



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E AMBIENTE**

MADSON FERNANDES DE MELO JÚNIOR

**ANÁLISE DO SUBSTRATO E TEORES FOLIARES DA ARARUTA COMUM
ADUBADA COM BIOFERTILIZANTE**

**REDENÇÃO – CE
2021**

MADSON FERNANDES DE MELO JÚNIOR

ANÁLISE DO SUBSTRATO E TEORES FOLIARES DA ARARUTA COMUM
ADUBADA COM BIOFERTILIZANTE

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente do Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento Rural.
Orientadora: Prof.^a Dra. Albanise Barbosa Marinho.
Coorientadora: Prof.^a Dra. Francisca Robevania Medeiros Borges.

REDENÇÃO – CE
2021

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Melo Júnior, Madson Fernandes de.

M485a

Análise do substrato e teores foliares da araruta comum adubada com biofertilizante / Madson Fernandes de Melo Júnior. - Redenção, 2022.

68f: il.

Dissertação - Curso de Mestrado Acadêmico em Energia e Ambiente, Programa de Pós-graduação em Energia e Ambiente, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2022.

Orientador: Profa. Albanise Barbosa Marinho.

Coorientador: Profa. Francisca Robevania Medeiros Borges.

1. Biofertilizante. 2. Adubação foliar. 3. Araruta. I. Título

CE/UF/BSP

CDD 613.816

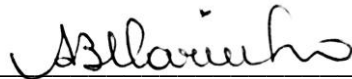
MADSON FERNANDES DE MELO JÚNIOR

DESENVOLVIMENTO NUTRICIONAL DA ARARUTA COMUM ADUBADA
COM BIOFERTILIZANTE

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente do Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento Rural.

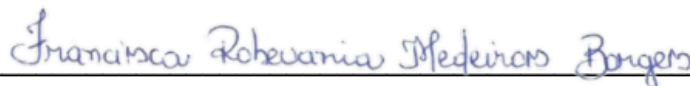
Aprovada em: 15/12/2021.

BANCA EXAMINADORA



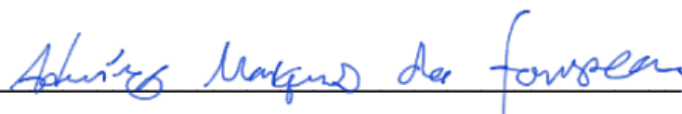
Prof.^a Dra. Albanise Barbosa Marinho (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)




Prof.^a Dra. Francisca Robevania Medeiros Borges (Coorientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Aluísio Marques da Fonseca (Membro Interno)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)



Prof. Dr. Álvaro Carlos Gonçalves Neto (Membro Externo)

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

A Deus que pela Sua misericórdia e bondade me oportunizou a realização deste sonho.

A meus pais, Madson e Edneide, pelo amor e apoio incondicional.

Aos amigos Gisley Guedes e Suely pela parceria diária.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A minha Orientadora, Prof.^a Dra. Albanise Barbosa Marinho, pela excelente orientação, pois no decorrer deste projeto sempre se mostrou uma entusiasta pela pesquisa e pelo trabalho em grupo fortalecendo o conhecimento profissional e pessoal, do coletivo e do individual. Por ser aquela profissional vibradora das conquistas de seus filhos (nome que carinhosamente recebemos) ensinando, cuidando e acolhendo com amor materno.

A Coorientadora, Prof.^a Dra. Francisca Robevania Medeiros Borges, por todas as horas dedicadas à leitura minuciosa do trabalho, as proposições, as colocações mais incisivas e ponderadas. Pelo profissionalismo singular, e pela metodologia e didática de ensino adotada.

A FUNCAP pelo apoio financeiro à realização da pesquisa uma vez que, em meio ao caos da falta de investimento, a instituição mostra preocupação com os benefícios econômicos e sociais que a pesquisa gera tanto para os que desenvolvem quanto para a sociedade.

Aos colegas bolsistas e voluntários do GP BIO: Fausia, Thainá, Matheus, Valdízio, Wilson, Ebinézer, Vicente, Jheniffer, Júlia, que tive o prazer de conhecer e trabalhar em grupo nos experimentos desenvolvidos na Fazenda Experimental Piroás. Saibam que as partilhas da área da agronomia, e pessoais, tornaram os sábados no campo muito mais produtivos e humanos.

Aos colaboradores da Fazenda Experimental Piroás por todo suporte e apoio operacional desde o pessoal de campo, vigilantes e copeira.

Aos colegas da primeira turma do PGEA, mais especificamente dos Recursos Hídricos – Antônio, Larissa Diniz, Thacia Priscila e Izilmara Cristina, aos quais tive o prazer de dividir a sala de aula e compartilhar de momentos tão preciosos e singulares.

As colegas de turma do Desenvolvimento Rural, Ana Késia e Rosaliny, pelos momentos de estudos, discussões construtivas, diálogos de vida, viagens à fazenda, partilha das angústias e amizade e parceria ao longo desses dois anos.

Aos amigos do IFSertãoPE – Fabrícia Nadja, Juliana Andrade, Vera Filha – que sonharam esse sonho comigo lá no início e foram fontes de inspiração e apoio nos momentos de desânimo e que, mesmo a distância me incentivaram a prosseguir em busca dos meus objetivos.

A amiga Antônia Suely pelo apoio nos momentos difíceis e pela força e acolhimento enquanto família no Estado do Ceará.

Ao Gisley Guedes, pela paciência, parceria, apoio, partilha dos projetos de vida. Esta conquista também é sua!

“Uma vida sem desafios não vale a pena ser vivida.” Sócrates

RESUMO

MELO JUNIOR, M. F. **Análise do substrato e teores foliares da araruta comum adubada com biofertilizante.** 2021. 69 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente) – Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção – CE, 2021.

A espécie *Maranta arundinacea L.*, conhecida como araruta, é uma planta alimentícia não convencional (PANC), que apresenta folhas pontiagudas entre 0,60 a 1,2 m de altura e rizomas com tamanho variando de 10 a 25 cm. A araruta comum é a mais difundida por apresentar alto teor de amido e elevado valor de mercado. Devido a isso, é importante a proposição de recomendações de adubação que maximizem teores nutricionais fornecidos ao solo e extraídos para as folhas. Como o biofertilizante é produzido pela degradação de esterco de origem animal ou de restos vegetais, a sua aplicação ao solo promove um aumento nas propriedades físico-químicas desse, gerando maior disponibilidade de nutrientes para a planta. O biofertilizante de fonte de esterco bovino é facilmente encontrado nas propriedades agrícolas e sua produção pode ser realizada a baixo custo pelos produtores rurais, tornando isso uma vantagem competitiva comercial, cuja aplicação contínua pode exercer efeitos benéficos da extração de nutrientes do substrato. Além disso, o estudo dos nutrientes acumulados ao longo do cultivo é importante para determinar as épocas em que determinado elemento é mais exigido, possibilitando corrigir deficiências que, porventura, venham ocorrer durante o desenvolvimento da cultura. Este trabalho teve o objetivo de avaliar o teor nutricional do substrato e das folhas da araruta comum em função de épocas de avaliação e das doses de biofertilizante líquido à base de esterco bovino. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas de três épocas de avaliação para análise do substrato (época inicial de avaliação, 180 dias após o plantio (DAP) e 282 DAP) e duas épocas de avaliação para diagnose foliar (180 DAP e 282 DAP); as subparcelas – foram constituídas de cinco doses de biofertilizante (0, 300, 600, 900 e 1.200 mL por planta por semana) a base de esterco bovino. No substrato, foram analisados os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), matéria orgânica (MO), carbono (C), potencial de hidrogênio (pH) e condutividade elétrica (CE). Já por diagnose foliar foram avaliados os teores de N, P, K, Ca, Mg, enxofre (S) ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), boro (B) e sódio (Na). Os resultados permitiram concluir que a adubação utilizada supriu a necessidade nutricional da cultura e que a dose de 1200 mL por planta por semana, aos 282 DAP, maximizou a maioria dos teores avaliados no substrato. Além disso, nas folhas, todos os teores analisados, exceto o nitrogênio e zinco, ficaram dentro dos valores adequados, para a maioria das tuberosas, considerando todas as épocas de avaliação e doses de biofertilizante utilizadas.

Palavras-chave: biofertilização, diagnose foliar, fertilidade do substrato, *Maranta arundinacea*, PANCs.

ABSTRACT

MELO JUNIOR, M. F. **Analysis of the substrate and leaf content of the common arrow fertilizer with biofertilizer**. 2021. 69 f. Dissertation (Postgraduate Program in Energy and Environment) – Institute of Engineering and Sustainable Development, University of International Integration of Afro-Brazilian Lusofonia, Redenção – CE, 2021.

The species *Maranta arundinacea* L., known as arrowroot, is an unconventional food plant (PANC), which has pointed leaves between 0.60 and 1.2 m in height and rhizomes ranging in size from 10 to 25 cm. Arrowroot is the most widespread because of its high starch content and high market value. Due to this, it is important to propose fertilization recommendations that maximize nutritional levels supplied to the soil and extracted to the leaves. As the biofertilizer is produced by the degradation of animal manure or plant residues, its application to the soil promotes an increase in its physicochemical properties, generating greater availability of nutrients for the plant. The bovine manure source biofertilizer is easily found on agricultural properties and its production can be carried out at low cost by rural producers, making it a commercial competitive advantage, whose continuous application can exert beneficial effects from the extraction of nutrients from the substrate. In addition, the study of nutrients accumulated during cultivation is important to determine the times when a certain element is most required, making it possible to correct deficiencies that may occur during the development of the culture. This study aimed to evaluate the nutritional content of the substrate and leaves of arrowroot as a function of evaluation times and doses of liquid biofertilizer based on bovine manure. The experimental design was in randomized blocks, in a split-plot scheme. The plots consisted of three evaluation periods for substrate analysis (initial evaluation period, 180 days after planting (DAP) and 282 DAP) and two evaluation periods for foliar diagnosis (180 DAP and 282 DAP); the subplots – consisted of five doses of biofertilizer (0, 300, 600, 900 and 1,200 mL per plant per week) based on bovine manure. In the substrate, the contents of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na), organic matter (MO), carbon (C), potential of hydrogen (pH) and electrical conductivity (EC). For foliar diagnosis, the contents of N, P, K, Ca, Mg, sulfur (S), iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), manganese (Mn), boron (B) and sodium (At). The results allowed us to conclude that the fertilization used met the nutritional needs of the crop and that the dose of 1200 mL per plant per week, at 282 DAP, maximized most of the levels evaluated in the substrate. In addition, in the leaves, all analyzed contents, except for nitrogen and zinc, were within the adequate values for most tuberoses, considering all evaluation times and doses of biofertilizer used.

Keywords: biofertilization, leaf diagnosis, substrate fertility, *Maranta arundinacea*, PANCs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Precipitação pluviométrica (A) e temperaturas mínima, média e máxima (B) na FEP no período de nov/18 a ago/2019.....	22
Figura 2 – Croqui do experimento.....	23
Figura 3 – Aplicação das doses (A) e canos para aplicação do biofertilizante (B)....	24
Figura 4 – Rizomas de araruta retirados do vaso.....	26
Figura 5 – Teores de Nitrogênio (N) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.....	29
Figura 6 – Teores de Fósforo (P) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.....	30
Figura 7 – Teores de Potássio (K) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.....	31
Figura 8 – Teores de Cálcio (Ca) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.....	32
Figura 9 – Teores de Magnésio (Mg) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.....	33
Figura 10 – Teores de Sódio (Na) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.....	34
Figura 11 – Teores de Carbono (C) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.....	36
Figura 12 – Teores de Matéria Orgânica (MO) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.....	37
Figura 13 – Valores de potencial hidrogeniônico (pH) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.....	38
Figura 14 – Valores de Condutividade Elétrica (CE) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.....	39
Figura 15 – Teores de Nitrogênio nas folhas em função das doses de biofertilizante bovino.....	41
Figura 16 – Teores de Fósforo nas folhas em função das épocas de avaliação.....	42
Figura 17 – Teores de Potássio nas folhas em função das doses do biofertilizante bovino.....	43
Figura 18 – Teores de Cálcio nas folhas em função das épocas de avaliação (A) e das doses de biofertilizante bovino (B).....	44
Figura 19 – Teores de Magnésio nas folhas em função das doses de biofertilizante bovino.....	45
Figura 20 – Teores de Enxofre nas folhas em função das épocas de avaliação (A) e doses de biofertilizante bovino (B).....	46
Figura 21 – Teores de Ferro nas folhas em função das doses do biofertilizante bovino.....	47
Figura 22 – Teores de Zinco nas folhas em função das épocas de avaliação (A) e doses de biofertilizante bovino (B).....	48
Figura 23 – Teores de cobre nas folhas em função das doses do biofertilizante bovino.....	49
Figura 24 – Teores de manganês nas folhas em função das épocas de avaliação.....	50
Figura 25 – Teores de Boro nas folhas em função das doses do biofertilizante bovino.....	51
Figura 26 – Teores de sódio nas folhas em função das épocas de avaliação.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química típica de vários materiais orgânicos de origem animal, vegetal e agroindustrial.....	20
Tabela 2 – Caracterização química do biofertilizante bovino.....	24
Tabela 3 – Caracterização química do substrato no início do experimento.....	26
Tabela 4 – Resumo das análises de variância dos teores nutricionais do substrato – N, P, K, Ca, Mg, Na, C, MO, pH e CE – da araruta comum em função das épocas de avaliação e doses do biofertilizante bovino.....	28
Tabela 5 – Resumo das análises de variância dos teores nutricionais por diagnose foliar – N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn, B e Na – da araruta comum em função das épocas de avaliação e doses do biofertilizante bovino.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
<i>Av</i>	Área do vaso
B	Boro
C	Carbono
C/N	Relação Carbono-Nitrogênio
Ca	Cálcio
Cd	Cádio
CE	Condutividade Elétrica
Cu	Cobre
DAP	Dias após o plantio
ECA	Evaporação medida no tanque classe "A"
<i>Ei</i>	Eficiência de irrigação
Fe	Ferro
FEP	Fazenda Experimental Piroás
FUNCAP	Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
g kg ⁻¹	grama por quilograma
GP Bio	Grupo de Pesquisa em Biofertilização
IFSertãoPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano
K	Potássio
<i>Kp</i>	Coeficiente do tanque
LABSAT	Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais
Mg	Magnésio
Mg dm ⁻³	Miligrama por decímetro cúbico
Mg ha ⁻¹	Megagrama por hectare
mg kg ⁻¹	miligrama por grama
mL planta ⁻¹ semana ⁻¹	mililitro por planta por semana
Mn	Manganês
MO	Matéria orgânica
N	Nitrogênio
Na	Sódio
Ni	Níquel
P	Fósforo
PANC's	Plantas alimentícias não convencionais
Pb	Chumbo

