

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E QUALIDADE DE  
ECOSSISTEMAS**

**CRESCIMENTO INICIAL DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA E  
QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO SUBSTRATO DE CULTIVO  
SOB DOSES DE MANIPUEIRA**

**JOÃO DA LUZ SILVA VIEIRA**

**CRUZ DAS ALMAS-BAHIA  
JUNHO 2021**

**CRESCIMENTO INICIAL DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA E QUALIDADE  
FÍSICO-QUÍMICA DO SUBSTRATO DE CULTIVO SOB DOSES DE  
MANIPUEIRA**

**JOÃO DA LUZ SILVA VIEIRA**

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal de São João Del-Rei, 2019

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas.

**Orientador:** Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega

**Co-orientadora:** Prof. Dr<sup>a</sup>. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**

**JUNHO DE 2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

V658c	<p>Vieira, João da Luz Silva.</p> <p>Crescimento inicial de genótipos de mandioca e qualidade físico-química do substrato de cultivo sob doses de manipueira / João da Luz Silva Vieira._ Cruz das Almas, Bahia, 2021. 44f.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas. Orientador: Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega. Coorientadora: Prof. Dra. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega.</p> <p>1.Mandioca – Cultivo. 2.Solo – Adubação orgânica. 3.Manipueira – Águas residuais – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 633.682</p>
-------	--

Ficha elaborada pela Biblioteca Central de Cruz das Almas - UFRB.

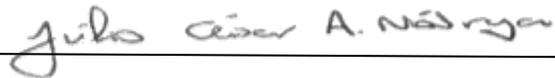
Responsável pela Elaboração - Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).

*(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 SOLOS E QUALIDADE DE  
ECOSISTEMAS**

**CRESCIMENTO INICIAL DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA E QUALIDADE  
FÍSICO-QUÍMICA DO SUBSTRATO DE CULTIVO SOB DOSES DE  
MANIPUEIRA**

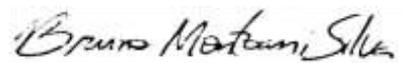
COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE JOÃO DA  
LUZ SILVA VIEIRA



Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega (Orientador)  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof. Dr. Bruno Montoani Silva  
Universidade Federal de Lavras



Prof. Dr. Julian Júnior de Jesus Lacerda  
Universidade Federal do Piauí

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas em \_\_\_\_\_, conferindo o Grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas em \_\_\_\_\_.

A minha família que esteve comigo, em especial minha mãe e minhas irmãs pelo amor, carinho e fraternidade nos momentos vividos.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

No término desse trabalho, agradeço a Deus todo poderoso, pelo dom da vida e salvação. Obrigado por me manter escalado nos momentos que pensei que seria impossível seguir com o mestrado. Eis e sempre será a minha orientação e meu refúgio.

Aos meus pais, Eliseu e Maria Madalena por ser a minha maior fonte de inspiração. Gratidão pela base forte e por me passar os melhores valores e virtudes dessa vida. Graças a vocês me tornei essa pessoa otimista e resiliente, preservando sempre o amor e o cuidado com o próximo.

Aos meus amados irmãos, em especial, Safira, Benild, Jacky, Belani e Tatiana que mesmo distante, sempre acreditaram no meu potencial e emanciparam energias boas nos momentos de alegria e aflição. Um carinho especial a minha tia Teresa Lopes por todas as conversas de ânimo e apoio. Aos meus amados sobrinhos por sempre me alegrarem com muito amor e pureza.

Aos meus colegas da pós-graduação, Juracy, Juliana, Taíse, Audrey, Luíse e aos demais, obrigado pelos momentos de troca e auxílio durante o mestrado.

Aos meus amigos do coração, Keven Mascarenhas, Héder Sanches, Katiza Reis e Ciolanda Ribeiro (*in memoriam*) que há muito tempo conquistei e que até hoje permanece o vínculo de respeito e muito amor. À Caliane, Gilson e Paulo Gabriel por todo companheirismo e amizade durante esse percurso em Cruz das Almas. À Caliane, Juliana, Juracy, Lara e funcionários da fazenda experimental, que auxiliaram na condução e na instalação do experimento.

Aos meus amigos que conquistei durante meu percurso acadêmico, em especial, Jennifer Alves, Taís Torres e José Ricardo, vocês foram luzes no meu caminho.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/ *Campus* Cruz das Almas (UFRB) e aos grandes mestres do Programa de Pós-Graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas por me auxiliar durante esses anos de estudos, me proporcionando conhecimentos valiosos e experiências para a minha evolução como profissional. Em especial, aos meus orientadores, Professor Júlio César Azevedo Nóbrega e Professora Rafaela Simão Abrahão Nóbrega pela orientação, conselho e ajuda durante meu percurso acadêmico.

Ao Dr. Eder Jorge de Oliveira pela cessão dos genótipos de mandioca para realização da pesquisa.

Aos membros da banca de defesa do trabalho de dissertação Dr. Bruno Mantoani Silva e Julian Junio de Jesus Lacerda pelas correções e sugestões no trabalho.

À Profa Ana Cristina Fermino Soares que foi a percursora dessa vitória e toda a sua família, pelo carinho, assistência e muito afeto demonstrado.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa de mestrado.

A todos que de alguma forma participaram da minha vida acadêmica, a minha gratidão.

## RESUMO

Objetivou-se verificar o efeito da aplicação de manipueira na melhoria dos atributos de um Latossolo Amarelo distrocoeso típico submetido à adubação orgânica no desenvolvimento da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na região dos Tabuleiros Costeiros da Bahia. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no período de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 6$  (tipos de genótipo: BRS Mulatinha (MT) e BRS Kiriris (KR) diluições de manipueira: 0; 20; 40; 60; 80 e 100 %, com dez repetições. No primeiro ensaio avaliou-se a influência da manipueira na promoção de crescimento da mandioca, submetido a diferentes níveis de concentração (0, 20, 40, 60, 80 e 100%), no município de Cruz das Almas, BA. A adição de água residuária promoveu efeito quadrático decrescente em todas as variáveis de crescimento da planta. O maior Índice de Qualidade de Dickson foi obtida com dose estimada de 63 e 62 % para o G1 e G2 respectivamente, a qual promove maior qualidade de mudas-sementes. No segundo ensaio mensurou-se o efeito da manipueira nos atributos físicos (grau de floculação e argila dispersa em água) e químicos (pH em água, KCl, delta pH e condutividade elétrica do solo) do substrato. O uso de manipueira no substrato de cultivo reduz a quantidade de argila dispersa e eleva o índice de floculação das partículas, condicionando melhor qualidade física ao substrato de cultivo. Os valores de pH e delta pH negativo foram elevados pela adição de doses de manipueira, elevando com isso a maior retenção e disponibilidade de nutrientes as plantas de mandioca.

**Palavras-chave:** água residuária, atributos do solo, *Manihot esculenta*, promoção de crescimento.

## ABSTRACT

The objective of this study was to verify the effect of cassava application in improving the attributes of a typical dystrocohesive Yellow Latosol submitted to organic fertilization in the development of the cassava crop (*Manihot esculenta* Crantz) in the region of Tabuleiros Costeiros in Bahia. The experiment was carried out in a protected environment from December 2020 to February 2021. The experimental design was completely randomized in a  $2 \times 6$  factorial scheme (genotype types: BRS Mulatinha (MT) and BRS Kiriris (KR) cassava concentration: 0, 20, 40, 60, 80 and 100%), with ten replications. In the first trial, the influence of cassava plant on the growth promotion of cassava was evaluated, submitted to different dilution levels (0, 20, 40, 60, 80 and 100%), in Cruz das Almas, BA. The addition of wastewater promoted a decreasing quadratic effect on all plant growth variables. The highest Dickson Quality Index was obtained with an estimated dose of 63 and 62% for G1 and G2 respectively, which promotes higher quality of seedlings. In the second trial, the effect of manipueira on the physical (flocculation degree and clay dispersed in water) and chemical (pH in water, KCl, delta pH and electrical conductivity of the soil) attributes of the substrate were measured. The use of manipueira in the cultivation substrate reduces the amount of dispersed clay and increases the flocculation index of the particles, improving the physical quality of the cultivation substrate. The negative pH and delta pH values were increased by the addition of manipueira doses, thus increasing the retention and availability of nutrients in cassava plants.

