAÚJO, N. C.; LIMA, V. L. A.; SENA, L. F.; RAMOS, J. G.; BORGES, V. E.; BANDEIRA, F. A. Produção orgânica da alface em substrato fertilizado com água amarela e manipueira. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 8, p.2111-2119, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v11n800689>.

BARRETO, M. T. L.; MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; DUARTE, A. S.; TAVARES, U. E. Desenvolvimento e acúmulo de macronutrientes em plantas de milho biofertilizadas com manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 5, p.487-494, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662014000500004>.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.

BEZERRA, M. A. S.; BEZERRA, F. D. S. Produção de rúcula (*Eruca sativa*) em resposta a diferentes doses de manipueira na Amazônia Ocidental Brasileira: O caso da comunidade Praia Grande, no extremo Oeste do Estado do Acre – Brasil. **Revista Espacios**, v. 37, n. 24, p. 18, 2016.

BEZERRA, M. G. S.; SILVA, G. G. C.; DIFANTE, G. S.; EMERENCIANO NETO, J. V.; OLIVEIRA, E. M. M.; OLIVEIRA, L. E. C. Cassava wastewater as organic fertilizer in 'Marandu' grass pasture. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e**

Ambiental, v. 21, n. 6, p.404-409, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n6p404-409>.

CARDOSO, M. O.; BERNI, R. F.; ANTONIO, I. C.; KANO, C. Growth, production and nutrients in coriander cultivated with biofertilizer. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, p.583-590, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620170417>.

CARDOSO, M. O.; BERNI, R. F.; CHAVES, F. C. M.; PINHEIRO, J. O. C. **Índices agroeconômicos do coentro cultivado em substrato de fibra de coco com fertirrigação**. Manaus: Embrapa Amazônica Ocidental, 2019. 26 p.

CERQUEIRA, F. B.; SANTANA, S. C.; SANTOS, W. F. FREITAS, G. A.; SIEBENEICHLER, S. C. Doses de nitrogênio nas respostas morfofisiológicas de coentro (*Coriandrum sativum* L). **Global Science and Technology**, v. 9, n. 1, p.15-21, 2016.

DANTAS, M. S. M.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. S.; PEDROSA, E. M. R.; TABOSA, J. N.; DANTAS, D. C. Crescimento do girassol adubado com resíduo líquido do processamento de mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 350-357, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p350-357>.

DINIZ, M. S.; TRINDADE, A. V.; LEDO, C. A. S. **A manipueira na adubação da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. 6 p.

DUARTE, A. S.; SILVA, E. F.; ROLIM, M. M.; FERREIRA, R. F. A. L.; MALHEIROS, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. S. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 262-267, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542014000200001>.

FIKADU-LEBETA, W.; DIRIBA-SHIFERAW, G.; MULUALEM-AZENE, M. The need of integrated nutrient management for coriander (*Coriandrum sativum* L.) production. **International Journal of Food & Nutrition**, v. 4, n.1, p. 1-13, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção, venda e valor da produção na horticultura, por produtos da horticultura, destino da produção, uso de irrigação, uso de agrotóxicos e uso de adubação e classificações de médio produtor.** 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/4145#resultado>.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. B. R. e; MONTENEGRO, J. O.; FORMIGA, R. A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H. F. de. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco, Estado da Bahia.** Recife: Embrapa-SNLCS, 1977, v.1, 735 p. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 52).

LIMA, A. B. **Respostas fisiológicas e bioquímicas de cultivares de coentro (*Coriandrum sativum* L.) submetidas ao estresse salino.** 2008. 56 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; MOREIRA, J. C.; PAIVA, A. C. C.; ASSIS, J. P.; SOUSA, R. P. Rendimento do coentro (*Coriandrum sativum* L) adubado com esterco bovino em diferentes doses e tempos de incorporação no solo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 3, p. 462-467, 2015.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, V. R. F.; SANTOS, C. S.; ARAÚJO, J. S.; NASCIMENTO, J. T. Produção de coentro cultivado com esterco bovino e adubação mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 477-479, 2002.

REIS, A.; LOPES, C. A. **Doenças do coentro no Brasil.** Brasília: Embrapa, 2016. 6 p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.;

OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 531p.

SILVA, J. M. F.; PINTO, A. A.; SANTANA, L. D.; RODRIGUES, W. A. D.; CAMARA, F. T. Produtividade do coentro Verdão em função das regulagens de uma semeadora manual. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, p. 847-854, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.18677/encibio_2016b_080.

SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília: Embrapa, 2017. 575 p.

TORRES, J. L. R.; GASPARINI, B. N.; BARRETO, A. C.; VIEIRA, D. M. S.; BORGES, G. V. A. Uso da manipueira como biofertilizante no cultivo da alface crespa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 54., 2016, Recife. **Anais...** Recife: ABH, 2016. p. 219.

CAPÍTULO 4

USO DA MANIPUEIRA NA PRODUÇÃO DE PIMENTA 'BIQUINHO'

USO DA MANIPUEIRA NA PRODUÇÃO DE PIMENTA 'BIQUINHO'

RESUMO – A utilização de recursos derivados da própria propriedade agrícola para suprir necessidades dos produtores proporciona a reciclagem de subprodutos e a redução de custos com insumos comerciais. Dentre eles, o resíduo líquido da mandioca, denominado manipueira, pode configurar-se como importante fonte de adubação para as culturas. Desse modo, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento e a produção da pimenta 'Biquinho' em função de doses de manipueira associada a diferentes proporções de adubo mineral. O estudo foi conduzido em casa de vegetação da UFRB, no delineamento em blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 5 com 4 repetições, sendo 3 (0, 50 e 100 %) doses da adubação recomendada mineral para a cultura e 5 doses da água residuária da mandioca (0, 25, 50, 100 e 150 m³ ha⁻¹). Cada unidade experimental foi representada por um vaso plástico com capacidade de 10 dm³, preenchido com solo da camada de 0-0,20 m de um LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico (Densic Ferralsol; Oxisol). A aplicação isolada de manipueira, na dose de 150 m³ ha⁻¹, proporcionou produtividade da pimenta 'Biquinho' equivalente à obtida com a aplicação de 100 % da adubação mineral recomendada para essa cultura, permitindo assim a substituição parcial ou total dessa adubação pela manipueira.

Palavras-Chave: Água residuária da mandioca; *Capsicum chinense* Jacq.; Fertilizante químico; *Manihot esculenta* Crantz; Reuso.

USE OF THE *MANIPUEIRA* IN THE PRODUCTION OF 'BIQUINHO' PEPPER

ABSTRACT – The use of resources derived from the agricultural property itself to supply producers' needs provides for the recycling of by-products and the costs reduction with commercial inputs. Among them, the liquid residue of cassava, called *manipueira*, can be configured as an important source of fertilization for crops. Thus, the present study aimed to evaluate the growth and production of 'Biquinho' pepper as a function of *manipueira* doses associated with different proportions of mineral fertilizer. The study was conducted in a greenhouse at UFRB, at Cruz das Almas, Bahia, Brazil, in a randomized block design, with treatments distributed in a 3 x 5 factorial scheme with four replications, with three (0, 50 and 100%) doses of the recommended mineral fertilizer for the crop and five doses of *manipueira* (0, 25, 50, 100, and 150 m³ ha⁻¹). Each experimental unit was represented by a plastic vessel with a capacity of 10 dm³, filled with soil from the 0-0.20 m layer of a typical Latossolo Amarelo (Densic Ferralsol; Oxisol). The isolated application of *manipueira*, at a dose of 150 m³ ha⁻¹, provided the productivity of 'Biquinho' pepper equivalent to that obtained with the application of 100% of the mineral fertilizer recommended for this crop, thus allowing the partial or total replacement of this fertilization by the *manipueira*.

Key words: Cassava wastewater; *Capsicum chinense* Jacq.; Chemical fertilizer; *Manihot esculenta* Crantz; Reuse.

1. INTRODUÇÃO

As pimentas são bastante utilizadas no mundo todo para os mais diversificados fins, configurando-se como uma das mais ecléticas hortaliças, podendo destacar seu uso como: corantes, aromatizantes, nas indústrias farmacêutica e de cosméticos, em fios de sutura veterinária e fios de telefone para prevenir ataques de animais e outros (PINTO et al., 2013).

No Brasil, seu consumo *in natura* é bastante acentuado nas regiões Norte e Nordeste, sendo as cultivares 'Malagueta', 'Tabasco', 'Bode', 'Biquinho', 'Cumari-do-Pará', 'Habanero' e 'Murupi' as mais produzidas nessas regiões. A pimenta 'Biquinho' (*Capsicum chinense* Jacq.) vem se destacando no mercado devido ao seu aroma peculiar, sabor característico e ausência da pungência, podendo ser consumida tanto *in natura* quanto em conserva (HEINRICH et al., 2015; JULIÃO et al., 2015; RODRIGUES, 2016).