PGEA	Programa de Pós-graduação em Energia e Ambiente
pH	potencial Hidrogeniônico
<i>Qg</i>	Vazão do Gotejador
S	Enxofre
<i>Ti</i>	tempo de irrigação
UNILAB	Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GERAL.....	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1. PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS.....	18
3.2. ARARUTA.....	18
3.3. ADUBO ORGÂNICO.....	19
3.4. BIOFERTILIZANTES.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	22
4.2. PLANTIO E ADUBAÇÃO.....	22
4.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	23
4.4. CONSTITUIÇÃO, PREPARO E APLICAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE.....	24
4.5. MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	25
4.6. COLETA DE MATERIAL E COLHEITA.....	25
4.7. VARIÁVEIS ANALISADAS.....	26
4.7.1. Análise química do substrato.....	26
4.7.2. Teor nutricional da planta por diagnose foliar.....	27
4.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1. CARACTERÍSTICAS DE FERTILIDADE DO SUBSTRATO.....	28
5.1.1. Nitrogênio.....	29
5.1.2. Fósforo.....	30
5.1.3. Potássio.....	31
5.1.4. Cálcio.....	32
5.1.5. Magnésio.....	33
5.1.6. Sódio.....	34
5.1.7. Carbono.....	35
5.1.8. Matéria Orgânica.....	36
5.1.9. Potencial Hidrogeniônico.....	37
5.1.10. Condutividade elétrica.....	38
5.2. DIAGNOSE FOLIAR.....	39
5.2.1. Nitrogênio.....	40
5.2.2. Fósforo.....	41

5.2.3.	Potássio.....	42
5.2.4.	Cálcio.....	43
5.2.5.	Magnésio.....	44
5.2.6.	Enxofre.....	45
5.2.7.	Ferro.....	47
5.2.8.	Zinco.....	47
5.2.9.	Cobre.....	48
5.2.10.	Manganês.....	49
5.2.11.	Boro.....	50
5.2.12.	Sódio.....	51
6.	CONCLUSÃO.....	53

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Maranta arundinacea* L., conhecida como araruta, pertence à família *Marantaceae*, é uma planta herbácea de porte ereto que pode atingir altura de 1,20 m (ABRÃO, 2019). Ela é caracterizada como uma planta alimentícia não convencional por possuir um compartilhamento limitado na sociedade (MAPA, 2010). No Brasil, existem três cultivares importantes: crioula, banana e comum (NOGUEIRA; FAKHOURI; OLIVEIRA, 2018; JAYAKUMAR; SUGANTHI, 2017) sendo essa última a mais difundida, por seu alto teor de amido que tem elevado valor de mercado (SHINTU; RADHAKRISHMAN, MOHANAN, 2015; HERNANDEZ-MEDINA et al., 2008).

Ainda são poucas as publicações científicas sobre essa cultura com recomendações de adubação, que maximize teores nutricionais fornecidos ao solo e extraídos para as folhas. As propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato contribuem com o desenvolvimento das plantas estando diretamente associada à produtividade final das culturas (ANTUNES et al., 2019). Com isso, é preciso utilizar ferramentas que avaliem a fertilidade como estratégias que garantam a nutrição adequada (FACTOR et al., 2018).

A análise do substrato, de forma isolada, é insuficiente para garantir o adequado estado nutricional da planta devido a fatores relacionados à absorção. Daí a análise foliar surge como técnica complementar orientando programas de adubação, junto com as informações advindas da análise do substrato (MALAVOLTA et al., 1997). A análise foliar relaciona a quantidade de nutrientes que chegam à planta e foram efetivamente absorvidos.

A utilização do biofertilizante na fertirrigação se apresenta como uma alternativa que possibilita a preservação da saúde do solo e a diminuição do uso de agrotóxico na produção das culturas. O biofertilizante é produzido pela degradação de esterco de origem animal e/ou de restos vegetais, que aplicado ao solo, promove um aumento nas propriedades físico-químicas desse, gerando maior disponibilidade de nutrientes para a planta. A fonte de esterco de bovino é facilmente encontrada nas propriedades agrícolas e sua produção pode ser realizada a baixo custo pelos produtores rurais.

A aplicação de biofertilizante exerce efeitos benéficos sobre o crescimento, trocas gasosas e extração de nutrientes, sendo que as doses a serem empregadas

dependerão do tipo, textura, estrutura e teor de matéria orgânica presente no substrato (SILVA et al, 2013). Além disso, o estudo dos nutrientes acumulados ao longo do cultivo é importante para determinar as épocas em que determinado elemento é mais exigido, possibilitando corrigir deficiências que, porventura, venham ocorrer durante o desenvolvimento da cultura (ESPINDULA JÚNIOR, 2008).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o teor nutricional do substrato e das folhas da araruta comum (*Maranta arundinaceae L.*) em função de épocas de avaliação e das doses de biofertilizante líquido à base de esterco bovino, nas condições climáticas da região do Maciço de Baturité, Ceará.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir o teor nutricional do substrato e das folhas da araruta comum em função de épocas de avaliação;
- Estimar o teor nutricional do substrato e das folhas da araruta comum em função de doses de biofertilizante líquido à base de esterco bovino;
- Analisar a interação entre épocas de avaliação e doses de biofertilizante líquido à base de esterco bovino, no teor nutricional do substrato e das folhas da araruta comum.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS

Plantas Alimentícias Não Convencionais – PANC's – refere-se àquelas espécies que possuem uma ou mais partes comestíveis (KINUPP; LORENZI 2014), tais como raízes tuberosas, tubérculos, bulbos, rizomas, colmos, talos, folhas, brotos, flores, frutos e sementes. Ainda, pode incluir plantas nativas, exóticas cultivadas e espontâneas (BORGES; SILVA, 2017).

Dentro desse grupo, estão as hortaliças não convencionais, que são aquelas que fazem parte de uma cadeia produtiva que não se assemelha às convencionais, em virtude da distribuição limitada de determinada região e que com o passar do tempo tornaram-se esquecidas pela população (MADEIRA; KINUPP, 2016). A facilidade do cultivo, a riqueza em fibras, compostos oxidantes e proteínas geram a necessidade de resgatar o estudo dessas hortaliças não convencionais (ODHAV et al., 2007; KINUPP e LORENZI 2014; SILVA et al., 2018; LIMA et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2020), principalmente por seu valor nutricional (KELEN et al., 2015).

Como exemplo de PANC's, tem-se a araruta (*Maranta arundinacea L.*), azedinha (*Rumex acetosa*), beldroega (*Portulaca oleracea*), capuchinha (*Tropaeolum majus*), ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), peixinho (*Stachys lanata L.*), taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), dentre outras (MAPA, 2018).

3.2. ARARUTA

A espécie *Maranta arundinacea L.*, mais conhecida como araruta, é uma planta herbácea que apresenta folhas pontiagudas que podem atingir de 0,60 a 1,2 m de altura, com rizoma entre 10 e 25 cm. A colheita é realizada em torno de 9 a 12 meses após o plantio, de acordo com as condições climáticas do local, podendo atingir uma produção média de 8 a 12 Mg ha⁻¹ (MAPA, 2018).

No Brasil, há três importantes tipos de araruta: a “Creoula”, a “Banana” e a “Comum”, sendo essa última a mais difundida, talvez por produzir o amido de melhor qualidade (PEREIRA, 2019).

A procura por amido, como matéria-prima para diversos setores da indústria, tem se tornado maior a cada ano, sendo o setor alimentício o seu maior consumidor por conta da fabricação de alimentos para panificação, produção de embalagens,

fármacos e cosméticos (WATERSCHOOT et al., 2015). A araruta possui alto teor de amido resistente (DAMAT et al., 2019) que reduz o índice glicêmico de produtos alimentícios diminuindo os níveis de açúcar na corrente sanguínea (DAMAT, 2013).

O diferencial do amido da araruta, em relação ao de outras tuberosas, se dá devido ao alto preço no mercado internacional, que os similares, (MONTEIRO; PERESSIN, 1997; BRANCO, 2017) ou por sua fécula apresentar boa digestibilidade (COOKE et al., 2000; ZÁRATE; VIEIRA, 2005; SILVEIRA et al., 2013).

Além disso, a araruta vem ganhando destaque, principalmente em sua extração, em virtude de seus rizomas possuírem: amilopectina (73,56%), amilose (25,9%), água (11,9%), fibra insolúvel (8,7%), fibra solúvel (5,0%), gordura (0,84%), cinza (0,58%), proteína (0,14%). O amido de araruta não possui glúten, o que o torna recomendado para pessoas com doenças celíacas, ajuda na redução do risco de doenças degenerativas e funciona como restaurador de energia (PEREIRA, 2019).

Recentemente foram publicados alguns estudos sobre a araruta: crescimento e acúmulo de macronutrientes ao longo do ciclo de cultivo (PEREIRA, 2019); caracterização do amido de araruta orgânica potencial para aplicação tecnológica em alimentos (LIMA et al., 2019); desempenho agrônomo e estado nutricional da araruta em resposta à fertilização com nitrogênio em esterco bovino (SEDIYAMA et al., 2020); produtividade de rizomas e qualidade de fécula de araruta em função da época de colheita (SOUZA et al., 2020). Contudo, faz-se necessário aprofundar os conhecimentos sobre essa cultura para garantir a eficácia da produção dos rizomas e fécula (SOUZA et al., 2016; SOUZA et al., 2018).

3.3. ADUBO ORGÂNICO

O adubo orgânico, também chamado de fertilizante, é o produto de origem vegetal, animal ou agroindustrial que, aplicado ao solo, proporciona a melhoria de sua fertilidade e contribui para o aumento da produtividade e qualidade das culturas (ALCÂNTARA et al., 2018).

Os fertilizantes orgânicos ganham papel de destaque nos cultivos, na produção de mudas e hortaliças, com benefícios econômicos, devido ao baixo custo de produção. Além disso, possuem uma relação solo/planta com acúmulo de carbono, nitrogênio e fósforo orgânico no solo, e com disponibilização gradual de nutrientes durante todo o ciclo da planta (MORAES; FERREIRA, 2016).

Além desses nutrientes, Malavolta (1989) afirma que as culturas necessitam de altos teores de cálcio, magnésio e enxofre e, também, de outros elementos, ainda que em baixa quantidade: boro, cobalto, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco e níquel. Cada fertilizante vai proporcionar uma disponibilidade de nutrientes diferente no solo, dependendo do tipo de material orgânico que está sendo utilizado, podendo variar seus teores em função do tempo (INDRARATNE et al., 2009).

A melhora das condições físicas do solo pode proporcionar uma melhor qualidade do substrato com a liberação de nutrientes para a planta e maior eficiência. Essa, é mensurada pela sua matéria orgânica, composta por resíduos animais e minerais e todas as suas substâncias orgânicas em estado de decomposição, beneficiando a produção da cultura devido a porosidade e a aeração, evitando as perdas pelo escoamento superficial (SILVA; MENDONÇA, 2007).

O esterco é um adubo orgânico de origem animal mais utilizado pelos agricultores. Pode ser usado na forma líquida ou sólida, fresco ou pré-digerido, composto ou vermicomposto, e sua utilização vai depender dos equipamentos, instalações do agricultor e da cultura a ser adubada (MAPA, 2018). A utilização desse tipo de adubo orgânico pode promover a utilização de uma agricultura sustentável (ABREU et al., 2018).

Os dejetos de animais são muito utilizados como fonte de nutrientes e microorganismos, por apresentarem grande concentração de nutrientes (Tabela 1), tais como carbono e nitrogênio (MORAES; FERREIRA, 2016).

Tabela 1 - Composição química típica de vários materiais orgânicos de origem animal, vegetal e agroindustrial.

Matéria Orgânica		C/N	Umidade	C	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Cd	Ni	Pb
			e	----- (g kg ⁻¹) -----							----- (mg kg ⁻¹) -----				
Esterco Fresco	Bovino	20	620	1005	5	2,6	6	2	1	1	33	6	0	2	2
Esterco Curtido	Bovino	21	340	320	15	12	21	20	6	2	217	25	0	2	1
Esterco de Galinha		10	550	140	14	8	7	23	5	2	136	14	2	2	17
Esterco de Porco		9	780	60	7	2	5	12	3	-	242	264	0	2	3
Composto de Lixo		27	410	160	6	2	3	11	1	2	255	107	11	25	111
Lodo de Esgoto		11	500	170	16	8	2	16	6	2	900	435	-	362	360
Vinhaça in natura		17	950	10	0,6	0,1	3	1	0,4	0,5	3	5	-	-	-
Torta de filtro		27	770	80	3	2	0,6	5	0,8	3	20	13	-	-	-
Torta de mamona		10	90	450	45	7	11	18	5	-	128	73	-	-	-
Mucuna		20	870	60	3	0,6	3	2	0,4	-	6	3	-	-	-
Crotalaria juncea		25	860	70	2,8	0,4	3	2	0,4	-	2	1	-	-	-
Milho		46	880	60	1,3	0,2	3	0,5	0,2	0,2	3	1	-	-	-
Aguapé		20	940	20	1	0,1	1	1	0,2	0,2	3	2	0	1	2

Fonte: Raij et al. (1997)

3.4. BIOFERTILIZANTES

Os biofertilizantes são definidos como produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre as plantas cultivadas, melhorando o desempenho da produção e, isentos de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos (MEDEIROS; LOPES, 2006).

Para enriquecimento do biofertilizante, pode-se adicionar cinza de madeira ou cinza de casca de arroz, urina de vaca, plantas trituradas, frutas, farinha de rochas naturais, leite, esterco bovino e de aves, macro e micronutrientes concentrados (BURG, 2019).

A biofertilização é usada em várias culturas e sistemas de produção, principalmente nos sistemas orgânicos, em hortas e pomares, com emprego na adubação foliar, hidroponia, tratamento de sementes e aplicação direta sobre o solo (RODER et al., 2015). Vários são os micronutrientes e macronutrientes presentes nos biofertilizantes e que podem ser absorvidos pelas plantas: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, sílica, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês (BERTOLLO, 2015).

O biofertilizante líquido apresenta algumas vantagens em relação ao fertilizante químico: favorece a multiplicação de microorganismos benéficos que garantem maior vida e saúde ao solo, tornando-o mais poroso, e permite maior aeração em camadas mais profundas, propiciando um maior desenvolvimento das plantas (CANDIAN et al., 2015). Ainda, vale destacar que o biofertilizante líquido é absorvido com mais facilidade por penetrar diretamente na raiz da planta; enquanto o sólido necessita de água da chuva ou irrigação para dissolver-se e fornecer os nutrientes necessários à planta (IZUMI et al., 2010).

O tempo necessário para finalizar o processo de biodigestão é de 30 dias no verão e de 45 dias no inverno, sendo esse curto tempo um fator positivo da produção de biofertilizante (PEREIRA, 2019).

Algumas culturas têm apresentado efeitos nutricionais positivos a partir da utilização de biofertilizante: batata-doce (OLIVEIRA et. al, 2020), pera (PERAZZOLI et. al, 2020), melão (BATISTA et. al, 2019) e tamarindo (ALVES et. al, 2019).