**Key words:** wastewater, soil attributes, *Manihot esculenta*, growth promotion.

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1.</b> Caracterização físico-química do composto orgânico elaborado a partir de esterco bovinos, caprinos e podas de árvores -----	19
<b>Tabela 2.</b> Características físicas e químicas do solo antes do cultivo -----	20
<b>Tabela 3.</b> Características físicas e químicas das diluições de manipueira antes da aplicação -----	20
<b>Tabela 4.</b> Análise de nutrientes contidas na manipueira em diferentes experimentos----- -----	21
<b>Tabela 5.</b> Resumo da ANOVA para AP, DC, NF, MSPA, MSR, MST, CLA, CLB, CLT e IQD dos genótipos de mandioca sob diferentes concentrações de manipueira-----	23
<b>Tabela 6.</b> Resumo da ANOVA para pH em H <sub>2</sub> O, KCl, delta pH, condutividade elétrica (CE), Argila dispersa em água (ADA) e Grau de floculação (GF) dos substratos com genótipos de mandioca sob diferentes concentrações de manipueira-----	28

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização da área experimental Cruz das Almas- Bahia, Brasil -----	18
<b>Figura 2.</b> Altura da planta, AP (A); Diâmetro do caule, DC (B); Número de folhas, NF (C); Massa seca da parte aérea, MSPA (D); Massa seca da raiz, MSR (E) e Massa seca total, MST (F) dos genótipos de Manihot esculenta cultivadas em diferentes níveis de diluições com manipueira-----	26
<b>Figura 3.</b> Índice de clorofila a, CLA (A); Índice de clorofila b, CLB (B); Índice de clorofila total, CLT (C) e Índice de qualidade de Dickson dos genótipos de Manihot esculenta cultivadas em diferentes níveis de diluições com manipueira-----	27
<b>Figura 4.</b> pH em H <sub>2</sub> O (A); KCl (B); delta pH (C) e condutividade elétrica do solo (CE) (D) dos substratos com genótipos de Manihot esculenta cultivadas em diferentes níveis de diluições com manipueira -----	30

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> -----	06
<b>ABSTRACT</b> -----	07
<b>1. INTRODUÇÃO</b> -----	10
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> -----	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> -----	18
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> -----	24
<b>5. CONCLUSÃO</b> -----	31
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> -----	32

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional associado ao avanço nos sistemas de produção e o consumo excessivo dos insumos agrícolas geram enormes quantidades de resíduos que agravam os problemas ambientais em escala global (DANTAS et al., 2017). Diante das dificuldades encontradas no manejo dos resíduos agroindustriais, o reaproveitamento vem sendo considerado um instrumento de gestão inovador nas propriedades rurais, cuja característica principal é proteger os recursos naturais existentes e promover maior eficiência das atividades agrícolas (MAGALHÃES et al., 2014).

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) está entre os alimentos básicos mais populares e baratos do mundo, sendo considerada a principal fonte de carboidrato para mais de 800 milhões de pessoas, sobretudo, nos países em desenvolvimento (FAO, 2016). A produção global de mandioca em 2019 ficou em 304 milhões de toneladas ano<sup>-1</sup> de raízes não processadas. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de mandioca, totalizando 19 milhões de toneladas, o que representa uma produtividade de 12,36 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2019).

Durante seu processamento diversos tipos de resíduos são gerados (CARVALHO et al., 2018). Dos resíduos sólidos e líquidos resultantes do processamento da mandioca, é comprovado que o resíduo líquido, popularmente conhecido como ‘manipueira’ é o causador de danos mais graves ao meio ambiente devido à forte carga orgânica que libera linamarina, um glicosídeo cianogênico altamente tóxico (UBALUA, 2007; DUARTE et al., 2013; MAGALHÃES et al., 2014; CARVALHO et al., 2018; FERNANDES et al., 2019).

A manipueira é o principal resíduo do processamento da mandioca e possui aspecto de um líquido leitoso, de cor amarela claro, obtido da prensagem das raízes da mandioca, para a produção de amido ou farinha. Apresenta alta concentração de N, P, K, Ca, Mg e S, além de Fe e outros micronutrientes (MARINI e MARINHO, 2011; DUARTE et al., 2013). Segundo alguns autores (FERREIRA et al., 2001; WOSIACKI e CEREDA, 2002), são gerados cerca de 250 litros de manipueira por tonelada de mandioca beneficiada nas fecularias, este valor aumenta para 600 litros de efluente quando diluído, devido à adição de água durante sua produção.

No sentido de dar uma destinação adequada, vários estudos vem demonstrando o efeito positivo do uso da manipueira na nutrição de plantas (FERREIRA et al., 2001; BARRETO et al., 2014; MAGALHÃES et al., 2014; SILVA et al., 2015; DANTAS et

al., 2017) e nos atributos do solo, tais como o aumento nos níveis de P e de cátions trocáveis, a diminuição da argila dispersa em água, condutividade elétrica, aumento do pH, saturação por bases e no grau de floculação da argila (UBALUA et al., 2007; BEZERA et al., 2019; FERNANDES et al., 2019). Barreto et al. (2014), avaliando o desenvolvimento vegetativo e o acúmulo de macronutrientes em plantas de milho em dois solos de texturas distintas, submetido a doses de manipueira, verificaram aumento do conteúdo de massa fresca, teor de N e K da parte aérea das plantas, mas também redução na altura das plantas e teor de Mg na parte aérea, enquanto Diniz et al. (2016) verificaram aumento na produção de mandioca com a aplicação da manipueira pura e diluída, com acréscimo de 8,2 e 11,7 t ha<sup>-1</sup> de raízes, respectivamente, em relação ao tratamento adubado somente com fertilizantes minerais (7,1 t ha<sup>-1</sup> de raízes).

Considerando a hipótese de que a manipueira pode ser utilizado como fertilizante orgânico em solos de baixa fertilidade podendo ser uma alternativa para melhoria de seus atributos e do estado nutricional da planta, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de manipueira na melhoria dos atributos de um Latossolo Amarelo distrocoeso típico e o desenvolvimento da cultura da mandioca na região dos Tabuleiros Costeiros da Bahia, Nordeste do Brasil.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura da mandioca

A mandioca é uma cultura tuberosa comestível, de origem sul-americana, cultivada em vários países do mundo, incluindo o Brasil. Pertence à divisão Magnoliophyta e família Euphorbiaceae, sendo caracterizada como um semi-arbustivo lenhoso, com 1 a 5 m de altura, com poucas ramificações, tendo as folhas coloração verde escura e sua multiplicação se dá por segmentos do caule, ramos ou estacas (ALVES et al., 2009). As raízes de mandioca são revestidas com uma fina casca fibrosa marrom avermelhada e apresentam diâmetro médio de 10 cm e comprimento, entre 20 a 40 cm (USDA, 2009; FAO, 2013).

Devido à sua adaptabilidade a vários climas e tipos de solos, a mandioca requer poucos insumos, tempo e trabalho para seu cultivo, sendo tradicionalmente associada a pequenas propriedades rurais (SOARES et al., 2008; LATIF e MULLER, 2015). Do ponto de vista socioeconômico, a mandioca é a quinta cultura mais importante do mundo, com uma produção de 304 milhões de toneladas ano<sup>-1</sup> de raízes não processadas, com isso, a cultura configura-se como uma das principais fontes de calorias nos trópicos (FAO, 2016, 2019).

A mandioca é uma cultura de clima quente e úmido, tolerante à seca e a condições de baixa fertilidade do solo. Apresenta uma faixa de temperatura ideal variando de 20 a 27°C, com 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).

A produção nacional de mandioca na safra de 2020 foi equivalente a 19 milhões de toneladas. A Região Nordeste do Brasil é a segunda maior produtora de mandioca, tendo produzido quase 5.172.156 de toneladas, representando 25,1% da produção nacional. Entretanto, apresenta baixa eficiência produtiva, ou seja, os menores índices de rendimento de mandioca produzida, cerca de 9.828,53 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2016). No Brasil, a baixa produtividade da mandioca pode estar relacionada com a falta de variedades adaptadas a determinadas regiões de cultivo, manejo inadequado do solo e da cultura e, ou baixo nível tecnológico de produção, bem como o cultivo em regiões com precipitação menor que o limite mínimo adequado para a cultura (LOPES, 2006). A Bahia é a maior produtora de mandioca da Região Nordeste, ocupando a sexta posição no ranking

nacional, ficando atrás do Pará, líder em produção, Paraná, São Paulo e Amazonas, com produção equivalente a 963.000 toneladas na safra de 2020 (IBGE, 2021).

No contexto geral, a mandioca é utilizada para os mais diversos fins, sobretudo na alimentação humana, destacando-se a produção de raízes tuberosas comestíveis, produção de farinha, fécula e alimentação animal. Destaca-se também sua utilização nas indústrias farmacêuticas, têxteis e bebidas, dentre outras. Na Região Nordeste, a raspa e a parte aérea da mandioca são utilizadas para alimentar os animais em período de pouca oferta de forragem ou para novos plantios (SOUZA et al., 2009; SEBRAE, 2012; FAO, 2013; JALA et al., 2019).

A mandioca contém cerca de 65% de água nas raízes, com aproximadamente 35% de fécula. Nas fábricas de farinha de mandioca, a prensagem da massa produz cerca de 250 L de manipueira por tonelada de raiz, enquanto nas fecularias, este valor aumenta para 600 L de efluente quando diluído, devido à adição de água durante sua produção (FERREIRA, 2001; WOSIACKI e CEREDA, 2002). A manipueira é altamente poluente, devido sua elevada carga orgânica, além disso, apresenta toxicidade devido o seu conteúdo em ácido cianídrico, porém, a procura de alternativas para a utilização desse resíduo nos últimos anos, tem sido o foco de muitas pesquisas.

A composição da manipueira varia de acordo com o teor de ácido cianídrico (HCN) da raiz, cultivar de mandioca utilizada no processamento, condições de crescimento, escalas de processamento e métodos de extração (CEREDA e MATTOS, 1996; FAO, 2004). Apesar de seu potencial poluidor, 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, alterações em atributos físicos e químicos do solo, devido às elevadas concentrações de nutrientes, bem como odores desagradáveis na circunvizinhança (IZAH et al., 2018). Outra característica relevante da manipueira é a presença do HCN, composto tóxico presente na mandioca que pode provocar a morte de animais e plantas, quando se utiliza a mesma logo após a prensagem (FAO, 2004; SANTOS, 2009).

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, compostagem, produção de bioenergia, fabricação de tijolos, adsorção de metais pesados, adsorção de biossurfactantes e adubo orgânico (UBALUA, 2007; SANTOS, 2009; RIBAS et al., 2010; DUARTE et al., 2012; DANTAS

et al., 2015; FERREIRA et al., 2015; BEZERRA e BEZERRA, 2016; DINIZ et al., 2016; BEZERRA et al., 2017; IZAH et al., 2018).