Costa e Henz (2007) descreveram que as pimentas devem ser cultivadas em solos profundos, leves, drenados e preferencialmente férteis, apresentando recomendações de adubação para SP, MG e DF que variam de: 40 a 60 kg ha⁻¹ de N; 50 a 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅; e 240 kg ha⁻¹ de K₂O. Para adubação orgânica recomenda-se o uso de 10 a 30 t ha⁻¹ de esterco de curral curtido ou de 2,5 a 10 t ha⁻¹ de esterco de galinha.

Conforme a base de dados do IBGE (2020), referente ao censo agropecuário de 2006, as maiores produções de pimenta foram proporcionadas em propriedades adubadas com fertilizantes minerais (7.238 toneladas) e pela utilização conjunta de adubo mineral e orgânico (7.108 toneladas), vindo em seguida a utilização de apenas adubo orgânico (2.977 toneladas) e unidades agropecuárias que não fizeram uso de adubação (1.360 toneladas).

Costa et al. (2019) destacaram a importância da utilização de recursos derivados da própria propriedade agrícola para suprir necessidades dos produtores, proporcionando a reciclagem de subprodutos e a redução de custos com insumos comerciais. Nesse contexto, o resíduo líquido da mandioca, denominado manipueira, pode configurar-se como importante fonte de adubação orgânica.

A manipueira é liberada durante o processamento da mandioca para produção de farinha e caracteriza-se por apresentar elevada carga orgânica e nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Seu descarte

ocorre diretamente no solo, causando inconvenientes estéticos, sanitários e ambientais para a circunvizinhança das casas de farinha (ARAUJO; LOPES, 2009). Ponte (2006) descreve que, para cada três quilos de raízes de mandioca prensadas, é gerado cerca de um litro de manipueira. Com base nessa proporção média, se as 963.000 toneladas de raízes de mandioca produzidas na Bahia em 2019 (IBGE, 2020) fossem processadas para a produção de farinha seriam liberados cerca de 321.000 m³ de manipueira.

Inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de aproveitar esse efluente de forma eficiente. Vieites (1998), ao estudar os efeitos da manipueira em substituição à adubação mineral no cultivo de tomate, observou que esse efluente contribuiu para aumentar o rendimento, diâmetro e comprimento dos frutos do tomateiro. Ao utilizar a manipueira na adubação do pimentãozeiro, Lima e Valente (2017) observaram que a mesma promoveu efeitos significativos no comprimento e diâmetro dos frutos.

Araújo et al. (2015), ao analisarem o crescimento e produtividade do milho fertilizado via foliar com doses de manipueira, relataram que esse efluente foi eficaz no crescimento das plantas. Bezerra et al. (2017) utilizaram a manipueira como fonte de fertilizante orgânico em pastagem de capim 'Marandu' e observaram que o aumento das lâminas do efluente proporcionou maior massa de forragem e redução das plantas espontâneas.

Assim, o aproveitamento da manipueira como adubo configura-se como uma oportunidade para, ao mesmo tempo, reduzir problemas sanitários causados pelo lançamento indiscriminado do mesmo nas proximidades das casas de farinha, melhorar a qualidade ambiental e, por fim, proporcionar alternativa para geração de renda por agricultores familiares que têm a mandioca como um dos principais cultivos.

Considerando, portanto, sua expressiva carga orgânica e a presença de nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas admitiu-se como hipótese deste trabalho a utilização da manipueira como adubo orgânico no cultivo da pimenta 'Biquinho', em substituição parcial ou total da adubação mineral.

Desse modo, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento e a produção da pimenta 'Biquinho' em função de doses de manipueira associada a diferentes proporções de adubo mineral.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi conduzido em casa de vegetação do Núcleo de Engenharia de Água e Solo – Neas, localizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, Bahia, Brasil (12°39'48.84" S; 39°5'15.17"O; e 220 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen-Geiger a região apresenta clima tropical úmido (Af), com ocorrência de precipitação em quase todos os meses do ano (ALVARES et al., 2014).

Foram utilizados vasos de plástico com capacidade de 10 dm³ preenchido com LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico, conforme classificação realizada por Jacomine et al. (1977) e atualizada de acordo com Santos et al. (2018), coletado na camada de 0-0,20 m. A tabela 1 apresenta a composição textural do solo, determinada pelo método da pipeta utilizando NaOH 1 mol L⁻¹ como dispersante e caracterização química preliminar do solo (TEIXEIRA et al., 2017). Foi adicionado calcário dolomítico para correção do pH, de 5,10 para 6,67, pelo método da incubação (SOUZA et al., 2007).

Tabela 1. Atributos químicos e composição textural do LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico utilizado, coletado na camada de 0-0,20 m, em Cruz das Almas-BA, 2019.

pH em água ⁽¹⁾	CE dS m ⁻¹	P -- mg dm ⁻³ --	K	Ca	Mg	Na	SB	Al	H+Al	CTC	V -%	MO g kg ⁻¹
5,1	0,801	13	48	1,0	0,5	0,04	1,66	0,2	3,00	4,66	36	11,7
Areia (g kg⁻¹)			Silte (g kg⁻¹)			Argila (g kg⁻¹)			Classificação textural			
785			14			201			Franco-argiloarenosa			

⁽¹⁾pH – potencial hidrogeniônico; CE – condutividade elétrica do extrato de saturação; P – fósforo (Mehlich-1); K – potássio (Mehlich-1); Ca – cálcio; Mg – magnésio; Na – sódio, todos extraídos por KCl 1 mol L⁻¹; SB – soma de bases; Al – alumínio extraído por KCl 1 mol L⁻¹; H+Al – acidez potencial, extraído por acetato de cálcio tamponado a pH 7; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; e MO – matéria orgânica pelo método Walkley e Black.

2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 5, com quatro repetições, totalizando 60 unidades experimentais, com espaçamento de 0,50 m entre unidades

experimentais e 0,80 m entre blocos. A casualização dos tratamentos em cada bloco ocorreu mediante sorteio. Os blocos permaneceram fixos no mesmo local da casa de vegetação durante o todo o ciclo.

Os fatores estudados foram: 0, 50 e 100 % da adubação mineral recomendada conforme o Sistema de Produção de Pimenta da Embrapa (COSTA; HENZ, 2007); e 0, 25, 50, 100 e 150 m³ ha⁻¹ de manipueira, com base nos estudos realizado por Vieites (1998). Dessa forma, os tratamentos aplicados foram: 0 % da adubação mineral e 0 m³ ha⁻¹ de manipueira; 0 % da adubação mineral e 25 m³ ha⁻¹ de manipueira; 0 % da adubação mineral e 50 m³ ha⁻¹ de manipueira; 0 % da adubação mineral e 100 m³ ha⁻¹ de manipueira; 0 % da adubação mineral e 150 m³ ha⁻¹ de manipueira; 50 % da adubação mineral e 0 m³ ha⁻¹ de manipueira; 50 % da adubação mineral e 25 m³ ha⁻¹ de manipueira; 50 % da adubação mineral e 50 m³ ha⁻¹ de manipueira; 50 % da adubação mineral e 100 m³ ha⁻¹ de manipueira; 50 % da adubação mineral e 150 m³ ha⁻¹ de manipueira; 100 % da adubação mineral e 0 m³ ha⁻¹ de manipueira; 100 % da adubação mineral e 25 m³ ha⁻¹ de manipueira; 100 % da adubação mineral e 50 m³ ha⁻¹ de manipueira; 100 % da adubação mineral e 100 m³ ha⁻¹ de manipueira; 100 % da adubação mineral e 150 m³ ha⁻¹ de manipueira.

Os fertilizantes aplicados foram: uréia (40 kg ha⁻¹), sulfato de potássio (180 kg ha⁻¹), superfosfato simples (600 kg ha⁻¹), ácido bórico (1 kg ha⁻¹) e sulfato de zinco (30 kg ha⁻¹). A manipueira foi aplicada de forma fracionada, para evitar a perda de nutrientes com a saturação do solo. Assim, foram realizadas duas aplicações, em intervalo de sete dias, adicionando metade da dose em cada aplicação, 30 dias antes do transplântio das mudas.

As manipueiras foram obtidas de uma casa de beneficiamento da mandioca localizada no Município de Cruz das Almas, na Comunidade de Sapucaia, distando cerca de três quilômetros da área experimental. As coletas foram realizadas diretamente na prensa, transferida para um recipiente com capacidade para 50 L e transportada para a área experimental.

Vale salientar que o recipiente com a manipueira ficou aberto e em repouso durante sete dias, em temperatura ambiente, para a volatilização do ácido cianídrico. Uma amostra do efluente após o tratamento foi mantida em ambiente refrigerado, para fins analíticos visando sua caracterização (Tabela 2).