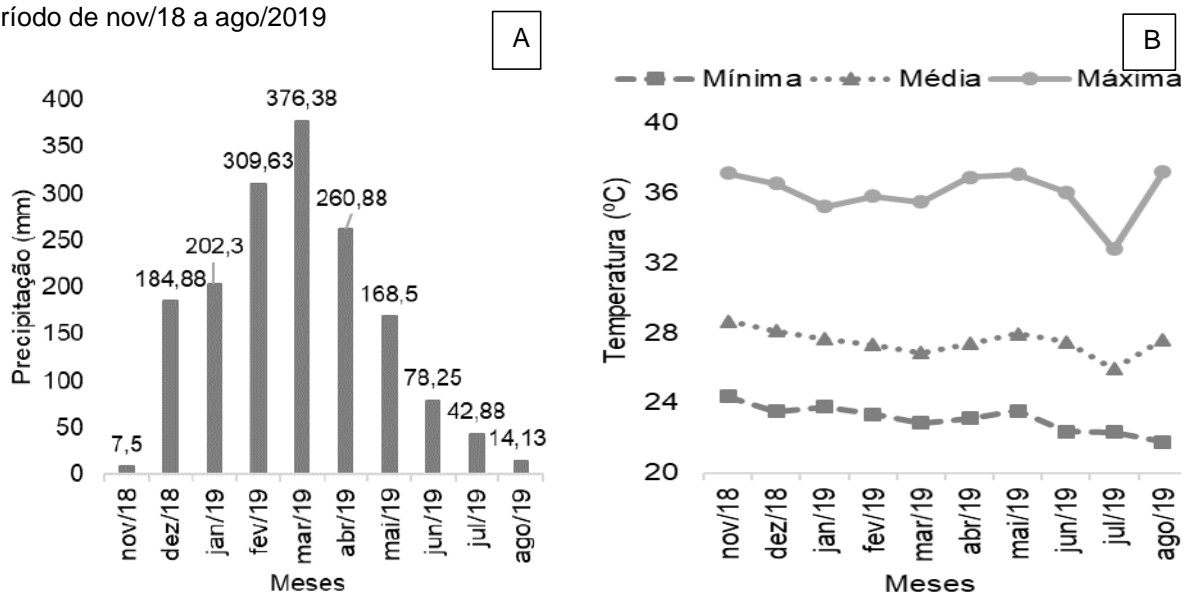
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido no período de 03 de novembro de 2018 a 13 de agosto de 2019 na Fazenda Experimental Piroás (FEP), pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). A FEP está localizada no Distrito de Barra Nova, município de Redenção, no Maciço de Baturité, Estado do Ceará, estando a 240 m de altitude, latitude Sul de 04°14'53" e longitude oeste de 38°45'10".

O clima da região é caracterizado como quente semiárido, com chuvas concentradas entre os meses de janeiro e abril. Durante o período de experimento, a precipitação pluviométrica (Figura 1A) acumulada foi de 1642,33 mm com ocorrência de maior volume precipitado no mês de março/2019 (376,78 mm). As temperaturas (Figura 1B) mínima, máxima e média foram, respectivamente, 23,2°C, 35,9°C e 27,5°C (UNILAB, 2020).

Figura 1 - Precipitação pluviométrica (A) e temperaturas mínima, média e máxima (B) na FEP no período de nov/18 a ago/2019



Fonte: UNILAB (2020)

4.2. PLANTIO E ADUBAÇÃO

Para o plantio, utilizou-se os rizomas de araruta comum (*Maranta arundinaceae* L.) provenientes da própria FEP que foram plantados em vasos de 39,5 L, com as seguintes dimensões: diâmetro superior 36,6 cm; diâmetro inferior 27,0 cm e altura de

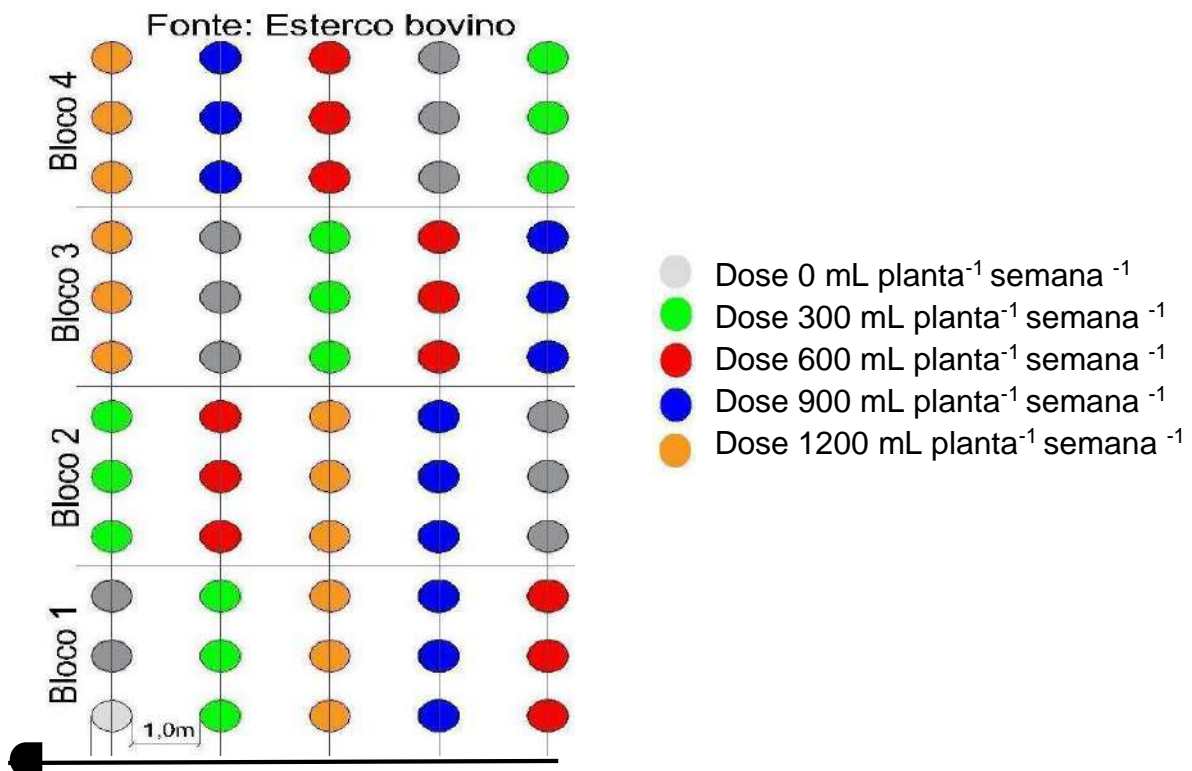
50 cm, sendo 5 cm de material drenante no fundo do vaso, 38 cm de substrato e 7 cm de folga.

No interior dos vasos foi colocada uma camada de brita Nº 01, com o objetivo de facilitar a drenagem. Para o enchimento dos vasos, foi utilizado substrato à base de solo e areia, na proporção de 2:1, sendo o solo da área experimental classificado como areno-argissolo (SANTOS et al., 2006).

4.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, com quatro blocos (Figura 2). As parcelas foram constituídas por três épocas de avaliação do substrato – dia de implantação do experimento, 180 dias após o plantio (DAP) e na colheita (282 DAP) – e duas épocas de avaliação de folha: 180 DAP e 282 DAP. As subparcelas foram constituídas por cinco doses de biofertilizante à base de esterco bovino (0, 300, 600, 900 e 1.200 mL por planta por semana).

Figura 2 - Croqui do experimento



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

4.4. CONSTITUIÇÃO, PREPARO E APLICAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE

Os insumos para o preparo do biofertilizante foram 100 L de esterco bovino; 30 L de esterco avícola; 5 L de cinza de madeira e 270 L de água, homogêneos em caixas d'água, com capacidade para 500 L (DIAS et al., 2015). A caracterização química do biofertilizante bovino (Tabela 2) apresentou teores classificados por Raij et al. (1997) da seguinte forma: P e K (muito baixo), Ca e Mg (baixo), Fe, Cu Mn e Zn (alto).

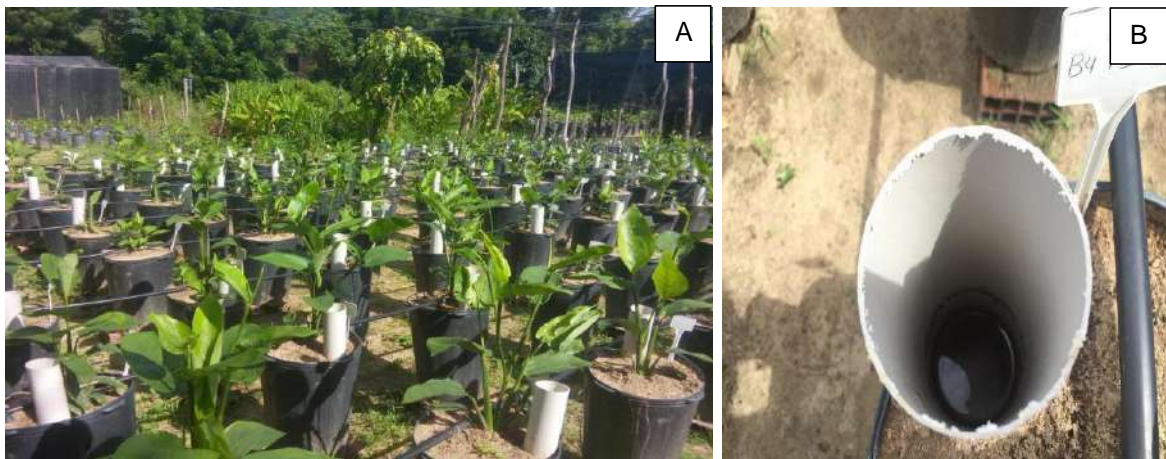
Tabela 2 - Caracterização química do biofertilizante bovino

Características Químicas – Biofertilizante de bovino													
----- g L ⁻¹ -----					-----mg L ⁻¹ -----				dS m ⁻¹	%			
N	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Zn	Cu	Mn	CE	C	MO	C/N	Ph
1,06	0,47	0,05	1,91	0,49	194	6	2	27	6,14	1,09	1,97	10	7,01

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O tempo de fermentação do biofertilizante foi de 30 dias sendo esse aerado duas vezes por dia (processo manual) para acelerar o processo de decomposição. A aplicação das doses (Figura 3A) se deu de forma direta e sem diluição, utilizando um copo medidor específico para esta finalidade, de acordo com as diferentes dosagens definidas para cada tratamento. Essas doses foram divididas igualmente de modo que a aplicação fosse realizada duas vezes por semana, a partir dos 15 DAP, aplicadas até 7 dias antes da colheita. Tubos de PVC de comprimento 0,30m foram instalados ao lado das plantas, na profundidade média de 0,1m, a fim de evitar o acúmulo do insumo na superfície do solo (Figura 3B).

Figura 3 - Aplicação das doses (A) e canos para aplicação do biofertilizante (B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

4.5. MANEJO DA IRRIGAÇÃO

O método de irrigação utilizado foi o localizado, com o sistema do tipo gotejamento, dimensionado para operar com uma linha de emissores por fileira de plantas, totalizando cinco linhas. Foram instalados gotejadores por vaso com vazão de 6 L h⁻¹.

Após a instalação do sistema de irrigação, foi realizada a avaliação da uniformidade do sistema, com a metodologia proposta por Christiansen (1942), obtendo um coeficiente de 92,45%, indicando uma excelente uniformidade (SILVA; AZEVEDO; LIMA, 2002).

No cálculo das lâminas de irrigação, foram levados em consideração os índices pluviométricos das últimas 24h, ou seja, quando a precipitação pluviométrica se mostrava suficiente para suprir a necessidade hídrica das plantas, a irrigação era suspensa. O tempo de irrigação utilizado diariamente era calculado a partir da evaporação medida no tanque classe “A” da FEP, em conformidade com a equação 01.

$$Ti = \frac{ECA * Kp * Av}{Ei * Qg} \quad (01)$$

em que,

Ti - é o tempo de irrigação, em h;

ECA - Evaporação medida no tanque classe “A”, em mm dia⁻¹ (equivalente a L m⁻² dia⁻¹);

Kp – coeficiente do tanque, adimensional (*Kp* = 1,0);

Av – Área do vaso (0,098 m²);

Ei – eficiência de irrigação, adimensional (92,45%);

Qg – vazão do gotejador, em L h⁻¹ (6 L h⁻¹).

4.6. COLETA DE MATERIAL E COLHEITA

Após o experimento ser montado, amostras do substrato foram coletadas, com um trado numa profundidade de 0,0m a 0,2m para caracterização química (Tabela 3). Da mesma forma, procedeu-se para a coleta de solo aos 180 DAP e 282 DAP. As amostras foram homogeneizadas, colocadas em sacos plásticos com capacidade

para 1 kg e identificadas segundo o seu tratamento. Para análise foliar, foram coletadas quatro folhas maduras no terço médio da haste principal das plantas, para cada tratamento, em dois períodos (180 DAP e 282 DAP). Após a coleta das folhas, estas foram acondicionadas em sacos de papel. Todas as amostras de substrato e folhas foram encaminhadas para o laboratório de solos, águas e tecidos vegetais (LABSAT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Limoeiro do Norte – CE.

Tabela 3 - Caracterização química do substrato no início do experimento.

g L ⁻¹					g kg ⁻¹			dS m ⁻¹	mg L ⁻¹	%			
K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	SB	CTC	N	C	MO	CE	P	PST	V	pH
1,97	21,37	6,6	2,01	31,9	42,9	0,30	3,46	5,98	0,62	44	4	75	6,1

Fonte: LABSAT - Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais do IFCE – Campus Limoeiro do Norte-CE (2020)

A colheita foi efetuada manualmente aos 282 DAP, conforme previsto em Monteiro e Peressini (1997). As plantas apresentavam mais de 50% das folhas murchas com coloração amarelada e caimento da parte aérea, ficando totalmente em contato com o solo. Os rizomas foram limpos e separados das raízes (Figura 4).

Figura 4 - Rizomas de araruta retirados do vaso



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

4.7. VARIÁVEIS ANALISADAS

4.7.1. Análise química do substrato

Os teores de nitrogênio (N), sódio (Na) e potássio (K) foram extraídos com solução de Mehlich, enquanto os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram

extraídos pela solução de KCl, pH e água, na proporção (1:2:5), conforme EMBRAPA (1997). Além disso, foram avaliados teores de fósforo (P), sódio (Na), carbono (C), matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE). Para composição e interpretação do resultado, foi utilizado o Manual de Recomendação de adubação e calagem para o estado do Ceará (FERNANDES, 1993).

4.7.2. Teor nutricional da planta por diagnose foliar

Os teores de nitrogênio (N) foram determinados pelo método Kjeldahl, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). No extrato, obtido por digestão nitroperclórica, constatou-se os teores de fósforo (P), por colorimetria; potássio (K) e sódio (Na) por fotometria de chama. Os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica; já os teores de enxofre (S) por turbidimetria. Os teores de boro (B) foram extraídos por incineração e determinados por colorimetria de curmumina (MALAVOLTA et al., 1997).