## **2.2 Exigências nutricionais da cultura da mandioca**

A mandioca absorve e exporta quantidades significativas de nutrientes do solo, o que confere aos solos cultivados baixo retorno nutricional (CARVALHO et al., 2007; JALA, 2019). O K e o N são os nutrientes mais requeridos pela cultura da mandioca, no entanto, a demanda nutricional da mesma pode variar de acordo com a variedade e locais de plantio (PIZETTA et al., 2001). Os nutrientes extraídos pela mandioca em ordem decrescente são o K (146 kg ha<sup>-1</sup>), N (123 kg ha<sup>-1</sup>), Ca (46 kg ha<sup>-1</sup>), P (27 kg ha<sup>-1</sup>) e Mg (20 kg ha<sup>-1</sup>) para uma produção média de 25 t ha<sup>-1</sup> (SOUZA et al., 2009).

De acordo com Howeler (1991), cerca de 34% do N, 60% do P e 60% do K absorvidos são encontrados nas raízes da mandioca. Contudo, a redistribuição desses nutrientes nas demais partes da planta ocorre de forma distinta, sendo que, ao final do ciclo, as raízes da mandioca acumulam nutrientes na seguinte ordem  $K > N > Ca > P > Mg$ , enquanto que as folhas e hastes da planta apresentam altas concentrações de N e Ca (HOWELER, 2002).

O N é um dos nutrientes mais demandados pela cultura da mandioca, pois influencia nos processos fisiológicos essenciais para manutenção da vida vegetal, a exemplo da formação de compostos importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, com destaque para as proteínas e as clorofilas. Com isso, a aplicação de nutrientes ricos em N possibilita o crescimento das plantas, massa total da parte aérea, produtividade de raízes tuberosas e rendimento de farinha (BASI et al., 2011). A falta de N acarreta amarelecimento das folhas, além de diminuir o tamanho e a produtividade de raízes (TERNES, 2002; CARDOSO JÚNIOR et al., 2005; AYOOLA e MAKINDE, 2007; DEVIDE et al., 2009).

O P, apesar de não ser extraído em grandes quantidades pela cultura da mandioca é considerado um dos nutrientes mais importantes para seu cultivo (MIRANDA et al., 2005) em solos tropicais, normalmente, pobre em P (VINHA et al., 2021). O nutriente é fundamental para o aumento da produção de raízes, pois consegue participar do processo de fosforilação a síntese do amido (GOMES, 1987), enquanto o K auxilia no processo de translocação dos carboidratos, que são realizados nas folhas e acumulados nas raízes, sendo assim, tem relação direta no rendimento de matéria seca total. A deficiência do K acarreta ramificação excessiva, causando menor produção de parte aérea e formação de

entrenós e pecíolos curtos. Dessa forma, as folhas ficam pequenas, além de minimizar a produtividade das raízes (ALVES e SILVA, 2003).

As recomendações históricas de uso do solo para a cultura da mandioca variam conforme a composição química do solo e espaçamento da cultura no campo. Souza et al. (2009) recomendam a aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N; 20 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 20 a 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; 0,3 a 1,0 kg ha<sup>-1</sup> de boro (B); 0,3 a 1,0 kg ha<sup>-1</sup> de cobre (Cu); 0,8 a 5,0 kg ha<sup>-1</sup> de manganês (Mn) e 0,8 a 4,0 kg ha<sup>-1</sup> de zinco (Zn), para solos de textura argilo-arenosa, visando 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%.

A FAO (2004) recomenda a utilização conjunta de adubos minerais e orgânicos, com aplicação de 5 t ha<sup>-1</sup> de esterco animal, juntamente com fertilizantes minerais com alto teor de K. A adubação orgânica permite aumentos na capacidade de troca catiônica (CTC), N (MANTOVANI et al., 2005), P (ROCHA et al., 2004) e K. Makinde e Ayoola (2008) verificaram efeitos positivos do uso de adubos orgânicos no cultivo da mandioca em campo, com aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino + dejetos domésticos, por um período de 2 anos em Luvisolo Plíntico. Segundo Fialho et al. (2017) os adubos orgânicos mais utilizados no cultivo da mandioca são o esterco bovino, cama de frango, cama de galinha, compostos e tortas oleaginosas. Estudos apresentados por Jala et al. (2019) demonstraram que os estercos bovino, caprino e podas de árvores foram capazes de estimular o crescimento das manivas semente de genótipos de mandioca.

### **2.3 Manipueira: caracterização e potencial de uso como fertilizante**

A fabricação da farinha de mandioca produz diversos tipos de resíduos (CARVALHO et al., 2018). As quantidades de resíduos variam conforme o método de processamento empregado e o porte do empreendimento. 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 e LOPES, 2009). Esses resíduos podem ser utilizados como forragem, substratos sólidos para fermentação ou biodigestos para produção de energia (MARTINEZ-BURGOS et al., 2019; MARTINEZ-BURGOS et al., 2021).

A manipueira é obtida no final do processo industrial e configura-se como o principal problema ambiental do processamento da mandioca (ARAUJO e LOPES, 2009). Segundo Santos (2009), a manipueira apresenta potencial poluidor 25 vezes superior ao efluente de esgoto doméstico. Apresenta-se fisicamente na forma de

suspensão e, quimicamente, como uma miscelânea de compostos, contendo goma (5-7%), glicose e outros açúcares, proteínas etc, muitos dos quais tóxico para às plantas (UBALUA, 2007; DUARTE et al., 2013; MAGALHÃES et al., 2014; CARVALHO et al., 2018; FERNANDES et al., 2019). Além disso, o resíduo líquido da mandioca apresenta, elevado teor de matéria orgânica e de nutrientes como N, P, K, Ca e Mg, configurando-se como alternativa vantajosa e promissora para o suprimento da demanda nutricional das plantas (RIBAS et al., 2010; DANTAS et al., 2015). Destaca se também sua utilização em diversos estudos como nematicida, miticida, fungicida, bactericida, herbicida etc. (NASU et al., 2015).

No solo, a manipueira pode ocasionar alterações nos atributos físicos-químicos devido à concentração de seus constituintes. Silva Júnior (2012), observou que a utilização de manipueira como fertilizante, na dose de 6,0 L sem fertilização mineral e de 2,0; 4,0 e 6,0 L com fertilizante mineral, apresentou baixo incremento nos teores de  $K^+$ , P, H+Al e  $Al^{3+}$  no solo e um bom incremento nos teores de  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$  e V%. Bezerra (2019), avaliando os efeitos da manipueira sobre os atributos químicos do solo cultivado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observou aumento nos teores de P e  $K^+$ , no entanto, constatou redução dos teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , além de redução da matéria orgânica do solo. Outros estudos têm também abordado o aproveitamento dos constituintes da manipueira como fertilizante orgânico em culturas de importância econômica: alface (DUARTE et al., 2012), pimentão (LIMA e VALENTE, 2017), milho (BARRETO et al., 2014; ARAÚJO et al., 2015) e braquiária (BEZERRA et al., 2017).

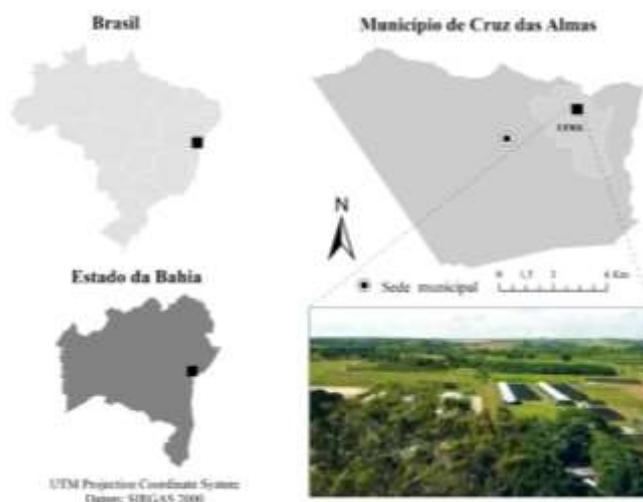
Para alguns atributos físicos do solo, o efeito da manipueira na argila dispersa em água e grau de floculação de partículas também tem sido relatado (SALTON et al., 2008; FERREIRA et al., 2010; DUARTE et al. (2013). Sabe se que a floculação de partículas é condição essencial para a agregação do solo, com isso, o aumento da floculação de partículas pelo uso da manipueira poderá exercer efeito positivo na melhoria das condições estruturais dos solos.

Aumento na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) foi observado por Diniz et al. (2016), com aplicação da manipueira, com acréscimo de 8,2 e 11,7 t ha<sup>-1</sup> de raízes, respectivamente, em relação ao tratamento adubado com fertilizantes minerais (7,1 t ha<sup>-1</sup> de raízes). Em feijão (*Phaseolus vulgaris*) fertirrigado com adubo mineral, urina humana e manipueira (85 L divididos em 10 aplicações). Araújo et al. (2015) verificaram que as águas residuais da urina e da mandioca aplicadas pela fertirrigação têm potencial para atender às necessidades da cultura.

Na cultura do girassol (*Helianthus annuus*), estudos mostram que a fertilização com manipueira contribui para o estado nutricional da planta. Pesquisa realizada por Dantas et al. (2015), constataram que o uso de manipueira proporcionou maior crescimento das plantas, com aumento no número de folhas, massas fresca e seca de folhas, caule e capítulo. Em pesquisas mais recentes, Dantas et al. (2017) obtiveram aumento significativo no acúmulo de massa fresca e seca na parte aérea, teores de N, P e K, bem como na produtividade de grãos e óleo do girassol, com aplicação de água residuária de manipueira, enquanto, Ferreira et al. (2015) reportaram maior acúmulo de fitomassa seca da planta, porém sem aumento na produtividade.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre dezembro de 2020 e fevereiro de 2021, na área de experimentação vegetal (CAMPEV) do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas, Bahia, inserido nas coordenadas 12° 39' 26" S e 39° 05' 00" W, altitude de 214 m.