Tabela 2. Característica da manipueira aplicada no cultivo da pimenta 'Biquinho'.

pH ⁽¹⁾	CE	TDS	N	P	K	Ca	Mg
	dS m ⁻¹	----- mg L ⁻¹ -----					
3,71 ⁽²⁾	8,5	2.306	81,4	1.205,9	5.480,4	517,7	209,0
3,71 ⁽³⁾	9,2	2.473	78,5	1.227,7	5.525,8	402,2	530,4

⁽¹⁾pH – potencial hidrogeniônico; CE – condutividade elétrica; TDS – sólidos totais dissolvidos; N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio. ⁽²⁾ Primeira aplicação da manipueira. ⁽³⁾ Segunda aplicação da manipueira.

2.3. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido de maio a outubro de 2019. A pimenta 'Biquinho' foi semeada em bandeja contendo fibra de coco e esterco bovino na proporção de 3:1, respectivamente. O transplântio ocorreu aos 60 dias após a semeadura, quando as mudas apresentaram de 4 a 5 folhas desenvolvidas (SENAR, 2017).

Foram utilizados tensiômetros de mercúrio para o manejo da irrigação, com leituras diárias durante as primeiras horas da manhã. A irrigação foi realizada com água de abastecimento, com auxílio de uma proveta graduada, repondo a umidade para a tensão de 10 kPa, de modo a atender as necessidades hídricas da cultura. Foram realizadas capinas manuais sempre que necessário, para manter a cultura livre de plantas espontâneas.

Foram analisados, aos 100 dias após o transplântio (DAT), os seguintes componentes de crescimento: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea e índice de clorofila (total, *a* e *b*). Em relação à produção foram determinados o número de frutos, produtividade, massa fresca, comprimento e diâmetro do fruto, comprimento do bico e espessura da parede do fruto. Para tanto, foram selecionadas aleatoriamente 10 frutos por tratamento, utilizando a média dos valores medidos.

A altura da planta foi determinada com o auxílio de uma fita milimétrica, medindo do colo da planta até a gema apical. O número de folhas e de frutos foi obtido por contagem direta. A avaliação do diâmetro do caule e as variáveis comprimento do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do bico do fruto e espessura da parede do fruto foram realizadas com um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm). O comprimento bico foi determinado a partir do ponto em que o diâmetro do fruto apresentou 0,005 m até a extremidade mais fina (BIONE, 2017).

A produtividade total foi obtida multiplicando a massa fresca dos frutos pelo número de plantas em 1 hectare. Para tanto, levou-se em consideração o espaçamento recomendado, perfazendo 25.000 plantas por hectare. A área foliar foi determinada pelo método do disco (CAMARGO, 1992). A clorofila foi determinada por leituras indiretas de clorofila foliar utilizando o medidor portátil Falker ClorofiLOG® 1030 (SCHLICHTING et al., 2015). A massa seca da parte aérea e do fruto foi determinada com auxílio de balança de precisão, bem como a massa do fruto fresco. As massas secas foram obtidas após secagem em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir peso constante.

Foram coletadas amostras de solo, após encerramento do experimento, para determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do solo cultivado com a pimenta 'Biquinho', conforme metodologia descrita por Teixeira et al. (2017).

2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos para todas as variáveis foram submetidos à análise de variância e teste F. As médias das variáveis de dados qualitativos foram submetidas ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e para as médias dos dados quantitativos realizou-se a análise de regressão. Os modelos foram escolhidos em função de sua significância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e pelo coeficiente de determinação (R^2). Para tanto, utilizou-se o programa computacional SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos aplicados promoveram diferenças significativas em relação à altura da planta (AP) ($p \leq 0,05$ para adubação mineral e $p \leq 0,01$ para manipueira) e diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), índice do conteúdo de clorofila total (CT), clorofila *a* (Cla) e massa seca da parte aérea (MSPA) ($p \leq 0,01$) da pimenta 'Biquinho' aos 100 dias após o transplântio (DAT) (Tabela 3). Houve significância para a clorofila *b* (Cib) apenas para a aplicação das doses de manipueira. Do mesmo modo, houve significância para a interação entre os fatores adubação mineral e doses de manipueira ($p \leq 0,05$ ou $p \leq 0,01$), exceto para o diâmetro do caule e massa seca da parte aérea.

Tabela 3. Resumo da análise de variância com respectivos quadrados médios para as variáveis altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), clorofila total (CT), clorofila *a* (Cla), clorofila *b* (Cib) e massa seca da parte aérea (MSPA) da pimenta 'Biquinho' aos 100 dias após o transplântio, cultivada sob diferentes proporções de adubação mineral (A) recomendada para a cultura e doses de manipueira (M), em Cruz das Almas-BA, 2019.

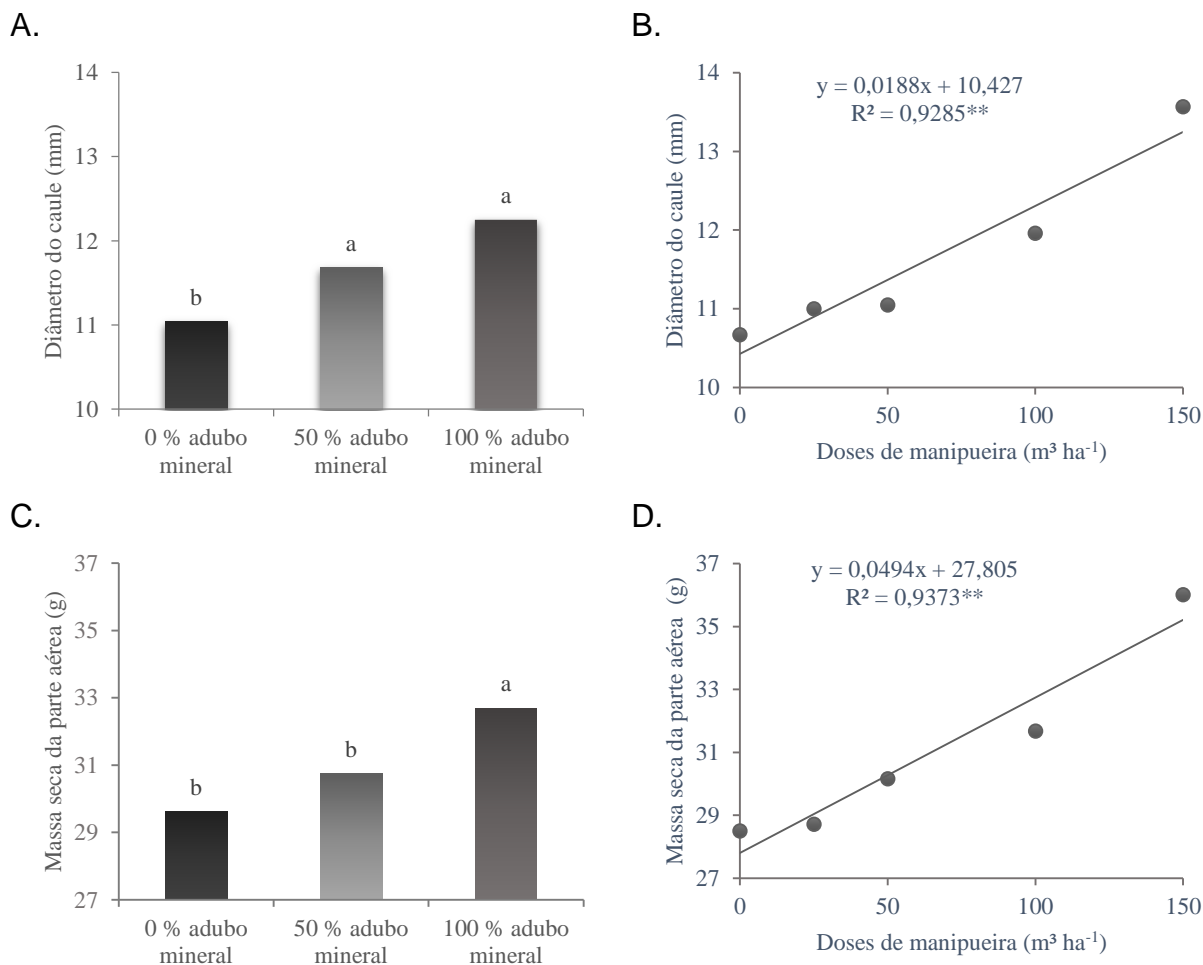
FV ⁽¹⁾	GL	AP	DC	NF	AF	CT	Cla	Cib	MSPA
Bloco	3	10,69 ^{NS(2)}	1,76 ^{NS}	467,55 ^{NS}	27,74 ^{NS}	1,37 ^{NS}	0,65 ^{NS}	0,33 ^{NS}	05,71 ^{NS}
A	2	27,30*	7,39**	1.505,12**	184,58**	57,29**	38,54**	2,06 ^{NS}	48,13**
M	4	287,71**	16,60**	12.276,96**	262,83**	90,43**	51,93**	5,36**	113,16**
A x M	8	23,88**	1,13 ^{NS}	2.326,58**	58,74*	21,12**	9,93**	2,42**	4,84 ^{NS}
Erro	42	7,21	0,63	219,99	23,56	3,71	1,72	0,67	3,52
Média	-	56,21	11,65	201,67	57,17	35,61	28,09	7,49	31,01
CV (%)	-	4,78	6,79	7,35	8,49	5,41	4,68	10,98	6,05

⁽¹⁾FV – fontes de variação, GL – graus de liberdade; AP (cm); DC (mm); AF (cm²); CT (ICF – Índice de Clorofila Falker); Cla (ICF); Cib (ICF); MSPA (g); A – adubação mineral; M – manipueira; CV – coeficiente de variação. ⁽²⁾NS – não significativo; * e ** – Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente).