4.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa estatístico ASSISTAT. Os dados de natureza qualitativa (épocas de avaliação) foram submetidos ao Teste de médias de Tukey ($P < 0,01$) e ($P < 0,05$). Já os dados de natureza quantitativa (doses de biofertilizante) foram submetidos à análise de regressão, no excel, buscando-se ajustar equações com significados biológicos. Na análise de regressão, foram escolhidas as equações que melhor se ajustaram aos dados com base na significância dos coeficientes de regressão a 1%* e 5%** de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R^2).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. CARACTERÍSTICAS DE FERTILIDADE DO SUBSTRATO

No substrato, todos os teores nutricionais testados foram influenciados significativamente pela interação épocas de avaliação e doses de biofertilizante bovino (Tabela 4), exceto o cálcio (Ca). Já as épocas de avaliação, influenciaram significativamente os teores de potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na), matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE). Enquanto que, as doses de biofertilizante bovino influenciaram significativamente os teores de todos os nutrientes testados.

Tabela 4 - Resumo das análises de variância dos teores nutricionais do substrato – N, P, K, Ca, Mg, Na, C, MO, pH e CE – da araruta comum em função das épocas de avaliação e doses do biofertilizante

FV	Quadrado Médio					
	GL	N	P	K	Ca	Mg
Blocos	3	0,018 ^{ns}	87,339 ^{ns}	0,327 ^{ns}	16,486 ^{ns}	1,198 ^{ns}
Épocas(A)	1	0,160 ^{ns}	1095,511 ^{ns}	56,723 ^{**}	195,659 ^{ns}	14,884 [*]
Resíduo(A)	3	0,026	189,272	0,496	24,267	1,117
Doses(B)	4	0,177 ^{**}	4109,094 ^{**}	18,646 ^{**}	204,778 ^{**}	7,86 [*]
Int. A x B	4	0,060 ^{**}	787,094 ^{**}	10,688 ^{**}	18,459 ^{ns}	36,465 ^{**}
Resíduo(B)	24	0,009	97,493	0,303	8,550	2,719
TOTAL	39	-	-	-	-	-
CV (A)	-	24,29	19,81	28,56	17,37	13,08
CV (B)	-	14,14	14,22	22,32	10,31	20,41

FV	Quadrado Médio					
	GL	Na	C	MO	pH	CE
Blocos	3	0,245 ^{ns}	6,805 ^{ns}	7,3615 [*]	0,0232 ^{ns}	0,0024 ^{ns}
Épocas(A)	1	7,0840 [*]	45,255 ^{ns}	218,3967 ^{**}	23,4331 ^{**}	0,6388 ^{**}
Resíduo(A)	3	0,271	12,687	0,8257	0,0437	0,0246
Doses(B)	4	1,713 ^{**}	80,721 ^{**}	25,275 ^{**}	0,2995 ^{**}	0,2181 ^{**}
Int. A x B	4	2,069 ^{**}	17,083 [*]	9,1335 ^{**}	0,1646 ^{**}	0,1065 ^{**}
Resíduo(B)	24	0,121	4,338	1,1486	0,0239	0,0099
TOTAL	39	-	-	-	-	-
CV (A)	-	25,16	26,31	9,49	2,97	34,1
CV (B)	-	16,79	15,39	11,19	2,2	21,63

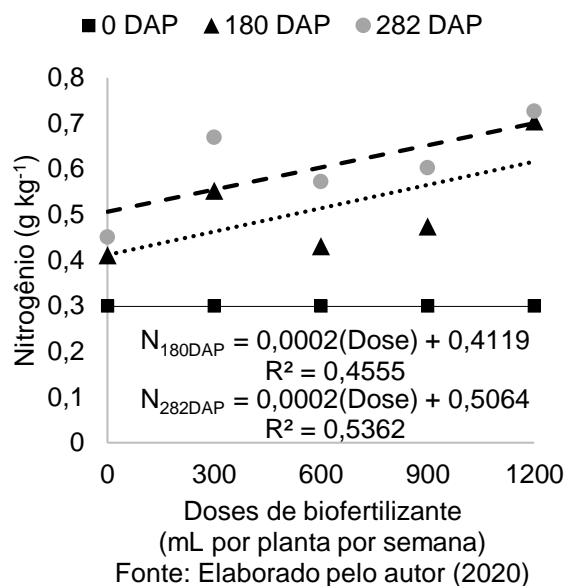
FV – Fonte de variação; GL – Graus de liberdade; QM – Quadrado médio; CV% – Coeficiente de variação em %; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$); ns – não significativo ($p \geq .05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

5.1.1. Nitrogênio

Os teores de nitrogênio no substrato, em função das doses de biofertilizante bovino, para cada época de avaliação, foram ajustados ao modelo linear crescente variando entre 0,41 a 0,70 g kg⁻¹ e 0,44 a 0,72 g kg⁻¹, respectivamente, aos 180 DAP e 282 DAP (Figura 5). Estes valores foram superiores aos da época inicial de avaliação (0,29 g kg⁻¹), podendo ser justificado devido a quantidade de nitrogênio disponibilizada pelo biofertilizante – 1,06 g L⁻¹ (Tabela 2) – e incrementado ao solo, ao longo do ciclo de cultivo, uma vez que a matéria orgânica é rica em disponibilidade de nitrogênio (N) (OLIVEIRA et al., 2020).

Figura 5 – Teores de Nitrogênio (N) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino



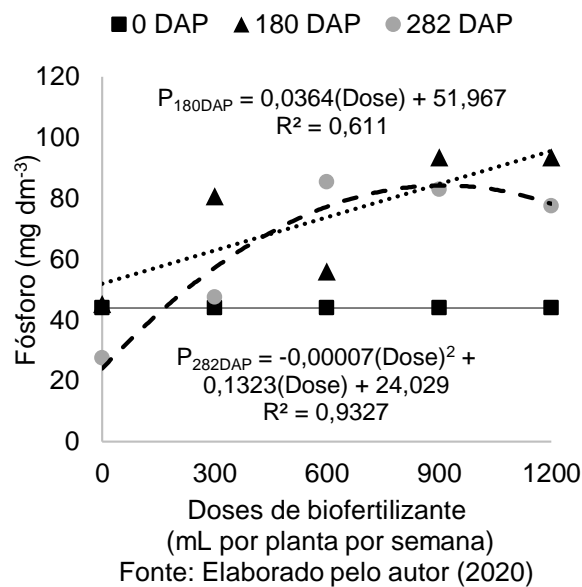
Bitencourt et al. (2020) estudando a ecotoxicologia de biofertilizante bovino e ovino aplicados no milho encontraram comportamento semelhante. Os autores verificaram que os teores de N variaram com modelo linear crescente, para ambas as fontes, porém, utilizando uma dose máxima de biofertilizante de 600 mL por planta por semana.

Kimbamba (2021), estudando três diferentes formas de propagação da araruta comum cultivada em solo e adubada com biofertilizante, constatou, ao final do ciclo da cultura, variação dos teores de Nitrogênio no solo superiores aos das épocas de avaliação deste estudo. Devido ao nitrogênio auxiliar na produção dos tecidos das plantas, o acréscimo deste elemento torna-se essencial para o desenvolvimento da cultura ao longo do cultivo (BITTAR; DE SOUZA, 2021).

5.1.2. Fósforo

Os teores de fósforo no substrato, em função das doses de biofertilizante bovino, aos 180 DAP, foram ajustados ao modelo linear crescente, variando de 45,33 a 93,5 mg dm⁻³ (Figura 6). Aos 282 DAP, os dados foram ajustados ao modelo polinomial quadrático, com teor máximo de P (86,55 mg dm⁻³) para a dose de 946 mL por planta por semana.

Figura 6 – Teores de Fósforo (P) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino



Antes da aplicação dos tratamentos, o teor médio de fósforo no substrato era de 44 mg dm⁻³ e, com a aplicação do biofertilizante, houve um incremento nesse teor, exceto para a dose 0 mL por planta por semana, aos 282 DAP, que devido a não reposição do biofertilizante no solo ao longo do tempo, ocasionou redução de P.

O aumento linear aos 180 DAP pode ser justificado pelo alto teor de P disponível no biofertilizante – 470 mg dm⁻³ (Tabela 02) – classificado como muito alto, conforme IAC (2013), o que é bom para a cultura, em virtude deste nutriente ter como principal função armazenar e transferir energia (MALAVOLTA, 2006). Além disso, o fósforo é um macronutriente importante para composição da célula vegetal e de transdução de sinais e fotossíntese (BARRA et al., 2018).

Já a curva polinomial quadrática, aos 282 DAP, pode ser justificada pelo fato do crescimento das medidas de densidade, diâmetro e comprimento das raízes resultar na maior absorção de fósforo do substrato (JORHI et al., 2015; KAISER et al., 2015; VAN DE WIEL et al., 2016).

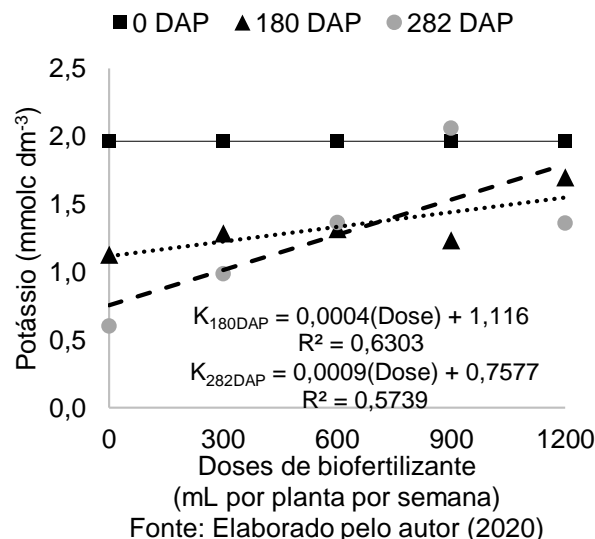
Kibamba (2021) encontrou valores próximos, ao deste estudo, para os teores de P no substrato utilizando o biofertilizante bovino, em função de épocas de coleta do substrato e formas de propagação: por haste (29,46 a 107,7 mg dm⁻³), parte do rizoma (34,81 – 92,6 mg dm⁻³) e rizoma inteiro (28 – 114 mg dm⁻³), ao final do ciclo; e, 36,8 mg dm⁻³, no início do ciclo. Isso pode indicar que esse biofertilizante é uma fonte positiva de fornecimento de fósforo, o que é bom para a araruta, que é muito exigente a esse nutriente (PEREIRA, 2019).

Em cultivares de cebola, o aumento de fósforo foi constatado no solo por Menezes Júnior, Gonçalves e Kurtz (2013) quando aplicado esterco de peru, esterco bovino e biofertilizante à base de esterco bovino.

5.1.3. Potássio

Os teores de potássio no substrato, em função das doses de biofertilizante bovino, para cada época de avaliação, foram ajustados ao modelo linear crescente (Figura 7). Houve variação de 1,13 a 1,7 mmolc dm⁻³, aos 180 DAP, e de 0,60 a 1,36 mmolc dm⁻³, aos 282 DAP, para as doses de 0 a 1200 mL por planta por semana, respectivamente.

Figura 7 – Teores de Potássio (K) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino



Antes da aplicação dos tratamentos, o teor de potássio era de 1,96 mmolc dm⁻³, classificado como baixo (IAC, 2013), mas superior aos teores verificados aos 180 DAP e 282 DAP. O baixo teor de potássio no biofertilizante – 1,28 mmolc dm⁻³ (Tabela 2) – pode ter sido insuficiente para suprir as necessidades da araruta, mesmo nas maiores doses. Apesar do potássio ser o segundo elemento mais requerido pelas

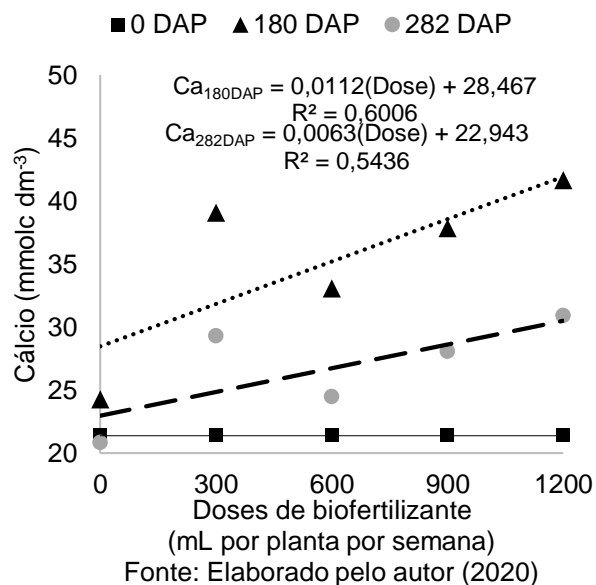
plantas, foi constatada baixa exigência de K em duas variedades de araruta (Seta e Viçosa) (SILVA et al., 2020; PEREIRA, 2019).

Baixos valores de potássio podem interferir na translocação de carboidratos, proteínas e adenosina trifosfato (ATP), além da regulação osmótica, tendo em vista que o K é responsável pela abertura e fechamento de estômatos (KODUR et al., 2009; KELLER, 2010; FAGAN et al., 2016; KARIMI, 2017). Já níveis adequados, estimulam a ativação de enzimas, síntese de proteínas, fotossíntese e relações hídricas que são essenciais para manutenção do sistema produtivo (ZORB; SENBAYRAM; PEITER, 2014; CAVALCANTE et al., 2018). Freire (2011) verificou incremento positivo do teor de K (71, 51 a 90,08 mmolc dm⁻³) no solo utilizando o biofertilizante bovino, classificados por Guimarães et al. (1999) como adequados (>70 mmolc dm⁻³).

5.1.4. Cálcio

Os teores de cálcio no substrato, em função das doses de biofertilizante bovino, para cada época de avaliação, foram ajustados ao modelo linear crescente (Figura 8). Houve variação de 24,26 a 41,66 mmolc dm⁻³ aos 180 DAP e de 20,85 a 30,9 mmolc dm⁻³, aos 282 DAP.

Figura 8 – Teores de Cálcio (Ca) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino



Antes da aplicação dos tratamentos, o teor de cálcio no substrato era de 21,36 mmolc dm⁻³, tendo o biofertilizante uma disponibilidade desse nutriente de 21,37 mmolc dm⁻³. A aplicação contínua do biofertilizante foi positiva, uma vez que, a disponibilidade de cálcio no solo minimiza os efeitos da salinidade e de teores

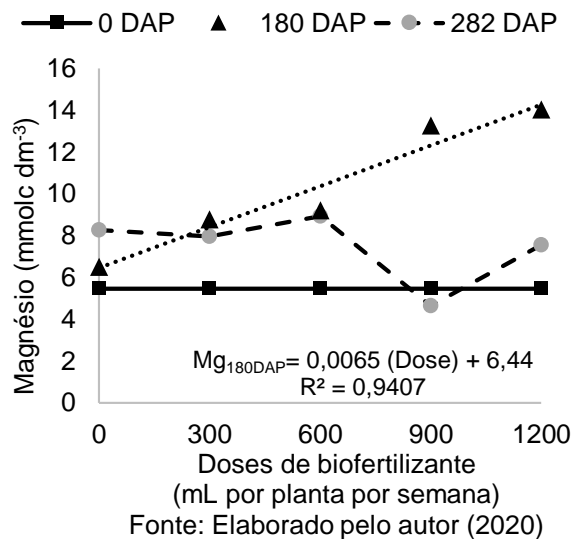
adequados de íons nos tecidos vegetais (TAIZ et al., 2017).