**Figura 1:** Localização da área experimental Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AW (tropical quente e úmido, com estação chuvosa e seca). A precipitação média anual, conforme dados históricos de 1971 à 2010 é de 1.131,2 mm (SILVA et al., 2016). No período do experimento, a estação agroclimatológica da UFRB registrou temperatura média de 25,8°C (máxima de 27,5°C e mínima de 24,5°C). A umidade relativa média do ar foi de 81,13% e sem presença de chuva.

Os tratamentos foram consistituidos por seis concentrações de manipueira: 0, 20, 40, 60, 80 e 100% (Manipueira:água) e dois genótipos de mandioca: BRS Mulatinha (G1) e BRS Kiriris (G2) em delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições. As concentrações de manipueira foram aplicadas em substrato constituído por amostras de Latossolo Amarelo distrocoeso Típico (LAdT) (EMBRAPA, 2018), em mistura com composto orgânico (50:50). A análise do composto orgânico elaborado com esterco bovino, caprino e podas de árvore encontra se na tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização físico-química do composto orgânico elaborado a partir de esterco bovino, caprino e podas de árvores.

<b>Determinações</b>	<b>Unidade</b>
pH (CaCl <sub>2</sub> 0,01 M)	7,6
Umidade (Resíduo Orgânico) 60 - 65°C	0,11%
Matéria Orgânica Total (Combustão)	13,96%
Nitrogênio Total	0,60%
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) Total	1,36%
Potássio (K <sub>2</sub> O) Total	0,75%
Cálcio (Ca) Total	0,98 %
Magnésio (Mg) Total	0,21 %
Enxofre (S) Total	0,07 %
Relação C/N	9,0
Cobre (Cu) Total	2 mg kg <sup>-1</sup>
Manganês (Mn) Total	200 mg kg <sup>-1</sup>
Zinco (Zn) Total	85 mg kg <sup>-1</sup>
Ferro (Fe) Total	10089 mg kg <sup>-1</sup>
Boro (B) Total	5 mg kg <sup>-1</sup>
Sódio (Na) Total	1274 mg kg <sup>-1</sup>

Métodos CaCl<sub>2</sub> 0,01 M pH; Matéria orgânica total e resíduo mineral na combustão em mufla; potássio (K<sub>2</sub>O), cálcio (Ca), magnésio (Mg) por espectrofotômetro de absorção atômica, extraído com CH 11 + 1; nitrogênio total, digestão sulfúrica (Kjeldahl); carbono por oxidação de dicromato seguida por titulação; fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): Extração com HCl 1 + 1, determinado por espectrofotômetro (leitura no comprimento de onda de 430 nm) pelo método com solução vanadomolibdica; enxofre (S) Gravimétrico Sulfato de Bário; ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), sódio (Na) para um espectrofotômetro de absorção atômica extraído com HCl 1 + 1. Boro (B) com espectrofotômetro Azometina H monossódica. (Ref.: Manual de analítica oficial métodos para fertilizantes e calcário. MAPA, 2013).

Para caracterização físico-química do solo, as amostras foram secas ao ar, destorroadas, peneiradas em malha de 2,0 mm e encaminhadas para os Laboratórios de Fertilidade de Solo e de Física do Solo da UFRB, *Campus* Cruz das Almas, BA. O resultado da caracterização física e química do solo encontra-se na tabela 2.

**Tabela 2.** Características físicas e químicas do solo antes do cultivo

Parâmetros	Teor
Areia/Silte/Argila (g kg <sup>-1</sup> )	514/104/382
ADA/GF (g kg <sup>-1</sup> )	94/193
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,13
pH H <sub>2</sub> O/ pH KCl/ ΔpH	5,0/4,0/-1,1
MO (g kg <sup>-1</sup> )	14,3
P (mg dm <sup>-3</sup> )	0,04
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	39,1
Ca <sup>+2</sup> /Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,7/0,6
V (%)	40,81
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,9
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,31
T	3,21

Argila Dispersa em água(ADA); Grau de floculação (GF); Condutividade elétrica do solo (CE); Matéria orgânica (MO); potencial hidrogeniônico (pH) e CTC potencial (T).

O solo utilizado na confecção do substrato foi seco ao ar, destorroado e tamizado em peneira com malha de 4,0 mm, juntamente com o composto orgânico em sacos de polietileno com dimensões 0,12 x 0,16 m e capacidade de 0,98 dm<sup>-3</sup>. A manipueira foi coletada no município de Cachoeira, Bahia durante a prensagem da massa e armazenada em galão de 20 L. A manipueira foi caracterizada pela determinação dos seguintes atributos: condutividade elétrica (CE), com auxílio de condutímetro de bancada e potencial hidrogeniônico (pH), medido com peagâmetro de bancada de acordo com Rice et al. (2012). A análise foi realizada no laboratório de Qualidade de Água e Hidroponia do Núcleo de Engenharia Agrícola da UFRB. O resultado da caracterização física e química das diluições de manipueira e quantificação dos nutrientes contidos na manipueira se encontram nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

**Tabela 3.** Características físicas e químicas das concentrações de manipueira antes da aplicação

Concentração (%)	Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	pH H <sub>2</sub> O
0	1,98	6,50
20	3,78	6,36
40	5,42	6,37
60	6,90	6,42
80	8,35	6,39
100	9,42	6,36

**Tabela 4.** Análise de nutrientes contidas na manipueira em diferentes experimentos

Parâmetros	Teor
Potássio (mg L <sup>-1</sup> )	5900; 3456,3; 4793,9; 1970; 3200
Fósforo (mg L <sup>-1</sup> )	667,5; 327,7; 286,4; 740; 312
Magnésio (mg L <sup>-1</sup> )	1532,3; 617,2; 1588,2; 360; 1588,2
Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )	376; 278,3; 241,9; 240; 241,9
Sódio (mg L <sup>-1</sup> )	126; 22,06; 742; 460; 390

Retirado dos estudos de Barreto et al. 2014; Silva Júnior et al. 2012; Magalhães et al. 2014; Duarte et al. 2013 e Dantas et al. 2017.

Foram aplicadas 60 mL de manipueira em cada planta, sendo as doses divididas em seis aplicações de 10 mL, a primeira aplicação ocorreu 10 dias após o plantio e o restante a cada 7 dias.

As manivas dos genótipos foram obtidas da coleção de germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas – BA. Utilizaram-se manivas de aproximadamente 12 cm de comprimento, com 2 a 3 cm de diâmetro e duas gemas em média. As principais características desses genótipos são: Genótipo Mulatinha (G1): originada de um híbrido desenvolvido em campos de policruzamentos da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical no ano de 1991, com a denominação original do código 9121/05. Em 2005, foi recomendado para plantios sob condições semiáridas da região de Marcionílio Souza-BA, com precipitações médias anuais variando de 600 a 700 mm (SOUZA e LIMA-PRIMO, 2019). O Genótipo Kiriris (G2) também foi desenvolvido na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em 1995, com a denominação original do código 9505/261. Caracteriza-se como resistente à podridão de raízes, sendo em 2001, recomendado para a região dos Tabuleiros Costeiros e do semiárido do Nordeste do Brasil (SOUZA e LIMA-PRIMO, 2019).

O plantio foi realizado em tubetes plásticos, na posição vertical com 1/3 do comprimento imerso no substrato e as gemas direcionadas de forma a facilitar a emergência da brotação. O plantio das manivas ocorreu no dia 10 de dezembro de 2020, e o controle de plantas invasoras e tratamentos culturais foram realizados de forma manual.

Após 50 dias de brotação, avaliou-se a altura de planta (AP), a partir do nível do solo até a extremidade da planta com auxílio de uma régua graduada; o diâmetro médio do caule (DC), a partir da base e do terço médio do caule, com auxílio de um paquímetro; o número de folhas por planta; índice de clorofila a, b e total, com auxílio do

clorofilômetro FALKER CFL 1030 eletrônico. Em seguida, as plantas foram lavadas, segmentadas em parte aérea e radicular e acondicionadas individualmente em sacos de papel, colocadas em estufa com circulação forçada de ar à 60°C até peso constante do material. A partir daí foram determinados a massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) utilizando balança analítica com precisão de 10<sup>-3</sup>, bem como o índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme DICKSON et al. (1960):

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{AP (cm)}{DC (cm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}}$$

Nos substratos de cultivo foram analisados em quatro amostras por tratamento os seguintes atributos físico-químicos: Grau de flocculação, argila dispersa em água, pH em KCl, pH em H<sub>2</sub>O e condutividade elétrica.