Os tratamentos que receberam a dose recomendada de adubação mineral para a cultura da pimenta foram os mais responsivos para as variáveis DC (Figura 1A) e MSPA (Figura 1C), aos 100 DAT. Em relação às doses de manipueira, essas variáveis apresentaram tendência de aumento linear (Figuras 1B e 1D). Araujo et al. (2015) observaram tendência quadrática para o DC do milho fertilizado com manipueira (0:1, 1:4, 1:3, 1:2 e 1:1), sendo a proporção de 1 L de manipueira para 3

L de água (1:3) a que proporcionou maior DC. As diferentes doses de manipeira (0; 11,2; 22,4 e 44,8 m³ ha⁻¹) utilizadas na cultura do milho, cultivado em solo franco-arenoso, proporcionaram incremento linear na MSPA (BARRETO et al., 2014), semelhante ao que ocorreu no presente trabalho.

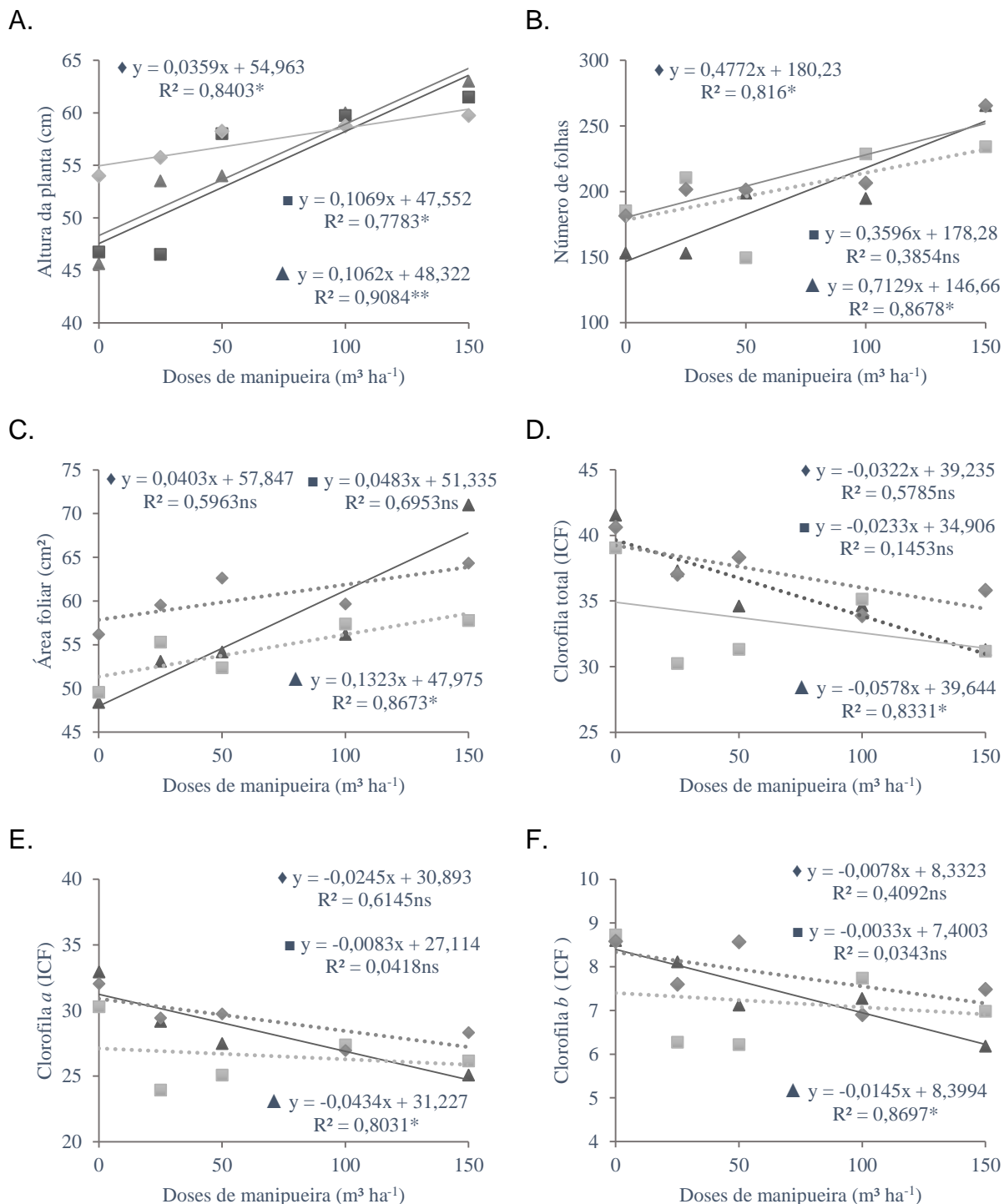
Figura 1. Médias do diâmetro do caule (A, B) e da massa seca da parte aérea (C, D) da pimenta 'Biquinho' aos 100 dias após o transplântio, sob diferentes proporções de adubação mineral⁽¹⁾ e doses de manipeira, respectivamente, em Cruz das Almas-BA, 2019.



⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O desdobramento da interação significativa entre adubação mineral e manipeira para altura da planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), clorofila total (CT), clorofila *a* (Cl_a) e clorofila *b* (Cl_b) da pimenta 'Biquinho' permitiu observar que os tratamentos foram influenciados pela dose máxima de manipeira aplicada nas diferentes proporções de adubação mineral (Figura 2).

Figura 2. Desdobramento da interação em função das doses de maniqueira com adição de 0 (▲), 50 (■) e 100 % (◆) da adubação mineral recomendada para a cultura da pimenta 'Biquinho' aos 100 dias após o transplante, para as variáveis: altura da planta (A), número de folhas (B), área foliar (C), clorofila total (D), clorofila *a* (E) e clorofila *b* (F), em Cruz das Almas-BA, 2019.



A AP apresentou crescimento linear com o aumento das doses de maniqueira para as diferentes proporções de adubação mineral (Figura 2A); a resposta foi menos pronunciada na dose de 100 % de adubação mineral. Resposta distinta foi

proporcionada pela cultura do milho, que apresentou decréscimo linear na AP com o aumento das doses de manipueira (0; 11,2; 22,4 e 44,8 m³ ha⁻¹) (BARRETO et al., 2014).

O NF foi significativo para aplicação de 0 e 100 % da adubação mineral recomendada, apresentando tendência linear para as doses de manipueira (Figura 2B). Para a cultura do milho, as diferentes doses de manipueira (0; 11,2; 22,4 e 44,8 m³ ha⁻¹) avaliadas não proporcionaram diferenças no NF (BARRETO et al., 2014).

A AF apresentou efeito linear significativo para os tratamentos submetidos apenas às doses de manipueira (0 % de adubo mineral) (Figura 2C). A cultura do milho, fertirrigada com diferentes proporções de manipueira e água (0:1, 1:4, 1:3, 1:2 e 1:1), apresentou tendência quadrática, sendo a proporção de 1 L de manipueira para 3 L de água (1:3) a que proporcionou maior AF (ARAÚJO et al.; 2015).

As variáveis CT (Figura 2D), Cla (Figura 2E) e Clb (Figura 2F) apresentaram tendência linear negativa com o aumento das doses de manipueira, com significância apenas para os tratamentos na ausência de adubação mineral. Pagliarini et al. (2004) descreveram que a redução no teor de clorofila da pimenta 'Biquinho' pode estar associada à lixiviação do nitrogênio ao longo do ciclo. Diferente do obtido no presente estudo, Bezerra et al. (2017) observaram que as diferentes doses de manipueira (0, 15, 30, 60 e 120 m³ ha⁻¹) proporcionaram aumento linear no teor de CT do capim 'Marandu'.