O desenvolvimento das plantas e seu crescimento estão relacionados de forma relevante à disponibilidade de cálcio (KUMAR et al., 2017; CAVALCANTE et al., 2019). Altos teores de Ca no substrato podem ser justificados pela imobilização e/ou adsorção desse nutriente pelo esterco (FREITAS; ARAÚJO; SILVA, 2012). Na maioria das plantas, o cálcio é o terceiro macronutriente mais acumulado, ficando atrás apenas do nitrogênio e potássio (MALAVOLTA et al., 1997; MALAVOLTA, 2006; CAVALCANTE et al., 2012). Aumento nos teores de Ca também foram encontrados por Menezes Júnior, Gonçalves e Kurtz (2013), em análises de amostras de solo coletadas após a colheita de cebola, nos tratamentos que receberam o biofertilizante à base de esterco bovino.

5.1.5. Magnésio

Os teores de magnésio no substrato em função das doses de biofertilizante bovino, aos 180 DAP, foram ajustados ao modelo linear crescente, variando de 6,5 a 14,03 mmolc dm⁻³ (Figura 9). Aos 282 DAP, os teores de Mg não se ajustaram a nenhum dos modelos matemáticos testados.

Figura 9 – Teores de Magnésio (Mg) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino



Antes da aplicação dos tratamentos, o teor de Magnésio era de 6,6 mmolc dm⁻³ e, com a aplicação do biofertilizante, houve um incremento nesses teores. Os teores de Mg, aos 180 DAP e 282 DAP, foram superiores ao teor verificado na análise inicial do substrato, classificado como médio, de acordo com IAC (2013).

O magnésio disponível no solo colabora para o crescimento do sistema radicular e expansão das raízes (MALAVOLTA et al., 1997). Enquanto que o recebimento de fotoassimilados para o sistema radicular, associado ao crescimento excessivo de folhas, são resultantes da interação entre o nitrogênio, o cálcio e o magnésio. Isso pode indicar um maior desenvolvimento da parte aérea, tendo em vista que esse processo afeta a formação de órgãos de reserva energética em se tratando de plantas tuberosas (MAPA, 2018).

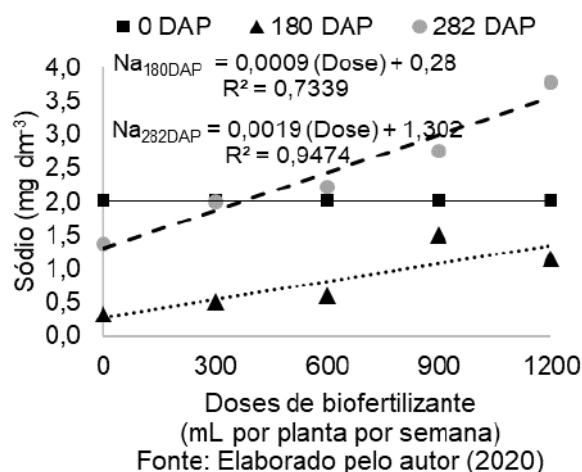
O aumento nos teores de magnésio também foi constatado por Dias et al. (2015), ao analisarem os atributos químicos do solo quando aplicado o biofertilizante bovino e comparando com o solo sem a aplicação. Aumento de Mg, devido ao incremento de biofertilizante no solo, pode interferir positivamente na elevação do pH no solo (EMBRACAL, 2015).

Para o bom desenvolvimento das culturas, o Ca e o Mg são nutrientes importantes e necessários e que respondem em aumento de produtividade, apesar de altos teores de Ca reduzirem a absorção de Mg e ainda serem antagônicos com o K (BORGES, 2017). Para a araruta, a quantidade de magnésio disponível no substrato é fundamental, pois esta cultura tem alta capacidade de extração desse nutriente do solo (PEREIRA, 2019).

5.1.6. Sódio

Os teores de sódio em função das doses de biofertilizante bovino, para cada época de avaliação, foram ajustados ao modelo linear crescente, com variação de 0,32 a 1,16 mmolc dm⁻³ aos 180 DAP, e de 1,36 a 3,78 mmolc dm⁻³, aos 282 DAP (Figura 10).

Figura 10 – Teores de Sódio (Na) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino



Antes da aplicação dos tratamentos, o teor de sódio era de $2,01 \text{ mg dm}^{-3}$, apresentando valor superior a todas as doses aplicadas, aos 180 DAP e, à dose 0 mL por planta por semana, aos 282 DAP.

A aplicação contínua do biofertilizante no solo proporcionou maiores teores de sódio aos 282 DAP, quando comparado com os valores obtidos aos 180 DAP. Esse aumento da quantidade de Na pode estar relacionado às altas taxas de evaporação, das características do solo, e condições geomorfológicas e hidrogeológicas locais (WHITMORE, 1975).

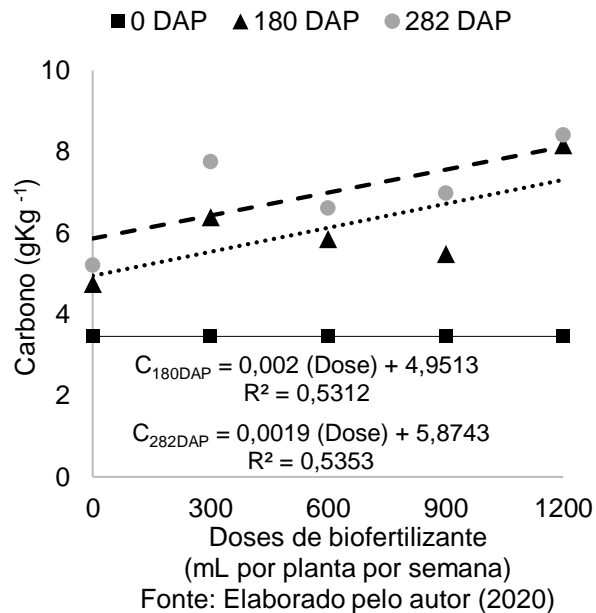
Os baixos teores de sódio no solo, aos 180 DAP, se comparado às demais épocas de avaliação e doses de biofertilizante bovino, pode ser um elemento benéfico para a cultura, uma vez que o excesso desse nutriente pode afetar a produção da planta (PEDROTTI et al., 2015) mas sua falta não é fator limitante para o crescimento da cultura (FAQUIN, 2005; COSTA, 2014).

Cá (2019) estudando a araruta adubada com biofertilizante bovino em função de épocas de avaliação, sob as mesmas condições deste estudo, constatou maiores crescimentos após os 180 DAP: altura das plantas (219 DAP), número de folhas (248 DAP) e diâmetro da base do pseudocaule (185 DAP). Já Costa (2021), neste mesmo estudo da araruta adubada com cinco doses de biofertilizante bovino e ovino, encontrou resposta linear crescente na produtividade. Enquanto que, Pereira (2019) constatou decréscimo polinomial quadrático nas reservas contidas nos rizomas-semente ao longo do ciclo da araruta Seta e Viçosa.

5.1.7. Carbono

Os teores de Carbono, em função das doses de biofertilizante bovino, para cada época de avaliação, foram ajustados ao modelo linear crescente, com variação de $4,75$ a $8,16 \text{ g kg}^{-1}$ aos 180 DAP e de $5,21$ a $8,42 \text{ g kg}^{-1}$ aos 282 DAP (Figura 11). Antes da aplicação dos tratamentos, o teor de carbono era de $3,46 \text{ g kg}^{-1}$ e, com a aplicação do biofertilizante, houve um incremento nesses teores, que pode ser justificado pela aplicação contínua do biofertilizante, sendo positivo o cultivo em vaso que tem a capacidade de concentrar o acúmulo de carbono (ALTIERI, 2012).

Figura 11 – Teores de Carbono (C) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino



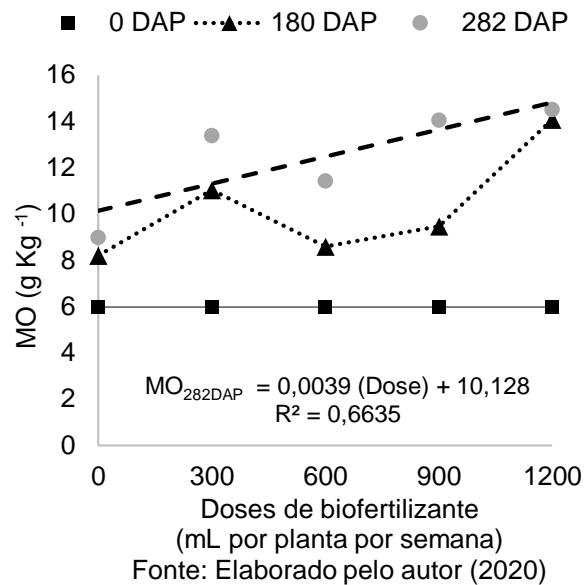
Acúmulos de carbono com a aplicação e incremento do biofertilizante também foram constatados por Lourenzi et al. (2011). Guardini et al. (2012) mencionam que o aumento nos teores de C no solo está relacionado com a composição, frequência e a quantidade do material do biofertilizante que é aplicado à cultura, o que justifica valores superiores aos 282 DAP se comparado aos 180 DAP.

Para Parron et al. (2015), o carbono contribui para a estabilidade da estrutura do solo provocando a decomposição e liberação de nutrientes para as plantas, por este nutriente apresentar alta capacidade de retenção de água.

5.1.8. Matéria Orgânica

Os teores de matéria orgânica, em função das doses de biofertilizante bovino, aos 180 DAP, não foram ajustados a nenhum dos modelos testados (Figura 12). O valor mínimo obtido foi de 8,2 g kg⁻¹ na dose 0 mL por planta por semana e valor máximo de 14,08 g kg⁻¹ na dose de 1200 mL por planta por semana. Aos 282 DAP, os teores de MO foram ajustados ao modelo linear crescente, variando de 8,99 a 14,51 g kg⁻¹.

Figura 12 – Teores de Matéria Orgânica (MO) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino.



Os teores de MO no substrato foram superiores para todas as doses do biofertilizante bovino, aos 180 e 282 DAP, se comparados à época inicial de avaliação (5,97 g kg⁻¹). O incremento do biofertilizante bovino no solo – 1,98 g kg⁻¹ de MO (Tabela 2) – pode justificar o aumento nos teores da matéria orgânica, por esta atuar na retenção dos adubos no solo, aumentando a disponibilidade de nutrientes disponíveis para a planta, além de ajudar na retenção de água (ZANDONADI et al., 2014).

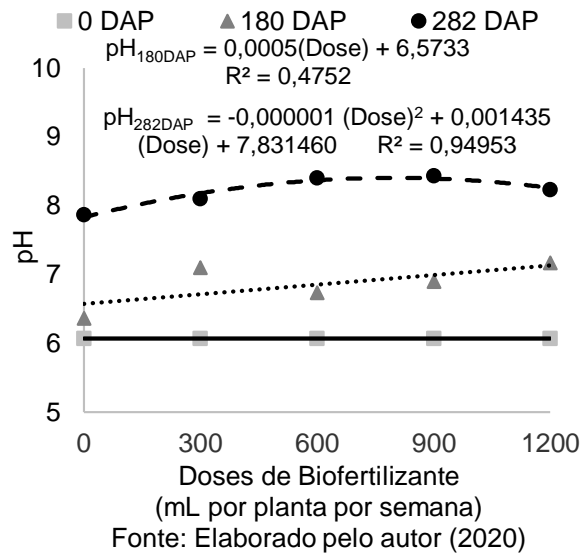
Elevados teores de MO também foram constatados por Lima et al. (2013) incrementando biofertilizante bovino e por Borges (2017) trabalhando com biofertilizante de caprino. Rodrigues et al. (2008) afirmam que o esterco bovino vem sendo bastante utilizado para aumento de MO, ratificado por Chiodini et al. (2013), que afirmam que os nutrientes liberados no solo são em função da decomposição dos resíduos orgânicos.

5.1.9. Potencial Hidrogeniônico

Os valores de pH, em função das doses de biofertilizante bovino, foram ajustados ao modelo linear crescente aos 180 DAP, variando de 6,36 a 7,16 (Figura 13). Aos 282 DAP, os dados foram ajustados ao modelo polinomial quadrático, com máximo de 8,34 (alcalino) na dose de 717 mL por planta por semana. Valores de pH, aos 180 DAP e 282 DAP foram superiores aos da época inicial de avaliação (6,06),

com aumento das doses, que podem ser justificados pelo incremento do biofertilizante que apresentou pH de 7,01.

Figura 13 – Valores de potencial hidrogeniônico (pH) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino



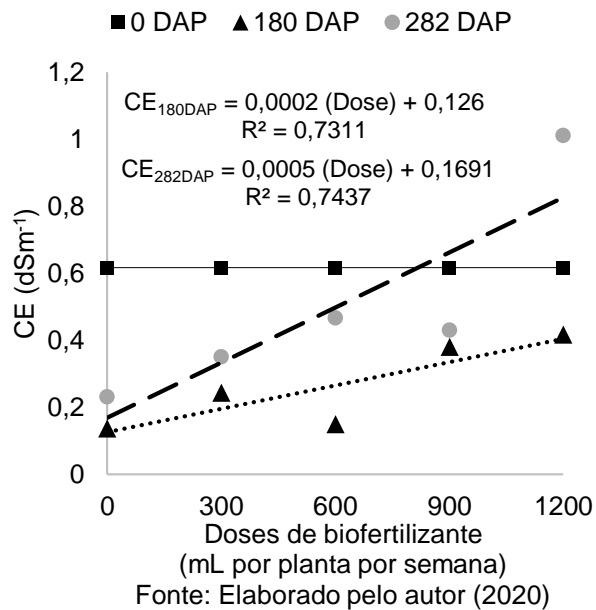
Valores de pH no substrato, de 5,8 a 7,5, encontrados aos 180 DAP podem influenciar no crescimento das plantas devido ao seu efeito sobre a disponibilidade de nutrientes, principalmente dos micronutrientes (WALLER; WILSON, 1983). Já os valores elevados (8,0 e 8,5), verificados aos 282 DAP, e classificados como alcalino, podem indicar a entrada e saída de bases em função da adição de biofertilizante e consequente indisponibilidade de elementos tais como fósforo, manganês, zinco e cobre (MULLER, 2012).

5.1.10. Condutividade elétrica

Os valores de condutividade elétrica, em função das doses de biofertilizante bovino, para cada época de avaliação, foram ajustados ao modelo linear crescente, com variação de 0,13 a 0,41 dS m⁻¹ e 0,23 a 1,01 dS m⁻¹, respectivamente, aos 180 DAP e 282 DAP (Figura 14).

Valores de CE, aos 180 DAP e 282 DAP, foram inferiores à CE da época inicial de avaliação (0,62 dS m⁻¹), exceto para as doses de 900 e 1200 mL por planta por semana, aos 282 DAP.