Para a caracterização granulométrica do solo, as amostras foram secas ao ar e passadas em peneira com malha de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). A textura do solo foi determinada pelo método da pipeta, com adição de solução de NaOH (1,0 mol L<sup>-1</sup>), como dispersante químico e agitação rápida com agitador de Hamilton Modelo HMD de 13.000 rpm, conforme metodologia proposto por Gee e Bauder (1986). Foram pesados 20 gramas de TFSA e colocados em uma béquer de 100 mL. Adicionou-se 10 mL do agente dispersante NaOH e, em seguida, adicionou-se água destilada no béquer e deixou-se agir por 30 minutos. As amostras foram transportadas para o agitador de Hamilton por 15 minutos e, em seguida, transferido para uma peneira com malha de 53 µm, na qual ficou retida a areia total. O restante foi transportado para uma proveta, onde o volume foi completado para 1000 mL. Realizou-se a leitura da temperatura e, posteriormente, fez-se a homogeneização com o auxílio de um bastão por cerca de 1 minuto para cada amostra. Após o tempo de sedimentação, calculado a partir da equação de Stokes (Teixeira et al., 2017), retirou-se uma alíquota de 25 mL a 5 cm de profundidade. A areia total e a amostra contendo argila foram transferidas para o bécker e secas em estufa a 105°C por 24 horas e, posteriormente, pesadas para determinar as percentagens de areia e argila. Em seguida, a areia total foi tamizada no conjunto de peneiras para a classificação em areia muito grossa, areia grossa, areia média, fina e muito fina. A percentagem da fração silte foi calculada por subtração das outras frações em relação à amostra original. Foi feita a correção para a umidade inicial da amostra, sendo considerada nos cálculos a TFSA. A mesma metodologia foi seguida para determinação

da argila dispersa em água, porém sem adição de solução de NaOH e determinação da areia total.

Para medição do pH do solo foi pesado 10 g de solo e adicionado em béquer de 100 mL. Posteriormente, adicionou-se 25 mL de água destilada para determinação do pH do solo em H<sub>2</sub>O. Agitou-se com uso de um bastão de vidro por cerca de 60 segundos, de acordo com a metodologia adotada por Teixeira et al. (2017). Após o repouso, as amostras foram agitadas e procedeu a leitura, com uso de um peagâmetro portátil. Igual procedimento foi também adotado para a determinação do pH em solução de KCl. Após a leitura do pH em água e KCl foi realizada também a leitura da condutividade elétrica com a solução com 25 mL de água destilada, com auxílio de um condutivímetro de bancada.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade e comparações de médias pelo teste Scott Knot. Quando significativa foi realizada análise de regressão. Para a execução das análises estatísticas, foi utilizado o programa R.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas interações obtidas pela análise de variância dos dados pode-se constatar que todos os parâmetros de crescimento avaliados foram significativamente alterados pelo uso das doses de manipueira (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da ANOVA para AP, DC, NF, MSPA, MSR, MST, CLA, CLB, CLT e IQD dos genótipos de mandioca sob diferentes concentrações de manipueira.

FV	Quadrado Médio									
	AP	DC	NF	MSPA	MSR	MST	CLA	CLB	CLT	IQD
G	1236,5*	0,574**	357**	92,29**	4,32**	136,73*	318,5**	271,8**	1173**	0,049*
D	174,9*	0,082**	48,4**	6,23**	1,15**	12,27*	386,5**	28,4**	584,3**	0,004*
G*D	89,52*	0,025**	7,93**	2,49**	0,29**	3,52*	76,30**	33,00**	199,4**	0,0008*
CV (%)	1,84	11,97	12,64	6,8	11,49	6,53	5,56	10,96	6,09	13,23

\*\*Significativos a 0,05 e \*0,01 de probabilidade, respectivamente pelo teste F  
FV (Fonte de variação); G(Genótipos); D(Doses); CV(Coeficiente de Variação)

Para as variáveis alturas de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), o aumento das doses de manipueira no substrato de cultivo apresentou comportamento quadrático (Figura 2A, 2B, 2C, 2D, 2E e 2F) nos genótipos Mulatinha (G1) e Kiriris (G2).

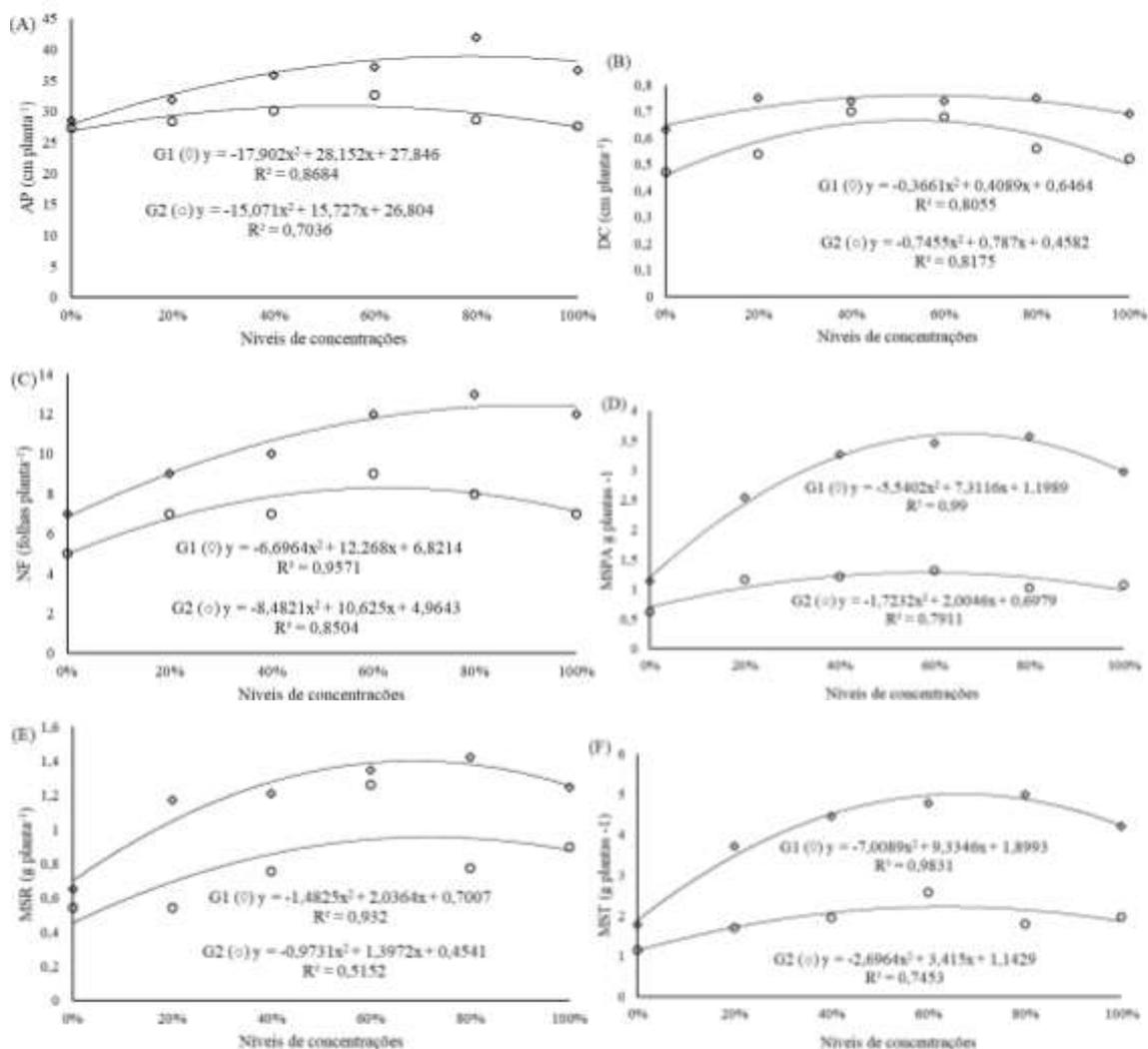
A AP é um importante parâmetro de análise, pois plantas com deficiência de nutrientes apresentam baixo desenvolvimento, afetando diretamente o seu crescimento. Com isso, foi possível observar que a adição de manipueira ao substrato estimulou positivamente na fertilidade do substrato de cultivo, proporcionando maior disponibilidade de potássio ( $K^+$ ), nitrogênio (N), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), fósforo (P), cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e enxofre (S), dentre outros componentes (DUARTE et al., 2012), promovendo com isso, maior AP para ambos os genótipos avaliados ( $p < 0,01$ ), porém as taxas de crescimento das mudas de mandioca são significativamente diferentes. A concentração estimada de 78% para o genótipo Mulatinha (G1) e 52% para o genótipo Kiriris (G2) resultou no crescimento máximo de 39 e 31  $cm\ planta^{-1}$  (Figura 2A), sendo que neste período ocorreu maior desenvolvimento da planta devido à alta taxa de desenvolvimento

com ganho de 27% e 13%, em relação as plantas cultivadas em substrato sem aplicação de manipueira.

O DC foi influenciado significativamente ( $p < 0,01$ ) para ambos os genótipos avaliados, com ajuste dos dados ao modelo quadrático de regressão para os dois genótipos. O ponto de máxima resposta estimada foi de 0,76 e 0,66 cm planta<sup>-1</sup> correspondente a concentração estimada de 55% para o G1 e 53% para o G2 (Figura 2B), sendo superiores em 17 e 29%, às plantas cultivadas em substrato sem aplicação de manipueira.

Em ambos os genótipos, a AP e DC aumentaram com as doses de manipueira e, posteriormente, tenderam a diminuir com a aplicação da dose estimada superior à 50% (Figura 2A e 2B), com evidencia de efeito tóxico a partir da dose estimada de 78%. Esse resultado pode estar relacionado as maiores concentrações de K e N encontradas na manipueira (MARINI e MARINHO, 2011; DUARTE et al., 2013; MAGALHÃES et al., 2014). Devido ao antagonismo, o excesso desses nutrientes compromete a absorção de outros nutrientes essenciais às plantas, como o Ca, Mg, Zn e Mn (FAGERIA, 2001). Estudos realizados por Salvador et al. (2012), observaram crescimento de plantas de *Eucalyptus* em altura com o aumento de doses de água residuária de fecularia. Neves et al. (2017) ao avaliarem o uso de doses de biofertilizante obtido da digestão anaeróbia da manipueira no desenvolvimento de plantas de *crambe spp.* observaram ligeira diferença estatística entre o uso do efluente de mandioca com a altura da planta.