Com relação às variáveis produtividade (PROD) e espessura da parede do fruto (EPF), a análise de variância mostrou efeito significativo ($p \leq 0,01$) para os fatores adubação mineral e manipueira, isoladamente, não havendo efeito significativo para as interações entre eles. Para as variáveis número de frutos (NFR), massa fresca do fruto (MFF), massa seca do fruto (MSF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DIAM) e comprimento do bico (BIC) houve interação significativa ($p \leq 0,05$ e, principalmente, $p \leq 0,01$) entre os dois fatores (Tabela 4).

De forma isolada, foi possível observar que as diferentes proporções de adubo mineral influenciaram na produtividade da cultura, havendo um aumento de 52 % com aplicação de 50% da adubação recomendada e de 120 % com a aplicação da dose completa, quando comparados aos tratamentos que não receberam adubação (Figura 3A). As diferentes doses de manipueira influenciaram na produtividade da cultura, apresentando tendência linear (Figura 3B). Vieites (1998), ao avaliar a produção de tomate submetida a diferentes doses de manipueira

(0, 54 e 108 m³ ha⁻¹) e adubação mineral (0, 50 e 100 %), obteve maiores rendimentos dos frutos por hectare com aplicação das doses mais elevadas de manureira em conjunto com 100% da adubação mineral recomendada para a cultura.

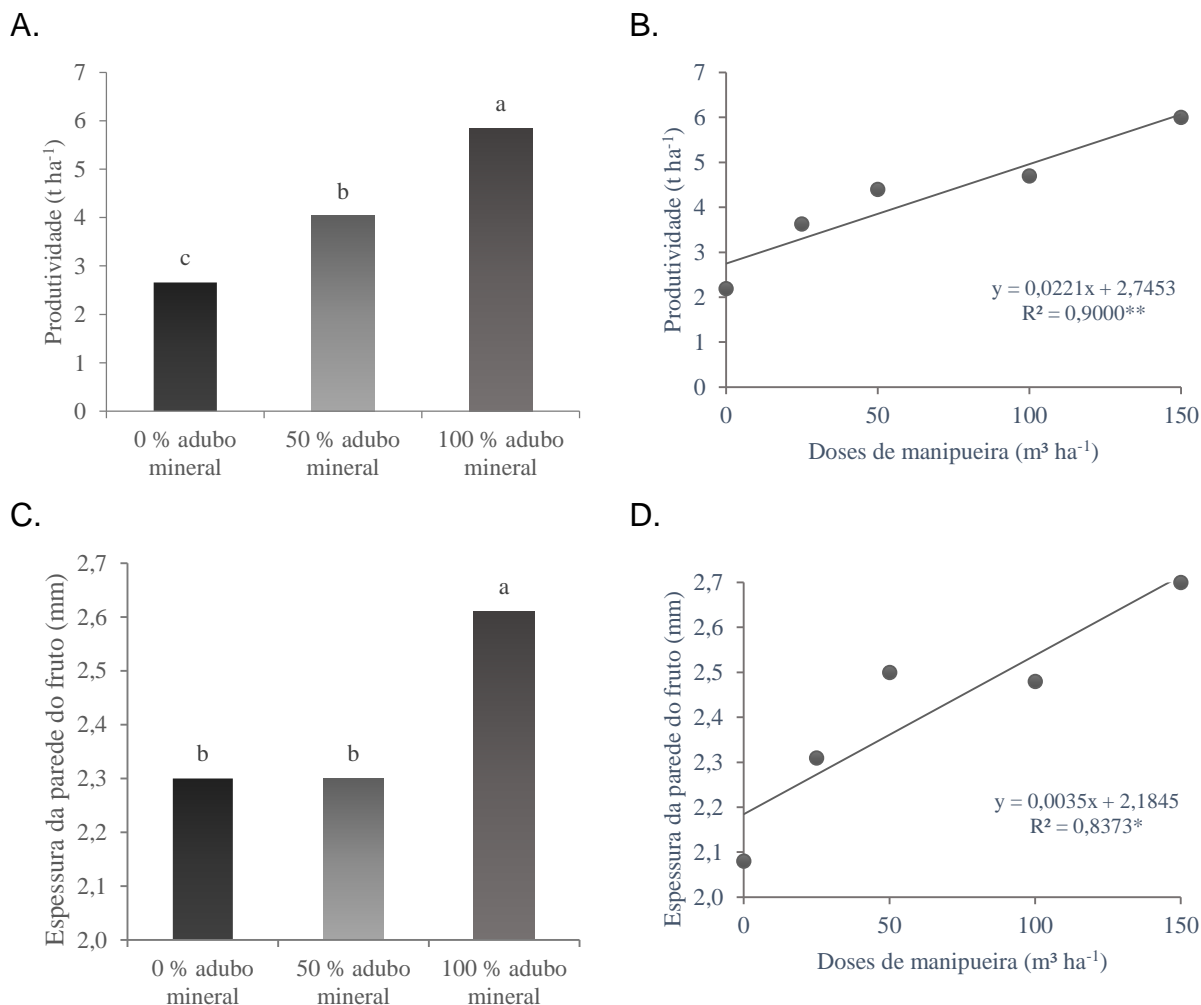
Tabela 4. Resumo das análises de variância com respectivos quadrados médios para as variáveis número de frutos (NFR), produtividade total (PROD), massa fresca do fruto (MFF), massa seca do fruto (MSF), comprimento do fruto (COMP), diâmetro do fruto (DIAM), comprimento do bico (BIC) e espessura da parede do fruto (EPF) da pimenta 'Biquinho' aos 100 dias após o transplante, cultivada sob doses de manureira e diferentes proporções de adubação mineral recomendada para a cultura, em Cruz das Almas-BA, 2019.

FV ⁽¹⁾	GL	NFR	PROD	MFF	MSF	COMP	DIAM	BIC	EPF
Bloco	3	189,00 ^{**} (2)	4,12 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,00 ^{NS}	0,12 ^{NS}	6,14 [*]	3,64 ^{NS}	0,69 ^{**}
A	2	18084,20 ^{**}	51,22 ^{**}	0,78 ^{**}	0,01 ^{**}	28,91 ^{**}	0,81 ^{NS}	1,49 ^{NS}	0,57 ^{**}
M	4	4476,36 ^{**}	24,13 ^{**}	2,35 ^{**}	0,03 ^{**}	56,54 ^{**}	23,51 ^{**}	9,34 ^{**}	0,66 ^{**}
A x M	8	292,72 ^{**}	0,32 ^{NS}	0,17 ^{**}	0,00 ^{**}	29,39 ^{**}	4,94 [*]	6,16 ^{**}	0,08 ^{NS}
Erro	42	71,95	1,52	0,02	0,01	5,59	2,03	1,64	0,07
Média	-	83,30	4,18	2,07	0,30	27,39	15,62	6,39	2,41
CV (%)	-	10,18	29,46	7,31	6,15	8,63	9,12	20,03	10,47

⁽¹⁾FV – fontes de variação, GL – graus de liberdade; NFR – número de frutos; PROD – produtividade total (t ha⁻¹); MFF – massa fresca do fruto (g); MSF – massa seca do fruto (g); COMP – comprimento do fruto (mm); DIAM – diâmetro do fruto (mm); BIC – comprimento do bico (mm); EPF – espessura da parede do fruto (mm); A – adubo mineral; M – manureira; CV – coeficiente de variação. ⁽²⁾* e ** – Significativo pelo teste F (p≤0,05 e p≤0,01, respectivamente).

De forma isolada, foi possível observar que as diferentes proporções de adubo mineral influenciaram na produtividade da cultura, havendo um aumento de 52 % com aplicação de 50% da adubação recomendada e de 120 % com a aplicação da dose completa, quando comparados aos tratamentos que não receberam adubação (Figura 3A). As diferentes doses de manureira influenciaram na produtividade da cultura, apresentando tendência linear (Figura 3B). Vieites (1998), ao avaliar a produção de tomate submetida a diferentes doses de manureira (0, 54 e 108 m³ ha⁻¹) e adubação mineral (0, 50 e 100 %), obteve maiores rendimentos dos frutos por hectare com aplicação das doses mais elevadas de manureira em conjunto com 100% da adubação mineral recomendada para a cultura.

Figura 3. Médias da produtividade (A, B) e espessura da parede do fruto (C, D) da pimenta 'Biquinho' sob diferentes proporções de adubo mineral e doses de maniveira, respectivamente, aos 100 dias após o transplante, em Cruz das Almas-BA, 2019.



⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para a EPF não houve diferença entre os tratamentos com 0 e 50 % de adubação mineral, destacando-se a dose de 100 % (Figura 3C). Já a maniveira proporcionou aumento linear, com espessura de 2,7 mm nos tratamentos que receberam 150 m³ ha⁻¹ de maniveira (Figura 3D). Abud et al. (2018) relataram que a espessura da parede do fruto é uma característica importante, principalmente quando se trata de frutos consumidos in natura, porquanto frutos com maiores espessuras configuram-se como mais resistentes aos tratos pós-colheita. Jorge et al. (2018) registraram valores para a espessura da casca de acordo com o estágio de maturação da pimenta 'Biquinho', apresentando o equivalente a 1,30 mm para frutos verdes, 1,80 mm com coloração alaranjada e 2,04 mm para frutos vermelhos, ou seja, totalmente maduros.

Ao analisar o desdobramento da interação para a variável NF (Figura 4A), pôde-se constatar crescimento linear com o aumento das doses de manipueira em função das diferentes proporções de adubo, ocorrendo certo paralelismo entre as três regressões, com menores valores para a dose 0 % e maiores para 100 %. Vieites (1998) não constatou diferença significativa no NF do tomateiro submetido a diferentes doses de manipueira (0, 54 e 108 m³ ha⁻¹) e adubação mineral (0, 50 e 100 %). Para a cultura do pimentão houve uma redução linear no NF com o aumento das doses de manipueira (0, 20, 40, 60 e 80 mL) aplicadas semanalmente nas covas (LIMA; VALENTE, 2017).

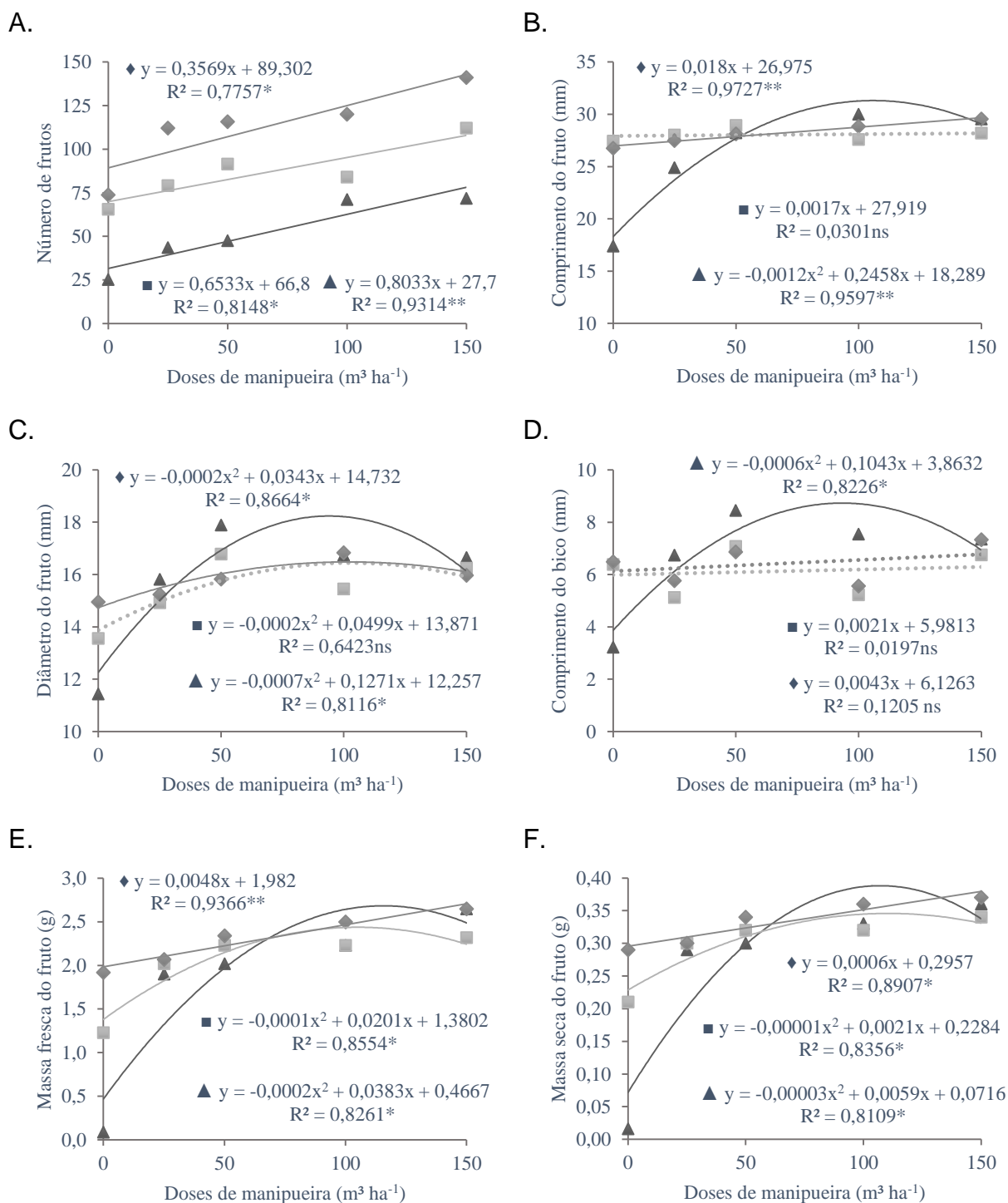
A variável COMP (Figura 4B) apresentou tendência quadrática para os tratamentos na ausência de adubo mineral, com dose ideal estimada em 102 m³ ha⁻¹ de manipueira, e tendência linear para os tratamentos com 100 % da adubação recomendada para a cultura, proporcionando aumento de aproximadamente 0,9 mm para cada dose acrescida. Vieites (1998) observou que os maiores comprimentos para os frutos de tomate foram proporcionados pela aplicação da dose mais elevada (108 m³ ha⁻¹), tanto com aplicação de 100 % da adubação mineral quanto na ausência (0 % adubo mineral), associando esse aumento aos teores de potássio presente na manipueira.

Para o DIAM (Figura 4C) observou-se tendência quadrática para as doses aplicadas em função das diferentes proporções de adubo. De acordo com a derivada da equação de regressão, a dose ideal para aplicação de apenas manipueira foi equivalente a 91 m³ ha⁻¹, para um diâmetro máximo do fruto de 18,0 mm. Para utilização de 100 % da adubação mineral, estimou-se a dose ideal de 86 m³ ha⁻¹, para um diâmetro máximo do fruto de 16,2 mm. Vieites (1998) observou que o diâmetro dos frutos do tomateiro foi influenciado pelas diferentes doses de manipueira, principalmente com aplicação de 108 m³ ha⁻¹ em conjunto com 100 % da adubação mineral recomendada para a cultura. Para a cultura do pimentão, Lima e Valente (2017) observaram tendência quadrática para o diâmetro do fruto, com o aumento das doses de manipueira (0, 20, 40, 60 e 80 mL), com dose ideal equivalente a 16 mL.

O BIC (Figura 4D) foi significativo apenas para a ausência de adubação mineral, apresentando tendência quadrática e dose ideal equivalente a 87 m³ ha⁻¹ de manipueira, com comprimento estimado em 8,4 mm. Estudos realizados por Heinrich

et al. (2015) registraram variação de 1,5 a 6,3 mm no comprimento do bico em progênies autofecundadas de pimenta 'Biquinho' salmão.

Figura 4. Desdobramento da interação em função das doses de manureira com adição de 0 (▲), 50 (■) e 100 % (◆) da adubação mineral recomendada para a cultura da pimenta para as variáveis: número de frutos (A), comprimento do fruto (B), diâmetro do fruto (C), comprimento do bico (D), massa fresca do fruto (E) e massa seca do fruto (F) aos 100 dias após o transplante, em Cruz das Almas-BA, 2019.



A MFF (Figura 4E) foi influenciada pelas diferentes doses de manipueira e proporções de adubação mineral. Observou-se tendência linear para os tratamentos submetidos a 100 % da adubação mineral, com incremento médio de 0,18 g com o aumento das doses, e quadrática para 0 e 50 % de adubação mineral, com dose ideal de 100 m³ ha⁻¹ de manipueira, com MFF de 2,47 e 2,39 g, respectivamente. Abud et al. (2018) obtiveram MFF de 1,29 g para a pimenta 'Biquinho', decrescendo à medida que os frutos foram amadurecendo. Bione (2017) obteve MFF equivalente a 1,6 g por fruto maduro no cultivo hidropônico da pimenta 'Biquinho', para o tratamento controle (composto por água de abastecimento e solução nutritiva).

A MSF (Figura 4F) apresentou tendência linear para adubação completa (100 %) e quadrática para 0 e 50 % de adubação mineral. De acordo com a derivada da equação de regressão, para 50 % de adubação mineral a dose ideal foi equivalente a 105 m³ ha⁻¹ de manipueira, proporcionando massa seca equivalente a 0,34 g, e 98 m³ ha⁻¹ para os tratamentos na ausência de adubação mineral, com massa seca estimada em 0,36 g por fruto. Abud et al. (2018) avaliaram o fruto da pimenta 'Biquinho' em diferentes estádios de maturação, com valor médio de 0,18 g por fruto. Esses autores relataram que há perda de água durante a maturação dos frutos pela transpiração, principalmente no fim desse processo, favorecendo a redução do peso dos frutos maduros.