Figura 14 – Valores de Condutividade Elétrica (CE) no substrato em função das doses de biofertilizante bovino



Francisco et al. (2015) constataram que as medidas da condutividade elétrica podem ser um indicativo de concentração de sais dissolvidos no solo, além de ser a variável utilizada para avaliação dos riscos de sais no sistema solo-planta (SOUZA et al., 2013). Apesar da CE elevada do biofertilizante (6,14 dS m⁻¹), o incremento no solo acarretou em uma baixa condutividade elétrica disponível em todo o período avaliado. Além disso, os valores máximos de PST (3%) e pH (8,34) encontrados neste estudo se enquadram nos critérios de classificação de solo normal (RICHARDS, 1970), sem risco de salinização e sodificação do substrato.

5.2. DIAGNOSE FOLIAR

Nas folhas, as épocas de avaliação e as doses de biofertilizante bovino (Tabela 5) influenciaram significativamente os teores de nitrogênio (N), potássio (K), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu), boro (B) e sódio (Na). Já as épocas de avaliação influenciaram significativamente todos os nutrientes foliares testados, exceto o ferro (Fe). Enquanto que as doses de biofertilizante bovino influenciaram significativamente os teores de N, K, Ca, enxofre (S), zinco (Zn) e Na.

Tabela 5 - Resumo das análises de variância dos teores nutricionais por diagnose foliar – N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn, B e Na – da araruta comum em função das épocas de avaliação e doses do biofertilizante bovino.

FV	Quadrado Médio						
	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	10,2997 ^{ns}	0,0228 ^{ns}	2,6419 ^{ns}	0,2018 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,031 ^{ns}
Épocas (A)	1	238,1928 ^{**}	1,156 [*]	155,0784 ^{**}	52,1665 ^{**}	20,9815 ^{**}	57,9605 ^{**}
Resíduo (A)	3	4,5323	0,0957	4,1777	1,2055	0,4176	0,1411
Doses (B)	4	20,4370 ^{**}	0,3935 ^{ns}	23,2535 ^{**}	8,1691 ^{**}	1,0237 ^{ns}	7,9144 ^{**}
Int. A x B	4	11,2032 [*]	0,1306 ^{ns}	16,7341 ^{**}	3,266 ^{ns}	2,4687 [*]	0,1753 ^{ns}
Resíduo (B)	24	3,741	0,02748	3,0861	1,9073	0,814	0,286
Total	39	-	-	-	-	-	-
CV (A)	-	10,76	10,51	9,12	11,49	9,16	7,56
CV (B)	-	9,77	17,81	7,84	14,46	12,78	10,76

FV	Quadrado médio						
	GL	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Na
Blocos	3	124,3555 ^{ns}	12,3662 ^{ns}	7,7055 ^{ns}	1,4222 ^{ns}	24,4222 ^{ns}	97,3743 ^{ns}
Épocas (A)	1	1299,486 ^{ns}	120,2008 ^{**}	376,198 ^{**}	5953,356 ^{**}	5382,632 ^{**}	857,1056 [*]
Resíduo (A)	3	193,8666	2,2008	8,8722	20,2666	12,0666	72,3076
Doses (B)	4	69,5711 ^{ns}	57,1838 ^{**}	5,0697 ^{ns}	132,5082 ^{ns}	31,729 ^{ns}	6618,191 ^{**}
Int. A x B	4	428,261 [*]	7,2064 ^{ns}	8,0362 [*]	147,6948 ^{ns}	61,0703 [*]	4215,986 ^{**}
Resíduo (B)	24	147,3055	6,9296	2,0111	135,4555	14,8833	83,3956
Total	39						
CV (A)	-	19,12	11,56	37,39	6,16	10,95	13,58
CV (B)	-	16,66	20,51	17,8	15,93	12,16	14,58

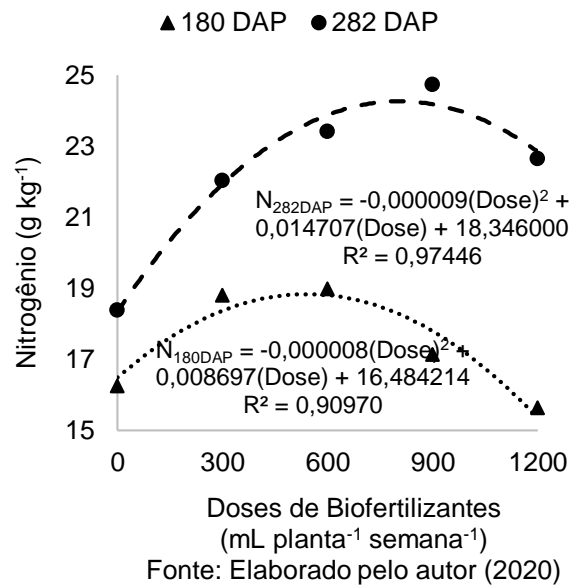
FV – Fonte de variação; GL – Graus de liberdade; QM – Quadrado médio; CV% – Coeficiente de variação em %; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$); ns – não significativo ($p \geq .05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

5.2.1. Nitrogênio

Os teores de nitrogênio nas folhas, em função das doses de biofertilizante bovino, para cada época de avaliação, foram ajustados ao modelo polinomial quadrático (Figura 15). Obteve-se máximo teor de N foliar de 18,84 g kg⁻¹ na dose 543 mL por planta por semana e 24,35 g kg⁻¹ na dose 817 mL por planta por semana, respectivamente, aos 180 DAP e 282 DAP. Esses teores ficaram abaixo do adequado para outras tuberosas: batata (40 a 50 g kg⁻¹), batata-doce (33 a 45 g kg⁻¹) e mandioca (45 a 60 g kg⁻¹) (LORENZI; MONTEIRO; MIRANDA FILHO, 1997).

Figura 15 – Teores de Nitrogênio nas folhas em função das doses de biofertilizante bovino.



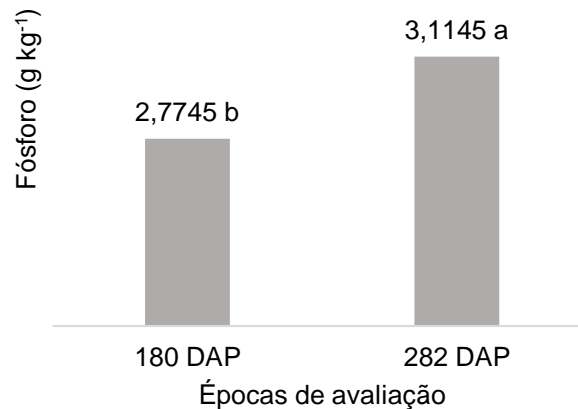
Superioridade de N aos 282 DAP, se comparado aos 180 DAP, pode estar relacionada ao incremento do biofertilizante no solo, caracterizando a araruta como uma cultura com alta absorção do nutriente disponibilizado no solo, além de ser capaz de fornecer minerais necessários às plantas (SANTOS et al., 2017).

Trabalhando a adubação da araruta (Seta e Viçosa) com fertilizante sintético, Pereira (2019) constatou valores superiores de nitrogênio nas folhas (239,0 kg ha⁻¹ aos 222 DAP) ao deste estudo (24,35 g kg⁻¹), que pode ser explicada pelo tipo de adubo adotado, tendo aquele fertilizante sintético ocasionado maiores acúmulos de N nas folhas.

5.2.2. Fósforo

Uma superioridade de 12,2% no teor de fósforo nas folhas, aos 282 DAP, foi constatado em relação à avaliação realizada aos 180 DAP (Figura 16). Este resultado pode ser explicado pela constante aplicação do biofertilizante bovino ao substrato ao longo do ciclo, em que a disponibilidade do P – 0,47 g L⁻¹ (Tabela 02) – em níveis ótimos, proporcionam desempenho favorável da cultura (CASTRO et al., 2016). Os teores de P acumulados nas folhas estão dentro dos níveis adequados se comparados a outras tuberosas: batata (2,5 a 5 g kg⁻¹) e da batata doce (2,3 a 5 g kg⁻¹) (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013).

Figura 16 – Teores de Fósforo nas folhas em função das épocas de avaliação



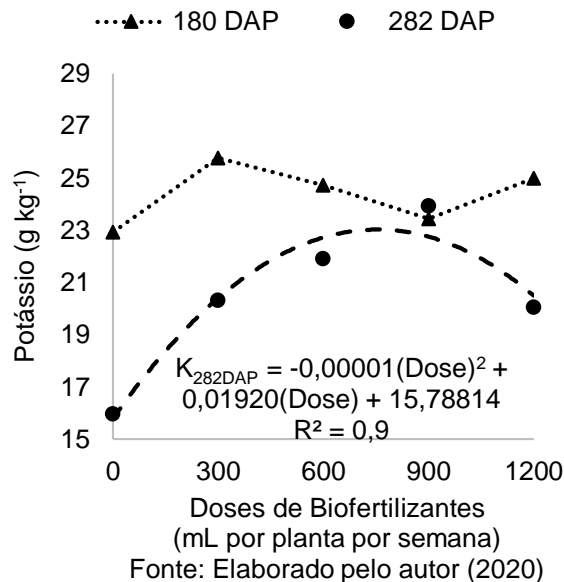
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Aos 180 DAP, Sediya et al. (2020) encontraram valor médio de P (2,71 g kg⁻¹) adubando a araruta “Comum” com esterco bovino, correspondendo aos valores próximos deste estudo. Pereira (2019) constatou que, ao final do ciclo, os teores de P se acumularam em maior quantidade média, de 3,8 g kg⁻¹, na araruta comum ‘Viçosa’, sendo este valor superior ao valor médio obtido aos 282 DAP, para a mesma variedade, utilizando fertilizante sintético.

5.2.3. Potássio

Os teores de potássio nas folhas em função das doses de biofertilizante bovino, aos 180 DAP, não foram ajustados a nenhum dos modelos matemáticos testados, com valor mínimo de 22,93 g kg⁻¹ na dose 0 mL por planta por semana e valor máximo de 25,76 g kg⁻¹ na dose de 300 mL por planta por semana (Figura 17). Já aos 282 DAP, os teores de K foram ajustados ao modelo polinomial quadrático, com máximo de 25 g kg⁻¹, na dose 960 mL por planta por semana. Os valores encontrados estão próximos a da tuberosa mandioca (10 a 20 g kg⁻¹) e menores que na batata (40 a 65 g kg⁻¹) e batata-doce (31 a 45 g kg⁻¹) (LORENZI; MONTEIRO; MIRANDA FILHO, 1997).

Figura 17– Teores de Potássio nas folhas em função das doses do biofertilizante bovino



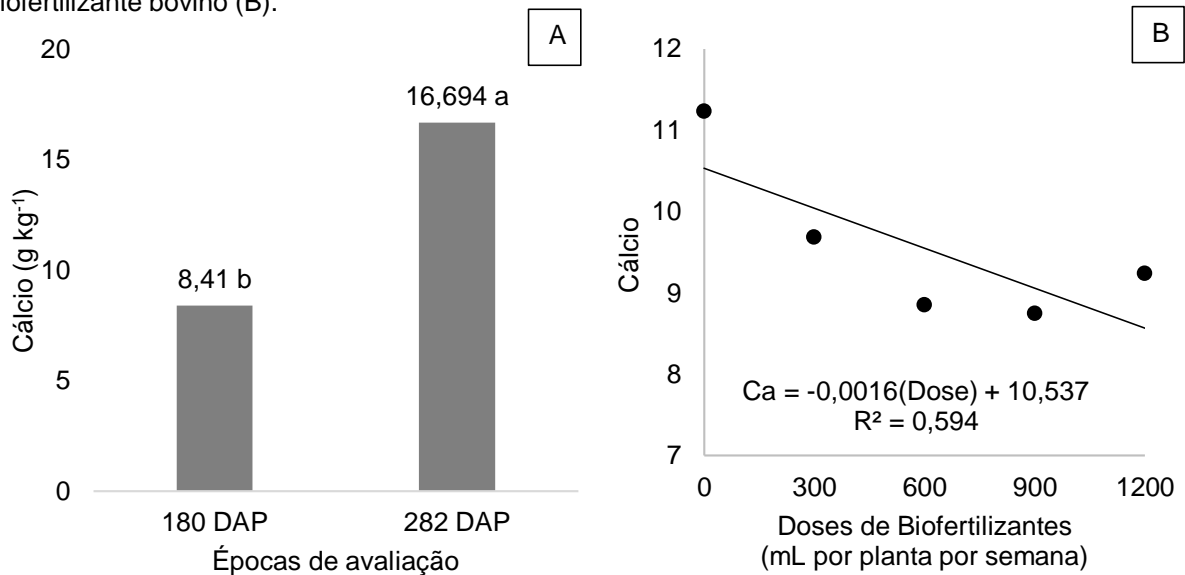
A resposta dos teores de K, aos 282 DAP, pode estar associada à retranslocação do nutriente para outros órgãos da planta, em especial para os rizomas. Valores inferiores de K aos 282 DAP, se comparado aos 180 DAP, também podem ser justificados pela senescência das folhas em que há uma redistribuição desse nutriente das folhas mais velhas para as mais jovens (OLIVEIRA; ARAÚJO; GUERRA, 2011).

Aos 282 DAP foram constatados valores semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2013) de 22,3 g kg⁻¹, avaliando doses de potássio na cultura do inhame. Ainda, com a mesma cultura, Silva (2017) obteve valor de 21,5 g kg⁻¹ de K avaliando adubação mineral e Dantas (2011), valor de 13,4 g kg⁻¹, trabalhando com adubação orgânica.

5.2.4. Cálcio

Os teores de Cálcio apresentaram superioridade de 98% aos 282 DAP, quando comparado à análise realizada aos 180 DAP (Figura 18A). Isso pode ser justificado pelo fato da aplicação de cálcio no solo aumentar o acúmulo deste macronutriente na folha (SILVA JÚNIOR et al., 2013). Os valores encontrados estão próximos a outras tuberosas: batata (10 a 20 g kg⁻¹), batata-doce (7 a 12 g kg⁻¹) e mandioca (5 a 15 g kg⁻¹) (LORENZI; MONTEIRO; MIRANDA FILHO, 1997).

Figura 18– Teores de Cálcio nas folhas em função das épocas de avaliação (A) e das doses de biofertilizante bovino (B).



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Os teores de Ca em função das doses de biofertilizante bovino foram ajustados ao modelo linear decrescente (Figura 18B). Isso pode ser justificado pelo fato de maior disponibilidade de K ($25,5 \text{ g kg}^{-1}$) proporcionar crescimento inverso aos teores de Ca^{+2} ($10,543 \text{ g kg}^{-1}$) e Mg^{+2} ($4,56 \text{ g kg}^{-1}$), corroborando com Fernandes et al. (2017), que encontraram resposta semelhante na parte aérea de plantas de mandioca.