A maior disponibilidade de nutrientes no solo, a planta prioriza o aumento do número foliar para promover maior aporte fotossintético, com consequente aumento na massa deste componente (BEZERRA et al., 2017). No presente estudo, o NF foi influenciado pela aplicação de manipueira, sendo o máximo de 13 unidades obtido com 91% de manipueira. Entre os genótipos, o G1 foi o que mais produziu folhas nesse período, seguido pelo G2 com 8 unidades na dose estimada de 62% de manipueira (Figura 2C). Na comparação entre a dose máxima e dose zero, houve aumento na massa das folhas de 46 e 38%, no primeiro e segundo genótipo, respectivamente. Magalhães et al. (2015) observaram redução na massa foliar, bem como efeito tóxico nas plantas de milho (*Zea mays*) com queima das pontas das folhas devido ao alto teor de K.



**Figura 2.** Altura de planta, AP (A); Diâmetro do caule, DC (B); Número de folhas, NF (C); Massa seca da parte aérea, MSPA (D); Massa seca da raiz, MSR (E) e Massa seca total, MST (F) dos genótipos de *Manihot esculenta* cultivadas em substrato com doses de manureira.

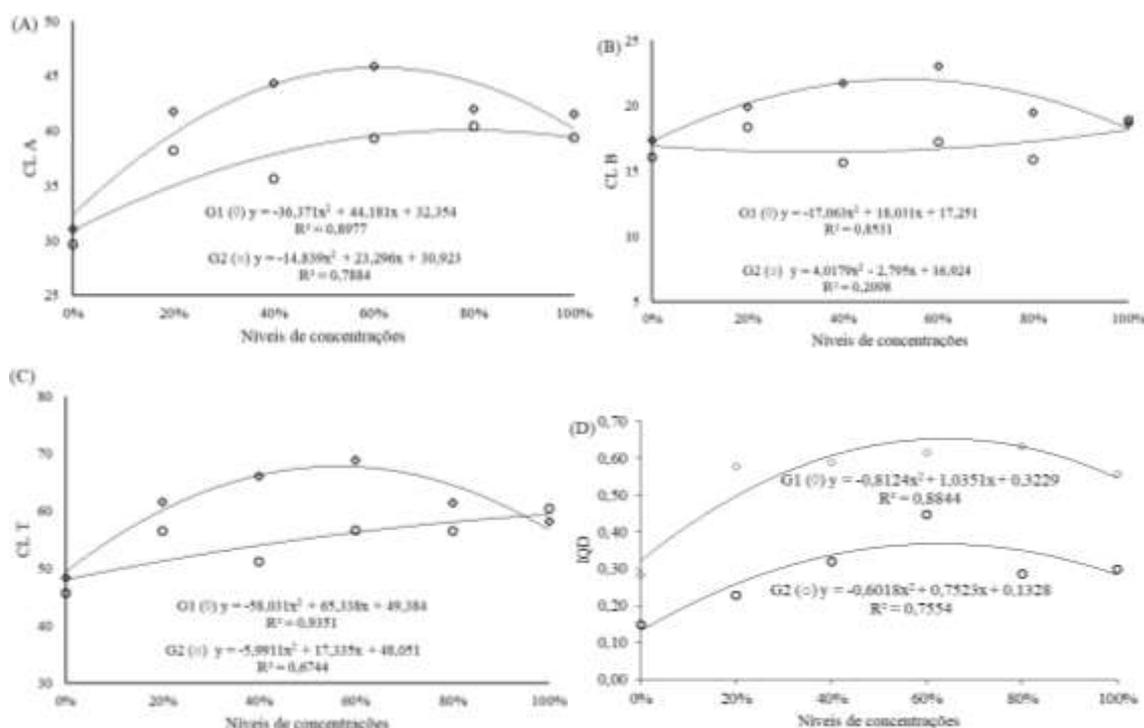
A adição de doses de manureira ao substrato de cultivo interferiu significativamente na produção de MSPA (Figura 2D), MSR (Figura 2E) e MST (Figura 2F) das plantas de mandioca, com comportamento quadrático nas variáveis estudadas. Verificou-se maior acúmulo de massa seca no G1, na dose estimada de 65% (MSPA), 68% (MSR) e 66% (MST) de manureira em virtude do maior desenvolvimento da planta, com valores máximos encontrados pelas equações de regressão de 3,61; 1,39 e 5,00 g planta<sup>-1</sup> respectivamente. O G2 apresentou maior acúmulo de massa seca nas doses estimadas de 58% (MSPA), 72% (MSR) e 63% (MST) de manureira, sendo os valores máximos de 1,28; 0,95 e 2,22 g planta<sup>-1</sup>. A produção de massa seca obtida pode ser considerada satisfatória, uma vez que o valor de 2,22 g planta<sup>-1</sup> de MST obtido na dose

máxima de manípueira (58%) foi superior a 1,75 g planta<sup>-1</sup> de MST relatados por Jala et al. (2019), em genótipo kiriris adubado com 67,7% de composto orgânico.

A maior massa seca observada com o uso de manípueira decorreu do aumento da AP e NF. As plantas, devido ao maior crescimento, entram no processo de alongamento do caule para produção de novas folhas (PEREIRA et al., 2011). Esse comportamento ficou mais evidente no G1, em que, maiores doses de manípueira, proporcionaram maior crescimento da planta de mandioca, o que pode ser comprovado pela ausência desse efeito em pequenas doses de manípueira, comprovando assim, o seu potencial como fornecedor de nutrientes para as plantas (DUARTE et al., 2013; MAGALHÃES et al., 2014). Estudos realizados por Silva et al. (2015) demonstraram que tratamento com mudas sob aplicação de manípueira pode contribuir para o aumento da parte aérea e o maior número e comprimento das raízes de mandioca fato que favorece a redução no custo de produção da mandioca.

O índice de clorofila a e b foram influenciados pela dose de manípueira, tendo o G2 apresentado valor inferior ao G1 ( $p < 0,05$ ), porém ambos apresentaram comportamento quadrático (Figura 3A e 3B). A clorofila está diretamente ligada aos componentes de produção da planta, pois a fotossíntese é produzida somente em células clorofiladas e na presença de luz. Com o aumento da clorofila há uma maior influência na produção de ATP, que tem a função de armazenar a energia liberada pela quebra de nutrientes, resultando no aumento da produção (KLUGE et al., 2015).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) está relacionado ao vigor, robustez e o equilíbrio da distribuição de biomassa na planta. Com isso, quanto maior seu valor, melhor a qualidades das mudas (AZEVEDO, 2010). Para o IQD (Figura 3D) houve interação entre os genótipos e doses de manípueira ( $p < 0,05$ ), com efeito quadrático. Plantas do G1 apresentaram maior média em relação às plantas do G2 (0,65 e 0,36 respectivamente). Mudas com valores elevados de IQD apresentam maior qualidade e estabelecimento em campo, uma vez que o mesmo inclui relações morfológicas entre AP, DC e massa da matéria seca da planta. Sendo assim, a dose de manípueira recomendada para o G1 é de 63% e de 62% para o G2, pois proporcionam maior IQD.



**Figura 3.** Índice de clorofila a (CLA A); clorofila b (CLB B); clorofila total (CLT C) e Índice de qualidade de Dickson dos genótipos de *Manihot esculenta* cultivadas em substrato com doses de manipueira.

Nas interações obtidas pela análise de variância dos dados pode-se constatar que os atributos físico-químicos do substrato de cultivo avaliados foram significativamente alterados pelas doses de manipueira, exceto o delta pH e a ADA (Tabela 6).

**Tabela 6.** Resumo da ANOVA para pH em H<sub>2</sub>O, KCl, delta pH, condutividade elétrica (CE), Argila dispersa em água (ADA) e Grau de floculação (GF) dos substratos com genótipos de mandioca sob diferentes concentrações de manipueira.