Ao analisar o potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) cultivado com pimenta 'Biquinho', ao final dos 100 dias após o transplântio, foi possível observar que houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) para os tratamentos aplicados (Tabela 5). Contudo, a interação entre adubação mineral e manipueira, foi significativa ($p \leq 0,01$) apenas para a CEes.

O pH do solo apresentou comportamento alcalino, com maior valor para o tratamento sem adição de adubo mineral, equivalendo a 7,86. Contudo, na medida em que foram adicionadas as diferentes proporções de adubação mineral, o pH foi reduzindo, da ordem de 3,6 %, com adição de 50 % de adubação mineral e de 6,2 %, com a adubação completa, em relação ao tratamento com 0 % de adubação mineral (Figura 5A). Em relação à figura 5B, observa-se redução do pH do solo com a aplicação das doses de manipueira de 25, 50 e 100 m³ ha⁻¹; entretanto, a aplicação da dose mais elevada (150 m³ ha⁻¹) proporcionou a elevação do pH do solo. Duarte et al. (2013) explicaram que a elevação do pH do solo com aplicação de

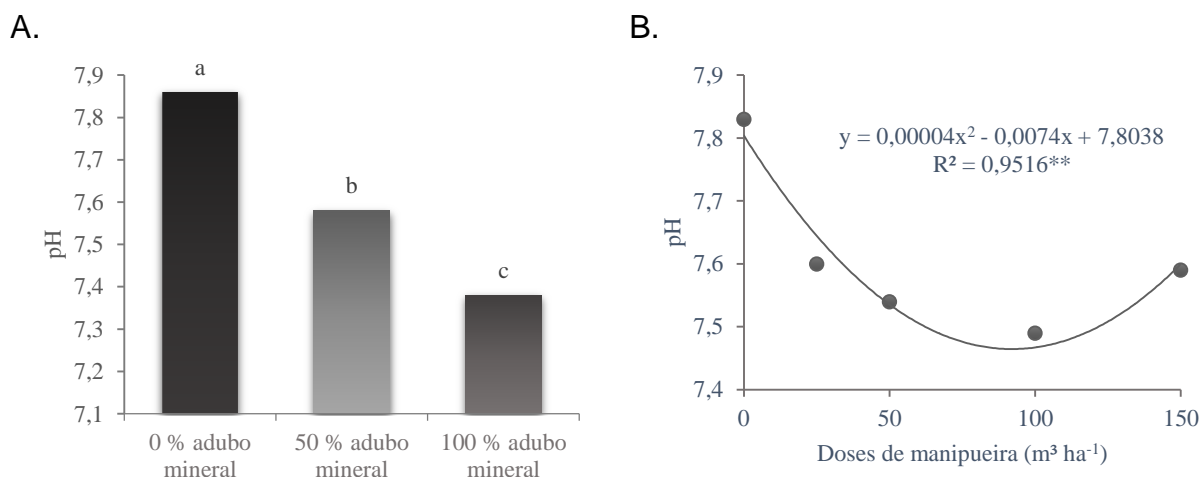
manipueira está associado à adição de cátions trocáveis (K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) presentes no efluente.

Tabela 5. Resumo das análises de variância com respectivos quadrados médios para as variáveis potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do solo cultivado com a pimenta 'Biquinho' sob diferentes proporções de adubação mineral e doses de manipueira, ao final dos 100 dias após o transplante, em Cruz das Almas-BA, 2019.

FV ⁽¹⁾	GL	pH	CEes
Bloco	3	0,08 ^{**} (2)	0,18 ^{NS}
A	2	1,17 ^{**}	37,25 ^{**}
M	4	0,21 ^{**}	8,55 ^{**}
A x M	8	0,02 ^{NS}	3,20 ^{**}
Erro	42	0,01	0,10
Média		7,61	3,95
CV (%)		1,36	8,02

⁽¹⁾FV – fontes de variação, GL – grau de liberdade; A – adubo mineral; M – manipueira; CV – Coeficiente de variação; pH – potencial hidrogeniônico em água; e CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação do solo. ⁽²⁾** – Significativo pelo teste F ($p \leq 0,01$; e NS – não significativo).

Figura 5. Médias do pH do solo cultivado com da pimenta 'Biquinho' sob diferentes proporções de adubo mineral⁽¹⁾ (A) e doses de manipueira (B) ao final dos 100 DAT, em Cruz das Almas-BA, 2019.

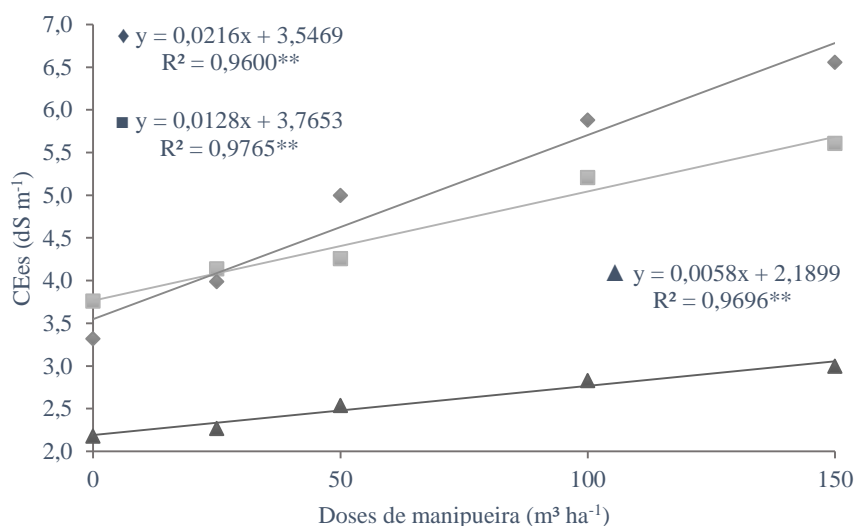


⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A CEes do solo cultivado com a pimenta 'Biquinho' foi influenciada pelas diferentes proporções de adubo mineral e doses de manipueira, conforme exposto pelo desdobramento da interação, seguindo uma tendência linear positiva (Figura 6). Observa-se baixo incremento da CE com o aumento das doses de manipueira para os tratamentos na ausência de adubação mineral, com valor médio de $0,29 \text{ dS m}^{-1}$

para cada 50 m³ ha⁻¹ de manipueira acrescido. Para aplicação conjunta com 50 e 100 % da adubação recomendada para a cultura o incremento médio foi de 0,64 e 1,08 dS m⁻¹, respectivamente, para cada 50 m³ ha⁻¹ de manipueira acrescido. Do mesmo modo, Duarte et al. (2013) e Dantas et al. (2014) observaram aumento linear na CEes dos solos cultivados com alface (0, 5, 15, 25, 45, 65 m³ ha⁻¹) e girassol (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹) sob diferentes doses de manipueira. Os autores relacionaram esse incremento às elevadas concentrações de cátions e ânions (K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, PO₄⁻ e NO₃⁻) na manipueira.

Figura 6. Desdobramento da interação da variável condutividade elétrica do extrato de saturação do solo cultivado com pimenta 'Biquinho' em função das doses de manipueira com adição de 0 (▲), 50 (■) e 100 % (◆) da adubação mineral recomendada para a cultura ao final dos 100 DAT, em Cruz das Almas-BA, 2019.



Pode-se, portanto, considerar que o objetivo previsto no presente trabalho, de avaliar o crescimento e a produção da pimenta 'Biquinho' em função de doses de manipueira e diferentes proporções de adubação mineral foi plenamente atingido.

Com relação à produtividade da pimenta 'Biquinho', não houve interação significativa entre os fatores adubação mineral e manipueira (Tabela 4), com a produtividade sendo máxima com a aplicação isolada de 100 % da adubação mineral (Figura 3A) ou de 150 m³ ha⁻¹ de manipueira (Figura 3B), cujo efeito foi linear positivo; a produtividade máxima nos dois fatores foi aproximadamente a mesma (5,85 t ha⁻¹ para 100 % de adubação mineral e 6,00 t ha⁻¹ para 150 m³ ha⁻¹ de manipueira). O mesmo ocorreu com a espessura da parede do fruto (Tabela 3, Figuras C e D).