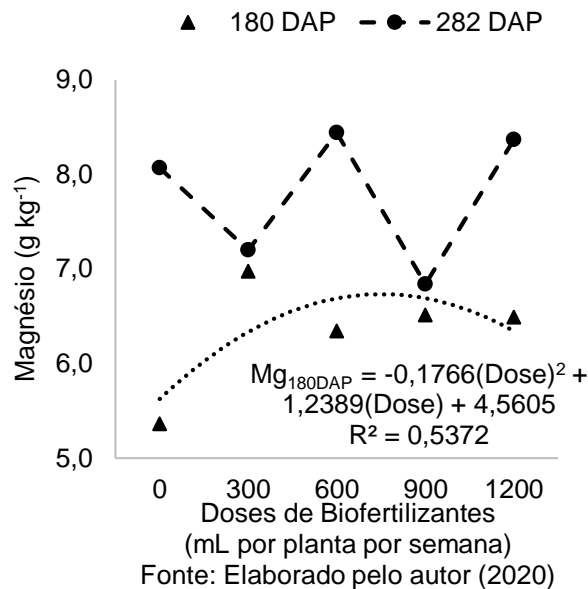
Lima (2021) também encontrou teores de Cálcio variando de forma linear decrescente em função da aplicação das doses de biofertilizante ovino ($12,83 \text{ g kg}^{-1}$ nos tratamentos sem a adubação e máximo teor de $8,27 \text{ g kg}^{-1}$ relativo à maior dose do insumo 1.200 mL por planta por semana). Já Pereira (2019) encontrou teores de cálcio constantes para a araruta comum 'Viçosa' ($6,34 \text{ g kg}^{-1}$) e Seta ($4,95 \text{ g kg}^{-1}$), ao longo dos períodos de avaliação, valores inferiores aos obtidos neste estudo. Além disso, todos os teores de Ca encontrados na araruta, em função das doses de biofertilizante bovino em ambas as épocas, foram superiores ao valor médio de $4,27 \text{ g kg}^{-1}$, encontrado por Sedyama et al. (2020) para a mesma cultura.

5.2.5. Magnésio

Os teores de magnésio nas folhas em função das doses de biofertilizante bovino, aos 180 DAP, foram ajustados ao modelo polinomial quadrático, com máximo de $7,38 \text{ g kg}^{-1}$, na dose 1100 mL por planta por semana (Figura 19). Já aos 282 DAP, os teores de Mg não foram ajustados a nenhum dos modelos matemáticos testados,

com valor mínimo 6,84 g kg⁻¹ na dose 900 mL por planta por semana e valor máximo de 8,43 g kg⁻¹ na dose de 600 mL por planta por semana. A variação dos teores de Mg é superior ao tubérculo batata (3 a 5 g kg⁻¹), mas estão dentro da faixa de valores para o tubérculo batata doce (3 a 12 g kg⁻¹) (LORENZI; MONTEIRO; MIRANDA FILHO, 1997).

Figura 19 – Teores de Magnésio nas folhas em função das doses de biofertilizante bovino

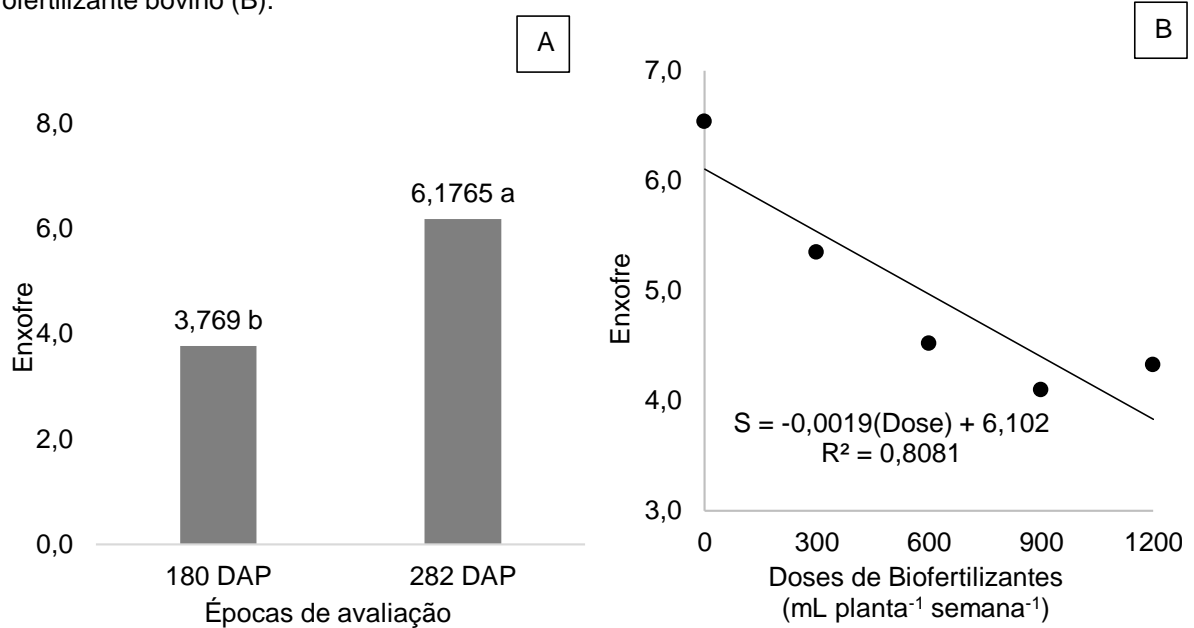


Plantas bem nutridas em K apresentam maior crescimento, acarretando numa redução da concentração de Mg (MALAVOLTA, 2006). Analisando outras tuberosas sabe-se que teores de Mg e enxofre são os macronutrientes que tendem a ser menos absorvidos no cultivo da batata (PAULA; FONTES; NOGUEIRA, 1986) e superiores aos de fósforo (YORINORI, 2003). Além disso, existe o antagonismo do K ao efeito tóxico do Na que pode inibir a absorção de magnésio pela cultura (SANTOS et al., 2017).

5.2.6. Enxofre

Os teores de enxofre apresentaram superioridade de 64% aos 282 DAP, quando comparado aos valores obtidos aos 180 DAP (Figura 20A). Os teores de S em função das doses de biofertilizante bovino foram ajustados ao modelo linear decrescente (Figura 20B).

Figura 20 – Teores de Enxofre nas folhas em função das épocas de avaliação (A) e doses de biofertilizante bovino (B).



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A variação dos teores de S estão próximos aos valores adequados para outros tubérculos: batata (2,5 a 5 g kg⁻¹), batata doce (4 a 7 g kg⁻¹) e macaxeira (3 a 4 g kg⁻¹) (LORENZI; MONTEIRO; MIRANDA FILHO, 1997). Elevação nos teores de enxofre aos 282 DAP, se comparado aos 180 DAP, podem ser justificados pela relação direta que o enxofre tem com o Nitrogênio, atuando indiretamente na formação da clorofila e na estruturação das proteínas vegetais (SFREDO; LANTMANN, 2007). O enxofre apresentou maior variação, se comparado às duas épocas de avaliação, influenciando no crescimento e produção vegetal (CHAVES, 2017).

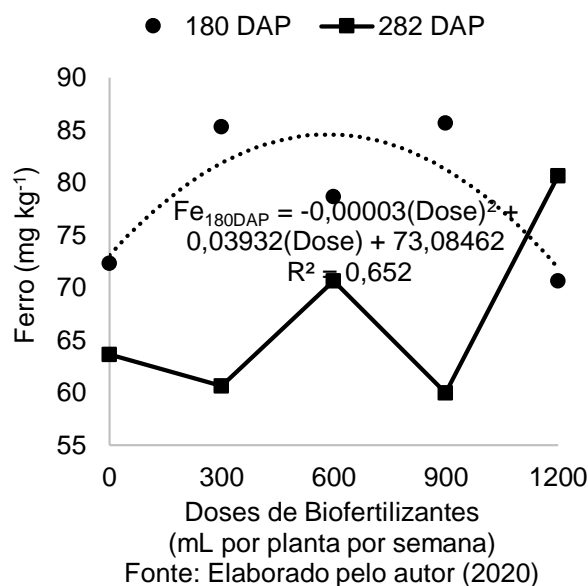
Já o incremento de S no solo, pode indicar problemas na adsorção desse nutriente, uma vez que, quando a quantidade de enxofre adsorvido no solo aumenta, ocorre menor disponibilidade de S para as plantas (TZI TZIBOY, 1998). Malavolta (1997) afirma que o enxofre é um elemento essencial para as culturas uma vez que 90% da constituição desse nutriente é de proteínas.

A variação nos teores de enxofre, tanto para as épocas de avaliação quanto para as doses de biofertilizante bovino, convergem com variação dos teores desse nutriente na parte aérea da araruta comum 'Viçosa' (mínimo de 1,5 g kg⁻¹ e máximo de 6,2 g kg⁻¹, respectivamente, aos 225 DAP e 285 DAP), encontradas por Pereira (2019).

5.2.7. Ferro

Os teores de ferro nas folhas, em função das doses de biofertilizante bovino, foram ajustados ao modelo polinomial quadrático, aos 180 DAP, apresentando valor máximo de 86 mg kg⁻¹, na dose 655 mL por planta por semana (Figura 21). Aos 282 DAP, os teores não foram ajustados a nenhum dos modelos matemáticos testados com mínimo de 60 mg kg⁻¹ e máximo de 80,66 mg kg⁻¹, respectivamente, nas doses de 900 e 1200 mL por planta por semana.

Figura 21– Teores de Ferro nas folhas em função das doses do biofertilizante bovino



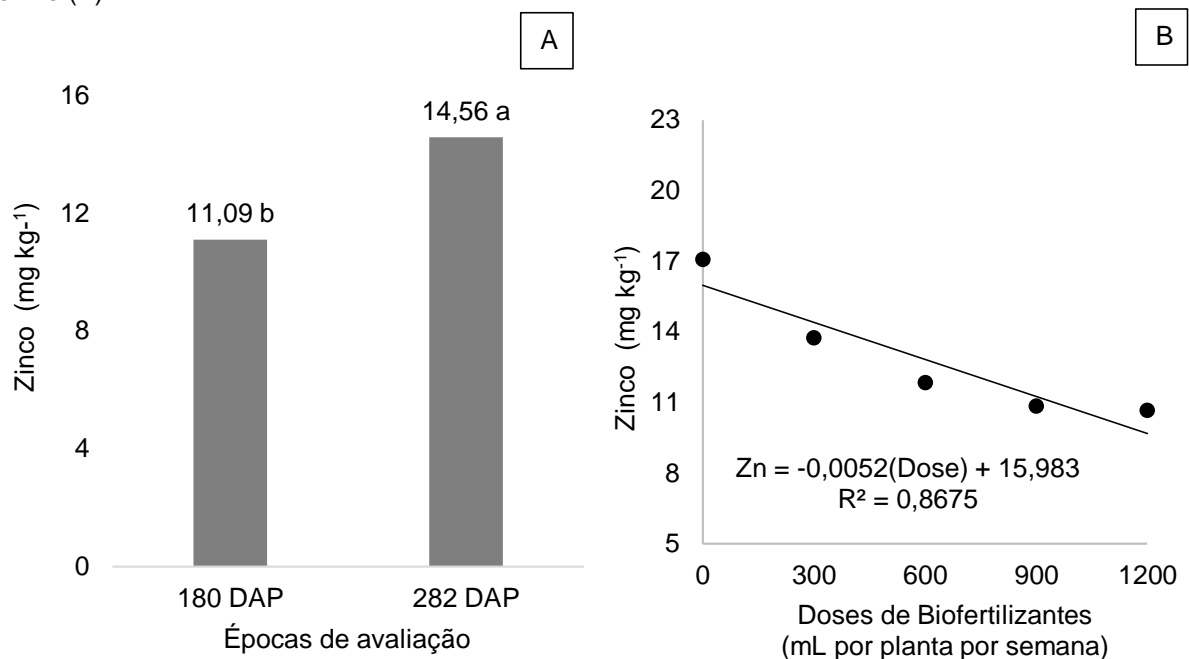
Nas épocas avaliadas, a reposição dos teores de Ferro encontra-se dentro da faixa de valores adequados, se comparado a outros tuberosas como a batata (50 a 100 mg kg⁻¹) e batata doce (40 a 100 mg kg⁻¹) (PREZOTTI, 2013). Valor superior (376 mg kg⁻¹), que pode estar relacionado ao tipo de biofertilizante utilizado, foi constatado por De Souza et al. (2017), em folhas de batateira da cultivar Asterix, com a utilização de fertilizantes organominerais e por Soratto, Fernandes e Souzaschlick (2011), estudando a exportação de micronutrientes em cultivares de batata.

5.2.8. Zinco

Considerando as épocas de avaliação, os teores de zinco apresentaram superioridade de 31% aos 282 DAP, quando comparado aos 180 DAP, indicando que com a aplicação contínua do biofertilizante a disponibilidade desse nutriente pode

umentar (Figura 22A). Os teores de Zn em função das doses de biofertilizante bovino foram ajustados ao modelo linear decrescente (Figura 22B). Esse decréscimo pode estar associado à concentração de Zinco no solo que pode diminuir 30 vezes para cada unidade de aumento do pH entre 5,0 e 7,0 (LOPES, 1998). A absorção do Zn também pode sofrer alterações metabólicas ocasionadas por Cd, Ca, Cu, Fe, Mn e Se (MATTIAS et al., 2010).

Figura 22 – Teores de Zinco nas folhas em função das épocas de avaliação (A) e doses de biofertilizante bovino (B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Conforme Raij et al. (1997), os níveis adequados de zinco para a maioria das culturas é de 20 a 100 mg kg⁻¹. Os valores obtidos, para as duas épocas de avaliação, estão fora do intervalo recomendado, que pode ser justificado devido ao baixo teor de Zn disponível no biofertilizante (6 mg L⁻¹) aplicado ao substrato.

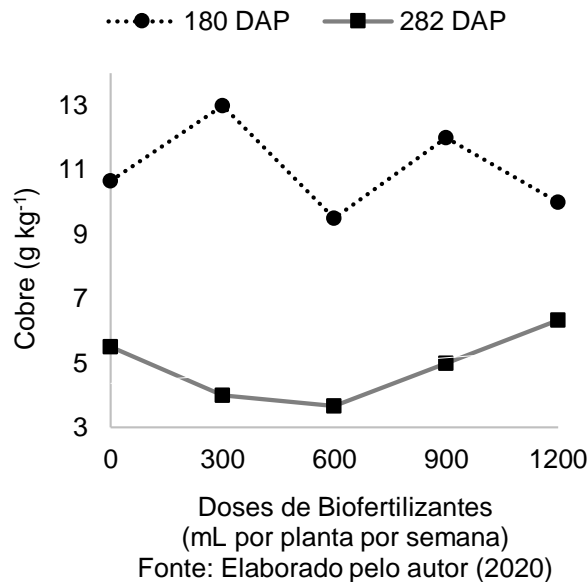
Lima (2021) constatou variação semelhante dos teores de Zn em função das doses de biofertilizante ovino, aos 282 DAP, com acúmulo de nutrientes de 17,33; 11,66; 10,33; 8,66 e 11,0 mg kg⁻¹, respectivamente, para cada dose de 0; 300; 600; 900 e 1.200 mL por planta por semana. Os valores obtidos pelo autor também estão abaixo da recomendação para a maioria das culturas.