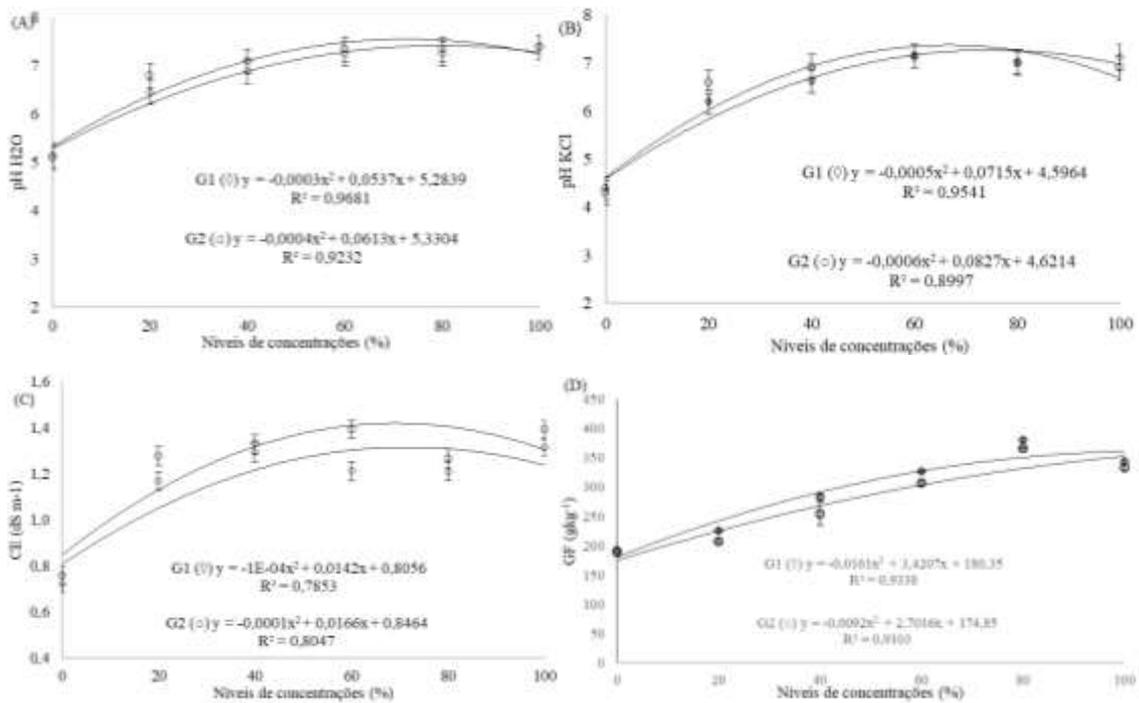
FV	Quadrado Médio					
	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	$\Delta$ pH	CE	ADA	GF
G	0,1519*	0,0408*	0,03521 <sup>ns</sup>	0,07950*	1121,3*	1519**
D	5,8804*	9,0255*	0,42237**	0,42463*	3261,7*	40655*
G*D	0,0514*	0,1168*	0,02671 <sup>ns</sup>	0,00583*	19,1 <sup>ns</sup>	459**
CV (%)	1,26	1,98	37,74	1,15	6,45	2,26

\*\*Significativos a 0,05 e \*Significativos a 0,01 de probabilidade pelo teste F  
FV (Fonte de variação); G(Genótipos); D(Doses); CV(Coeficiente de Variação)

Os valores de pH do substrato em H<sub>2</sub>O e KCl (Figura 4A e 4B, respectivamente) encontram-se entre o limite de acidez média a fraca, com delta pH predominantemente negativo, fato que contribui para o aumento da CTC do solo e, conseqüentemente, da disponibilidade de nutrientes. Os dados apresentaram comportamento quadrático, com valor máximo de 7,7 em ambos os genótipos nas doses máximas estimadas de 89,5 e 76,6% de manipueira. Para o pH em KCl foi verificado comportamento similar, com valores máximos de 7,1 para G1 e de 7,5 para o G2 nas doses máximas estimadas de 71,5 e 69% de manipueira.

O pH do substrato de cultivo influencia a disponibilidade de nutrientes para às plantas, estando a maior disponibilidade na faixa de 5,7 a 6,5 (MALAVOLTA, 1997; IGBINOSA, 2015). Aumento do pH em função da aplicação de manipueira decorre da adição de cátions trocáveis, principalmente, do K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Ca<sup>2+</sup> presentes na manipueira (DUARTE et al., 2013). Segundo Souza et al. (2007), cátions básicos ao serem adsorvidos no complexo sortivo, deslocam os cátions ácidos para solução (alumínio e hidrogênio), sendo o alumínio precipitado na forma de Al<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e, ou Al(OH)<sub>3</sub>. Efeito positivo da aplicação de manipueira no aumento do pH do solo tem sido constatado em outros trabalhos (Barreto et al., 2013; Dantas et al., 2014; Magalhães et al., 2015 e Bezerra et al., 2019).

A CE do substrato de cultivo foi influenciada pelas concentrações de manipueira, com comportamento quadrático em ambos os genótipos. No G1 a variação foi de 0,72 a 1,32 dS m<sup>-1</sup> e no G2 de 0,76 à 1,39 dS m<sup>-1</sup> em substrato com ausência e com dose máxima estimada igual a 71 e 83%, respectivamente. Por ser a manipueira um resíduo rico em cátions e ânions como, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, sua incorporação em substratos de cultivo pode contribuir para o aumento da CE do mesmo, uma vez que a CE representa, indiretamente, o número total de cátions e ânions em solução (Lee et al., 2010; Duarte et al. 2013). Estudos destacam o aumento da CE do solo com o aumento de resíduos orgânicos, em virtude do aporte de K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Ca<sup>2+</sup> (MÉLO et al., 2005). No presente estudo, os valores encontrados para CE foram superiores aos verificados por Inoue et al. (2010), quando cultivaram milho em um Cambissolo Háplico distrófico latossólico e registraram uma CE de 0,8 dS m<sup>-1</sup>.



**Figura 4.** pH em H<sub>2</sub>O (A); KCl (B); condutividade elétrica (CE) (C) e grau de floculação, GF (D) dos substratos com genótipos de *Manihot esculenta* cultivadas sob doses de manureira. Médias seguidas da mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knot em 5% de probabilidade.

Efeito das doses de manureira no GF das partículas nos substratos de cultivo também foram verificados. Apesar de não haver interação, a ADA foi reduzida com o aumento da dose de manureira, fato que favoreceu diretamente o aumento do GF, o qual aumentou quadraticamente com o aumento da dose de manureira (Figura 4D).

O efeito da manureira na redução da ADA e no aumento do GF pode ser atribuído à deposição de matéria orgânica via composto orgânico, associado aos cátions hidratáveis da manureira que promove a floculação das partículas do solo (SALTON et al., 2008; FERREIRA et al., 2010). Comportamento semelhante ao do presente estudo foram verificados por Duarte et al. (2013) para a ADA e GF em função do aumento das doses de manureira no solo. Segundo o autor, os cátions advindos da manureira, sobretudo o Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> se comportaram de maneira semelhante aos cátions hidratáveis que promovem a agregação do solo.

No presente estudo, o efeito demonstrado pela manureira no desenvolvimento dos genótipos de mandioca e na melhoria da qualidade de alguns atributos físico-químicos dos substratos de cultivo assegura o potencial de utilização da manureira como fonte alternativa de fertilizante orgânico e condicionador físico-químico do solo. Resultados semelhantes também foram verificados por Duarte et al. (2013) e Bezerra et al. (2019).

## 5. CONCLUSÕES

A aplicação de manipueira ao substrato de cultivo proporcionou maior desenvolvimento dos genótipos de mandioca Mulatinho e Kiriris, em comparação as plantas cultivadas sem aplicação de manipueira.

Considerando o Índice de Qualidade de Dickson, as doses estimadas de manipueira recomendada para o genótipo Mulatinho é de 63% e para o Kiriris de 62%.

O uso de manipueira no substrato de cultivo reduz a quantidade de argila dispersa e eleva o índice de floculação das partículas, condicionando melhor qualidade físico-química do substrato de cultivo.

Os valores de pH e delta pH negativo foram elevados pela adição de doses de manipueira, elevando com isso a maior retenção e disponibilidade de nutrientes as plantas de mandioca.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.A.C.; SILVA, A.F. **Cultivo da mandioca para a região semi-árida**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA, 2003. Disponível em:<[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_semiárido/a\\_dubacao.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiárido/a_dubacao.htm)>. Acesso em: 23/03/2021.

ALVES, J. M. A.; ARRUDA, K. R. de ; RODRIGUES, G. S. ; UCHÔA, S. C. P. ; ALBUQUERQUE, J. A. A. Brotação de manivas para a propagação rápida da mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. v. 5, p. 280-284, 2009.

ARAÚJO, 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.

AYOOLA, O. T.; MAKINDE, E. A. Fertilizer treatments effect on performance of cassava under two planting patterns in a cassava-based cropping system in south west Nigeria. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 3, p. 13–20, 2007.

AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazônia**, v. 40, p. 157-160, 2010.

BARRETO, M. T. L.; MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; DUARTE, A. de 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.

BASI, S.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; UENO, R. K.; SANDINI, I. E. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, n.3, p.219-234, 2011.

BEZERA, M. G. DA S.; SILVA, G. G. C. Da; DIFANTE, G. dos S.; NETO, J. V. E.; OLIVEIRA, E. M. M.; MORAIS, É. G. Chemical attributes of soil under cassava wastewater application in Marandugrass cultivation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 8, p. 579–585, 2019.

BEZERRA, M. G. DA S.; SILVA, G. G. C. Da; DIFANTE, G. dos S.; NETO, J. V. E.; OLIVEIRA, E. M. M.; MORAIS, É. G. Chemical attributes of soil under cassava wastewater application in Marandugrass cultivation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 8, p. 579–585, 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.

CARDOSO JÚNIOR, N. S.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; SEDIYAMA, T.; FÁBIO CARVALHO; F. M. Efeito do nitrogênio em características agronômicas da mandioca. **Bragantia**, v. 64, n. 4, p. 651-659, 2005.

CARVALHO, F.M.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; REBOUÇAS, T.N.H.; CARDOSO, C.E.L.; GOMES, I.R. Manejo de solo em cultivo com mandioca em treze municípios da região sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 378-384, 2007.

CARVALHO, J. C. DE; BORGHETTI I. A.; CARTAS, L. C.; WOICIECHOWSKI, A. L.; SOCCOL, V. T.; SOCCOL, C. R. Biorefinery integration of microalgae production into cassava processing industry: Potential and perspectives. **Bioresource Technology**, v. 247, p. 1165–1172, 2018.

CASTRO FILHO, C. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.22, p.527-538, 1998.

CEREDA, M. P.; MATTOS, M. C. Y. Linamarin: the toxic compound of cassava. **Journal Venom. Anim. Toxins**, v. 2, n. 1, p. 6-12, 1996.

CEREDA, M.P. Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. In: **Propriedades gerais do Amido**. Série culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. 221 p.