Quanto às variáveis componentes da produtividade, a resposta à aplicação da manipueira na ausência de adubação mineral apresentou resposta linear para o comprimento do fruto (Figura 4B) e quadrática para o diâmetro do fruto, comprimento do bico e massas fresca e seca do fruto (Figuras 4C, D, E e F), atingindo valores máximos com doses isoladas de manipueira entre 87 e 150 m³ ha⁻¹; apenas para o número de frutos o valor máximo foi atingido com a aplicação conjunta de 100 % da adubação mineral e 150 m³ ha⁻¹ de manipueira, com a aplicação isolada de manipueira atingindo os menores valores (Figura 4A). Esses dados mostram que as demais variáveis componentes da produtividade compensaram esse último resultado, de forma que a produtividade na presença de adubação mineral foi equivalente à obtida com a aplicação isolada de manipueira.

Assim, pode-se considerar que foi confirmada a hipótese desse capítulo do trabalho, sendo possível utilizar a manipueira como adubo orgânico no cultivo da pimenta 'Biquinho', na dose de 150 m³ ha⁻¹, em substituição parcial ou total da adubação mineral, sendo assim plenamente atingido o seu objetivo.

4. CONCLUSÕES

A aplicação isolada de manipueira, na dose de $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, proporcionou produtividade da pimenta 'Biquinho' equivalente à obtida com a aplicação de 100 % da adubação mineral recomendada para essa cultura, permitindo assim a substituição parcial ou total dessa adubação pela manipueira.

5. REFERÊNCIAS

ABUD, H. F.; ARAUJO, R. F.; PINTO, C. M. F.; ARAUJO, F. E.; ARAUJO, A. V.; SANTOS, J. A. Caracterização morfológica dos frutos de pimentas malagueta e biquinho. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.8, n.2, p.29-39, 2018.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ARAUJO, J. S. P.; LOPES, C. A. **Produção de farinha de mandioca na agricultura familiar**. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 15 p.

ARAÚJO, N. C.; OLIVEIRA, S. J. C.; FERREIRA, T. C.; LIMA, V. L. A.; QUEIROZ, A. J. P.; ARAÚJO, F. A. C. Crescimento e produtividade de milho fertilizado com manipueira como fonte alternativa de nutrientes. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 2, p. 31-35, 2015.

BARRETO, M. T. L.; MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; DUARTE, A. S.; TAVARES, U. E. Desenvolvimento e acúmulo de macronutrientes em plantas de milho biofertilizadas com manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 5, p.487-494, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662014000500004>.

BEZERRA, M. G. S.; SILVA, G. G. C.; DIFANTE, G. S.; EMERENCIANO NETO, J. V.; OLIVEIRA, E. M. M.; OLIVEIRA, L. E. C. Cassava wastewater as organic fertilizer in 'Marandu' grass pasture. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 6, p.404-409, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n6p404-409>.

BIONE, M. A. A. **Cultivo hidropônico de pimenteira 'Biquinho' com águas salobras**. 2017. 119 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2017.

CAMARGO, A. **Efeitos do ácido giberélico no crescimento invernal de dois cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.), sob condições de casa de vegetação.** 1992. 180f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Rio Claro, 1992.

COSTA, C. S. R.; HENZ, G. P. **Pimenta (*Capsicum* spp.).** Brasília: Embrapa, 2007. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/index.html.

COSTA, R. S.; OLIVEIRA, L. K. B.; SANTOS, J. L. G.; AMORIM, A. V.; CÁ, J.; RIBEIRO, M. C. C.; MESQUITA, R. O.; BRAGA, M. M. Evaluation of different organic fertilizers in the sustainable cultivate of coriander. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 6, p. 299-307, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v11n6p299>.

DANTAS, M. S. M.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. S.; SILVA, E. F. F.; PEDROSA, E. M. R.; DANTAS, D. C. Chemical attributes of soil fertilized with cassava mill wastewater and cultivated with sunflower. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p.1-10, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/279312>.

DUARTE, A. S.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. F.; PEDROSA, E. M. R.; ALBUQUERQUE, F. S.; MAGALHÃES, A. G. Alterações dos atributos físicos e químicos de um Neossolo após aplicação de doses de manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p.938-946, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662013000900005>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p.109-112, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542014000200001>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Rio de Janeiro, RJ). **Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da**

produção das lavouras temporárias. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. B. R. e; MONTENEGRO, J. O.; FORMIGA, R. A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H. F. de. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco, Estado da Bahia.** Recife: Embrapa-SNLCS, 1977, v.1, 735 p. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 52).

JORGE, E. V. C.; DAVID, A. M. S. S.; FIGUEIREDO, J. C.; BERNARDINO, D. L. M. P.; SILVA, R. A. N.; ALVES, R. A. Estádio de maturação e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de pimenta biquinho. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 61, p.1-7, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2018.2725>.

JULIÃO, L.; SALES, C. C. N.; RASERA, G. B.; STRANGUETTI, M. P. **Ervas e especiarias:** o complemento que faz toda a diferença. **Hortifruti Brasil**, v. 14, n. 147, p. 10-18, 2015.

HEINRICH, A. G; FERRAZ, R. M; RAGASSI, C. F.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Caracterização e avaliação de progênies autofecundadas de pimenta Biquinho salmão. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 465-470, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620150000400010>.

LIMA, A. S. T.; VALENTE, E. C. N. Uso de manipueira na adubação do pimentão. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2017.

PAGLIARINI, M. K.; CASTILHO, R. M.; MARIANO, F. A. C. Desenvolvimento de mudas de pimenta de bico em diferentes fertilizantes. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 1, p. 35-42, 2014.

PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. L. Pimenta Capsicum: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 108-120, 2013.

PONTE, J. J. **Cartilha da manipueira**: uso do composto como insumo agrícola. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006. 66 p.

RODRIGUES, P. Pimenta: de todos os sabores e gostos. In: SNA. Sociedade Nacional de Agricultura (Rio de Janeiro, RJ). **A lavoura**: variedades para diversos nichos de mercado. Rio de Janeiro: 2016. p. 8-25.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 531p.

SCHLICHTING, A. F.; BONFIM-SILVA, E. D.; SILVA, M. C.; PIETRO-SOUZA, W.; SILVA, T. J. A.; FARIAS, L. N. Efficiency of portable chlorophyll meters in assessing the nutritional status of wheat plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 12, p.1148-1151, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1148-1151>.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Pimenta Biquinho**: 7 dicas para ter sucesso no cultivo da hortaliça. Santa Catarina: SENAR, 2017. Disponível em: <http://www2.senar.com.br/Noticias/Detalhe/8861>.

SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília: Embrapa, 2017. 575 p.

VIEITES, R. L. Efeitos da adubação com manipueira sobre o rendimento e qualidade dos frutos de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n. 8, p.1239-1243, 1998.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos aqui apresentados permitem considerar que a maioria das hipóteses e objetivos da pesquisa foi atingida.

Os resultados obtidos mostraram que os atributos K, Ca, CE, TDS, P e N foram os mais representativos na distinção das diferentes amostras de manipueira. Outro resultado relevante foi a possibilidade de estimar dos teores de K, Ca e o TDS a partir da medida de CE da manipueira, que pode ser feita por meio de equipamentos de fácil acesso e manuseio, utilizando leitores portáteis de condutividade elétrica, proporcionando aos produtores e pesquisadores a avaliação da qualidade do efluente antes da sua utilização.

As áreas de cultivo de mandioca avaliadas no Município de São Felipe-BA encontravam-se, em sua maioria, fora das condições ideais para a produção de mandioca, caracterizando-se como solos de baixa fertilidade química. Além disso, foi possível observar que as diferentes condições de cultivo não se configuraram como fator determinante na qualidade da manipueira.

Os resultados obtidos permitiram mostrar que a manipueira influenciou positivamente na produção de coentro 'Verdão'. Contudo, a aplicação de apenas manipueira (ausência de esterco bovino) apresentou tendência linear para a maioria das variáveis analisadas. Assim, recomenda-se, em estudos futuros, testar doses mais elevadas de manipueira para avaliar se ela poderá suprir integralmente a demanda nutricional do coentro.

Do mesmo modo, a pimenta 'Biquinho' apresentou tendência linear com a aplicação das diferentes doses de manipueira para a maioria das variáveis analisadas, necessitando avaliar doses mais elevadas de manipueira. Recomenda-se ainda a aplicação de doses fracionadas ao longo do ciclo da pimenta, sobretudo na fase de florescimento e frutificação, porquanto as plantas mostraram sinais de deficiência nutricional ao final do ciclo.

Apesar da relevante agregação de conhecimento atingida neste trabalho é evidente que pesquisas sobre o tema manipueira ainda não estão esgotadas.

Uma demanda complementar é levar para agricultores familiares produtores de mandioca e de farinha as possibilidades de aproveitamento desse efluente, gerando renda e reduzindo o impacto ambiental. Uma cartilha simples e prática relatando os resultados ora obtidos está sendo elaborada, para divulgação a esse público, o mais amplamente possível.