DANTAS, M. S. M.; ROLIM, M. M.; BONFIM-SILVA, E. M.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, Ê. F. F.; SILVA, G. F. da. The use of “manipueira” wastewater derived from

cassava processing as organic fertilizer in sunflower cultivation. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 7, p. 861–867, 2017.

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.

DEVIDE, A. C. P.; RIBEIRO, R. L. D.; VALLE, T. L.; ALMEIDA, D. L.; CASTRO, C. M.; FELTRAN, J. C. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia**, n. 1, p. 145-153, 2009.

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.; 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.

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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação. p. 353, 2018.

FAGERIA, N. K. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, p.1269-1290, 2001.

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). **Save and grow: cassava**. Rome: 2013. 142 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Rome, Italy). **STAT Database**. 2016. Disponível em: <<http://fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 08 de fev 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations ( Rome, Italy). **STAT Database**. 2019. Rome: Disponível em:< <http://faostat3.fao.org/home/E> >. Acesso em 03 de Janeiro 2021.

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.

FERREIRA, T. C.; SOUZA, J. T. A.; FARIAS, A. L. de; CRUZ, M. P.; CUNHA, A. L. A.; OLIVEIRA, S. J. C. Produção de *Helianthus annuus* L. submetido à adubação orgânica com manipueira. **Scientia Agraria Paranaensis – SAP**, v. 14, n. 4, p. 262-265, 2015.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M.; RALISCH, R. Estabilidade física de solo sob diferentes manejos de pastagem extensiva em Cambissolo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.531-538, 2010.

FERREIRA, W. DE A., BOTELHO, S. M., CARDOSO, E. M. R., & POLTRONIERI, M. C. (2001). **Manipueira: Um adubo orgânico em potencial**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.

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).

Gee GW, Bauder JW. Particle-size analysis. In: Klute A, editor. *Methods of soil analysis*. 2nd.ed. **Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America**; 1986. pt.1. p.383-411. (Agronomy monography, 9).

GOMES, J. de C. Considerações sobre adubação e calagem para a cultivar de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.6, n.2, p.99-107, 1987.

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.

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

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**. Fev/2016.

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**. Fev/2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>.

IGBINOSA, E. O. Effect of cassava mill effluent on biological activity of soil microbial community. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.187, n.7, p.1-9, 2015.

INOUE, K. R. A.; SOUZA, C. F.; MATOS, A. T.; SANTOS, N. T.; ALVES, E. E. N. Características do solo submetido a tratamentos com biofertilizantes obtidos na digestão da manipueira. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, p.47-52, 2010.

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.

JALA, I. M.; SILVA, C. C. da; FILHO, J. S. S.; OLIVEIRA, E. J.; NÓBREGA, R. S. A. Seedlings of cassava varieties are responsive to organic fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 5, suplemento 1, p. 2151-2164, 2019.

JÚNIOR, J. J. DA S.; COELHO, E. F.; SANT'ANA, J. A. DO V.; ACCIOLY, A. M. DE A. Physical, chemical and microbiological properties of a dystrophic yellow latosol using manipueira. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v. 32, n. 4, p. 736-744, 2012.

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

KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; SILVA, P. P. M. Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese, **Revista Virtual de Química**, v. 7,n. 1, p. 56-73, 2015.

LATIF, S.; MULLER, J. Potential of cassava leaves in human nutrition: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v.44, p.147-158, 2015.

LEE, J. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. **Scientia Horticulturae**, v.124, p.299-305, 2010.

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.

LOPES, A.C. **Efeito da irrigação e de épocas de colheita sobre a cultura da mandioca.** 2006. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, Vitória da Conquista.

LUNARDI NETO, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; ALMEIDA, J. A.; MAFRA, A. L.; MEDEIROS, J. C.; ALBERTON, A. Atributos físicos do solo em área de mineração de carvão influenciados pela correção da acidez, adubação orgânica e revegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1379-1388, 2008.

MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. de S.; NETO, E. B.; TABOSA, J. N.; PEDROSA, E. M. R. Desenvolvimento inicial do milho submetido à adubação com manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 675–681, 2014.

MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. de S.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, E. F. de F. e. Chemical attributes of soil and dry mass accumulation of maize fertilized with cassava wastewater. **Engenharia Agrícola**, v.35, p.458-469, 2015.

MAKINDE, E.A.; AYOOLA, O.T. Residual Influence of early season crop fertilization and cropping system on growth and yield of cassava. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 3 n. 4, p. 712-715, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações.** Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.

MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p.817-824, 2005.

MARINI, F. S.; MARINHO, C. S. Adubação complementar para a mexeriqueira 'Rio' em sistema de cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.562-568, 2011.

MARTINEZ-BURGOS, W. J.; SYDNEY, E. B.; BRAR, S. K.; TANOBE, V. O. de A.; MEDEIROS, A. B. P.; CARVALHO, J. C. De; SOCCOL, C. R. The effect of hydrolysis and sterilization in biohydrogen production from cassava processing wastewater medium using anaerobic bacterial consortia. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 44, n. 47, p. 25551–25564, 2019.

MARTINEZ-BURGOS, W. J.; SYDNEY, E. B.; PAULA, D. R. de; MEDEIROS, A. B. P.; CARVALHO, J. C. De; MOLINA, D.; SOCCOL, C. R. Hydrogen production by dark fermentation using a new low-cost culture medium composed of corn steep liquor and cassava processing water: Process optimization and scale-up. **Bioresource Technology**, v. 320, p.124370-124383, 2021.

MÉLO, R. F.; FERREIRA, P. A.; RUIZ, H. A.; MATOS, A. T.; OLIVEIRA, L. B. O. Alterações físicas e químicas em três solos tratados com água residuária de mandioca. **Irriga**, v.10, p.383-392, 2005.

MIRANDA, L. N.; FIALHO, J. de F.; MIRANDA, J. C. C. de; GOMES, A. C. **Manejo da calagem e da adubação fosfatada para a cultura da mandioca em solo de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico 118).

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.

MOLIN, J. P.; RABELLO, L. M. Studies about soil electrical conductivity measurements. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.90-101, 2011.

NASU, É. das G. C.; FORMENTINI, H. M.; FURLANETTO, C. Effect of manipueira on tomato plants infected by the nematode *Meloidogyne incognita*. **Crop Protection**, v. 78 p. 193-197, 2015.

PEREIRA, V. V.; FONSECA, D. M. DA; MARTUSCELLO, J. A.; BRAZ, T. G. DOS S.; SANTOS, M. V. Características morfogênicas e estruturais de capim mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2681-2689, 2011.

PEREIRA, G. A. M.; LEMOS, V. T.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V.; OLIVEIRA, M. C.; MENEZES; C. W. G. Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada. **Revista Ceres**, v. 59, n.5, p. 716-722, 2012.

PIZETTA, N. V.; CARDOZO, V. P.; TEIXEIRA, N. T. Adubação de cobertura na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv Branca de Santa Catarina, com diferentes formas de aplicação. **Revista Ecosystema**, v. 26, n.2, p. 123-124, 2001.

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

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.

ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com bio-sólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.623-639, 2004.

SALVADOR, M. A.; JOSÉ, J. V; REZENDE, R.; OLIVEIRA, H. V.; GAVA, R. Aplicação de efluente líquido de fecularia em substratos e solos para produção de mudas de eucalipto. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.5, p.175- 188, 2012.

SALTON, J. C., MIELNICZUK, J., BAYER, C., BOENI, M., CONCEIÇÃO, P. C., FABRÍCIO, A. C., ... BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32 n. 1, p. 11-21, 2008.

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.

SEAB/Deral, 2012. Mandiocultura e Análise da conjuntura agropecuária. Disponível em:[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandiocultura\\_2013\\_14.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandiocultura_2013_14.pdf). Acesso em: 25/03/2021.

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

SILVA JÚNIOR, J. J. DA S.; COELHO, E. F.; SANT'ANA, J. A. DO V.; ACCIOLY, A. M. DE A. Physical, chemical and microbiological properties of a dystrophic yellow latosol using manipueira. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v. 32, n. 4, p. 736–744, 2012.

SILVA, T. S. M.; COELHO-FILHO, M. A.; COELHO, E. F. **Boletim meteorológico da estação convencional de Cruz das Almas, BA: variabilidade e tendências climáticas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1. ed. p. 1–77, 2016.

SILVA, A. S.; PIÑEYRO, N. G.; RODRIGUES, J. M.; SILVA, E. S.; MORAIS, G. A.

Manipueira Como Promotor Do Desenvolvimento Radicular De Mandioca *Manihot Esculenta* Crantz. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, p. 28–33, 2015.

SOARES, L.H. de B.; ALVES, B.J.R.; CABALLERO, S.S.U.; BODDEY, R.M. Balanço energético na produção de bioetanol de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. 4 p. (**Circular Técnica, 23**).

SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; AALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. Cap.5, p.205-275.

SOUZA, E. D.; LIMA-PRIMO, H. E. DE. **Comunicado 85 Técnico**. BRS Formosa, BRS Kiriris e BRS Mulatinha: Novas Cultivares de Mandioca de Indústria para Cultivo em Roraima. p. 1–3, 2019.

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.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

TERNES, M. Fisiologia da planta. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latinoamericanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, p.448-504.

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.

VINHA, A. P. C.; CARRARA, B. H.; SOUZA, E. F. S.; SANTOS, J. A. F. d.; ARANTES, S. A. C. M. Adsorção de fósforo em solos de regiões tropicais. **Nativa**, v. 9, n. 1, p. 30-35, jan./fev. 2021.

WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. Valorização de resíduos de processamento da mandioca. **Publicatio UEPG**, v.8, p.27- 43, 2002.