5.2.9. Cobre

Os teores de cobre nas folhas, em função das doses de biofertilizante bovino, aos 180 DAP e 282 DAP, não foram ajustados a nenhum dos modelos testados

(Figura 23). O valor mínimo foi de 9,5 g kg⁻¹ na dose 600 mL por planta por semana e o valor máximo de 13 g kg⁻¹ na dose de 300 mL por planta por semana, aos 180 DAP. Já aos 282 DAP, o valor mínimo obtido foi de 3,2 g kg⁻¹ na dose 600 mL por planta por semana e o valor máximo foi de 5,8 g kg⁻¹ na dose de 1200 mL por planta por semana.

Figura 23 – Teores de cobre nas folhas em função das doses do biofertilizante bovino.



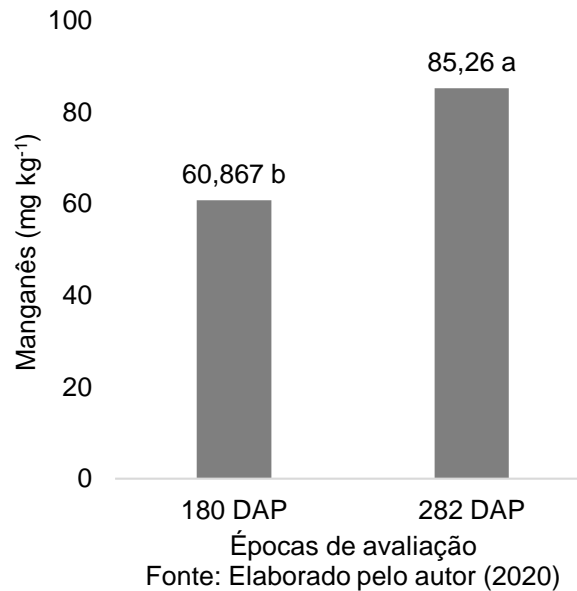
A variação dos teores de cobre, aos 180 DAP, estão próximos aos valores adequados de outros tubérculos: batata (7 a 20 g kg⁻¹), batata doce (10 a 20 g kg⁻¹) e macaxeira (6 a 10 g kg⁻¹) (LORENZI; MONTEIRO; MIRANDA FILHO, 1997). Já aos 282 DAP, os teores ficaram abaixo, em sua maioria, em comparação com outros tubérculos. Pode-se inferir que o incremento do biofertilizante para a primeira época de avaliação proporcionou teores de Cu capazes de serem absorvidos pelas plantas. Já o aumento de altas concentrações de Cu no solo provoca redução significativa na produtividade das plantas (RIZWAN et al., 2016), além do efeito negativo da toxicidade desse nutriente, uma vez que absorvido e acumulado nas raízes, dificilmente é translocado para parte aérea da planta (REHMAN et al., 2019)

5.2.10. Manganês

Considerando as épocas de avaliação, o teor de manganês apresentou superioridade de 40% aos 282 DAP, quando comparado aos 180 DAP (Figura 24). O incremento contínuo do biofertilizante (27 mg L⁻¹ – Tabela 02) pode justificar a elevação dos teores desse nutriente nas plantas, ao longo do ciclo. Níveis adequados

foram constatados para a cultura da araruta uma vez que para o crescimento da maioria das plantas é necessária uma concentração que varia de 50 a 100 mg kg⁻¹ (EPSTEIN; BLOOM, 2004).

Figura 24 – Teores de manganês nas folhas em função das épocas de avaliação



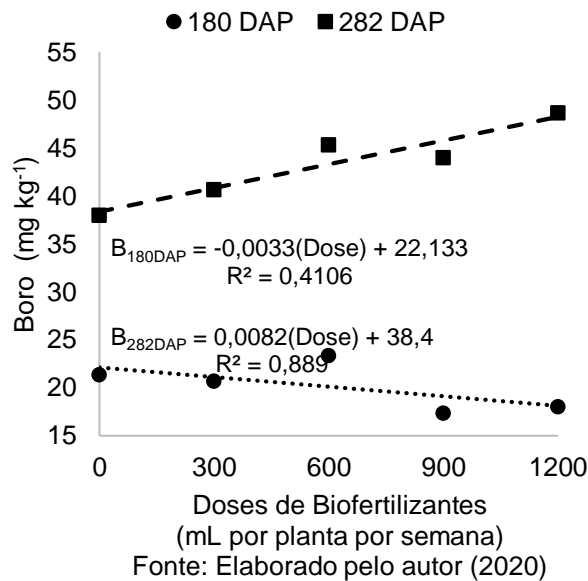
Lima (2021) encontrou valores inferiores aos deste estudo (46,6 e 55,93 mg kg⁻¹, respectivamente, aos 180 e 270 DAP), utilizando o biofertilizante de ovino na araruta comum. Já Sedyama et al. (2020) encontraram, respectivamente, valores médios superiores aos obtidos neste estudo, de 334,90 e 194,11 mg kg⁻¹ para as variedades “Comum” e “Seta”. Esses resultados podem estar associados à disponibilidade do Manganês no biofertilizante, em que o bovino (27 mg L⁻¹) é superior ao de ovino (8 mg L⁻¹), encontrado por Lima (2021).

5.2.11. Boro

Os teores de boro nas folhas em função das doses de biofertilizante bovino foram ajustados ao modelo linear decrescente aos 180 DAP, com variação de 21,33 a 18 mg kg⁻¹, respectivamente, para as doses 0 mL por planta por semana e 1200 mL por planta por semana (Figura 25). Já aos 282 DAP, os teores de B foram ajustados ao modelo linear crescente, com variação de 38 a 48,66 g kg⁻¹. O decréscimo linear aos 180 DAP pode estar associado a absorção desse nutriente pelos rizomas. Já o

crescimento linear dos teores de B, aos 282 DAP, pode ter ocorrido devido a transferência desse nutriente das raízes para as plantas.

Figura 25 – Teores de Boro nas folhas em função das doses do biofertilizante bovino



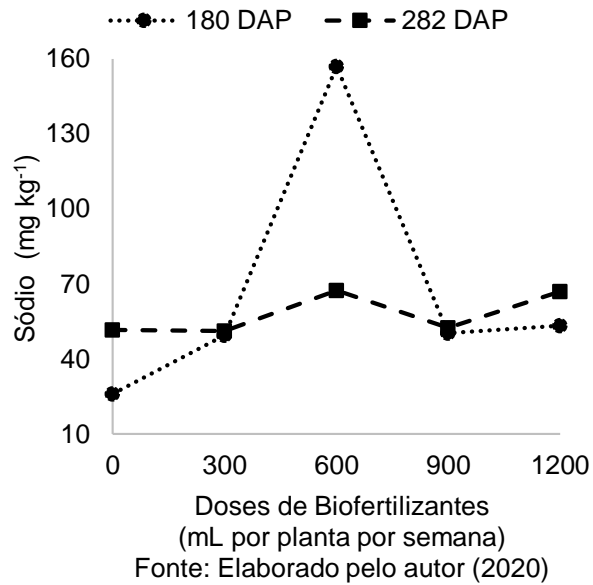
Considerando a classificação de diagnose foliar proposta por Lorenzi, Monteiro, Miranda filho, 1997), a faixa adequada para o boro, de outras amiláceas, é de 25 a 50 mg kg⁻¹ para a batata, 25 a 75 mg kg⁻¹ para a batata-doce e 15 a 50 mg kg⁻¹ para a mandioca. Os valores encontrados para araruta encontram-se dentro desta faixa de tolerância. O decréscimo dos teores de B aos 180 DAP, pode ser causado pelo fato desse micronutriente se destacar por desempenhar na planta funções diretamente ligadas à produção, concentrando os teores nas raízes (MALAVOLTA, 2006). Já aos 282 DAP, o crescimento pode estar ligado à translocação do B das raízes para as folhas.

5.2.12. Sódio

Os teores de sódio nas folhas, em função das doses de biofertilizante bovino, não foram ajustados a nenhum dos modelos testados, para as duas épocas de avaliação (Figura 26). Aos 180 DAP, o valor mínimo de 26 g kg⁻¹ foi observado na dose 0 mL por planta por semana e, o valor máximo de 157 g kg⁻¹ na dose de 600 mL por planta por semana. Já aos 282 DAP, foi constatado valor mínimo de 51,33 g kg⁻¹ na

dose 300 mL por planta por semana e, valor máximo de 67,5 g kg⁻¹ na dose de 600 mL por planta por semana.

Figura 26 – Teores de sódio nas folhas em função das épocas de avaliação



O sódio é considerado um elemento benéfico para determinadas culturas, uma vez que este nutriente contribui para o crescimento vegetal e maior produção, além de apresentar boa adaptação a condições adversas (ADAMS; SHIN, 2014). Além disso, o Na é um elemento que pode substituir parcialmente o K, atuando em diversos fatores fisiológicos dos vegetais, atuando na ativação enzimática da ATPase, na osmorregulação, na absorção de macronutrientes e na permeabilidade das células (KORNDORFER, 2006).

6. CONCLUSÃO

No substrato, os teores ou valores de nitrogênio, potássio, sódio, carbono, matéria orgânica, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica foram maximizados aos 282 DAP na dose de 1200 mL por planta por semana utilizando o biofertilizante bovino. Já os teores de fósforo, cálcio, magnésio foram maximizados aos 180 DAP na dose de 1200 mL por planta por semana.

Nas folhas, os teores de nitrogênio, magnésio e boro foram maximizados aos 282 DAP nas doses de 817 a 1200 mL por planta por semana. Já os teores de ferro, sódio, potássio e cobre foram maximizados aos 180 DAP nas doses de 300 a 655 mL por planta por semana. Considerando as épocas de avaliação, os maiores teores de fósforo, cálcio, enxofre, zinco e manganês foram encontrados aos 282 DAP. Enquanto que, considerando apenas as doses de biofertilizante aplicada, os teores de cálcio, enxofre e zinco foram maximizados na dose 0 mL por planta por semana.

Os resultados permitiram concluir que a adubação utilizada supriu a necessidade nutricional da cultura e que a dose de 1200 mL por planta por semana, aos 282 DAP, maximizou a maioria dos teores avaliados no substrato. Além disso, nas folhas, todos os teores analisados, exceto o nitrogênio e zinco, ficaram dentro dos valores adequados, para a maioria das tuberosas, considerando todas as épocas de avaliação e doses de biofertilizante utilizadas.

REFERÊNCIAS

- ABRÃO, M. S. **Produtividade agroeconômica de araruta (*Maranta arundinacea* L.) cultivada com diferentes densidades de plantas e camas de frango**. 2016. 30 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Mato Grosso do Sul, 2016.
- ABRÃO, M. S. **Crescimento, produtividade e rentabilidade de araruta ‘comum’ em resposta a formas de adição ao solo de cama de frango, espaçamentos entre plantas e de tipos e tamanhos de propágulos**. 2019. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Mato Grosso do Sul, 2019.
- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 645-736, 2007.
- ABREU, B.S. de.; ABREU, I.G. de.; MORAES, P.A.; NETO, S.F. Meio Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento: uma abordagem acerca das implicações causadas por um desenvolvimento desequilibrado com enfoque na saúde. **RELACult-Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 4, 2018.
- ADAMS, E.; SHIN, R. Transport, signaling, and homeostasis of potassium and sodium in plants. **Journal of Integrative Plant Biology**, Yokohama, v.56, n. 3, p.231-249, 2014.
- ALCÂNTARA, F. A.; RIZZO, P. V.; MATOS, G. R.; PINHEIRO, E.; MESQUITA, L. S.; BASTOS JUNIOR, O.; OLIVEIRA, M. A. R.; PRIMO, W. L. O. Composto orgânico à base de esterco de bovino enriquecido com fosforo: como fazer? **Embrapa Arroz e Feijão-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2018.
- ANTUNES, L. F. D. S.; SIVA, D. G. da; CORREIA, M. E. F.; LEAL, M. A. D. A. Avaliação química de substratos orgânicos armazenados e sua eficiência na produção de mudas de alface. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 21, n. 2, p. 139–155, 2019.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2012.
- ALVES, L. de S.; VÉRAS, M. L. M.; MELO FILHO, J. S. de; IRINEU, T. H. da S.; DIAS, T. J. Salinidade na água de irrigação e aplicação de biofertilizante bovino no crescimento e qualidade de mudas de tamarindo. **Irriga**, v. 24, n. 2, p. 254-273, 2019.
- ARAÚJO, E. N. D.; OLIVEIRA, A. P. D.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M. D.; NEVES, C. M. D. L.; SILVA, É. É. D. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 11, p. 466-470, 2007.
- BAGGIO, C.A.; STOETZER A.; VARELA, J.R.J.; MULLER, M.M.L; KAWAKAMI, J. Efeito de doses de nitrogênio no crescimento de plantas de batata em Guarapuava.

Horticultura Brasileira, v. 27, p. 3219-3223, 2009.

BARRA, P. J.; VISCARDI, S.; JORQUERA, M. A.; DURAN, P. A.; VALENTINE, A. J.; MORA, M. L. 2018. Understanding the strategies to overcome phosphorus-deficiency and aluminum-toxicity by ryegrass endophytic and rhizosphere phosphobacteria. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p. 1155, 2018.

BATISTA, G. S.; SILVA, J. L.; ROCHA, D. N. S.; SOUZA, A. R. E.; ARAÚJO, J. F.; MESQUITA, A. C. Crescimento inicial do meloeiro em função da aplicação de biofertilizantes no cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 9, n. 2, p. 24-32, 2019.

BERTOLLO, G. M. **Atributos biológicos e físicos do solo com o uso de biofertilizante**. 2015. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Agricultura e Ambiente) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, 2015.

BITENCOURT, G. A.; VASO, L. M.; GOMEZ, A. L. C.; SOUZA, T. T.; PRADEBON, B. S.; MONTANHEZ, B. E. Ecotoxicologia de biofertilizante bovino e ovino. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 16, n. 3, 2020.

BITTAR, D. Y.; DE SOUZA, B. A. A.. Efeito do nitrogênio nas características estruturais e produção de biomassa em forrageiras do gênero panicum. **Ipê Agronomic Journal**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2021.

BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C. C. da. **Plantas alimentícias não convencionais (panc): a divulgação científica das espécies na cidade de Manaus**. 2017. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Região Amazônica). Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2017.

BORGES, F. R. M. **Cultivo do girassol submetido a doses de biofertilizante caprino e lâminas de irrigação na Região do Maciço de Baturité**. 2017. 124 f. Tese (Tese em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, 2017.

BRADY, N. C. Matéria orgânica dos solos minerais. **Natureza e propriedades dos solos**, p. 337, 1983.

BRANCO, F. P. **Equipamentos para extração de amido de araruta (Maranta arundinacea L.), compatível com o conceito de tecnologia apropriada para agricultura familiar**. 2017. 87 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2017.

BURG, C. I. **Biofertilizantes - Saberes e Práticas**. Sistema Cresol 2019. Disponível em: < https://datasites.cresolcentral.com.br/cresolcentral/recursos/publicacao/1566847133278_2018_2_biofertilizantes.pdf >. Acesso em: 18. Nov. 2020.

CÁ, W. O. S. **Desenvolvimento da araruta comum adubada com fontes e doses**

de biofertilizantes. 2019. 21 f. (Artigo científico, Agronomia) - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, 2019.

CANDIAN, J. S.; MARTINS, B. N. M.; CARDOSO, A. I. I. Doses de composto orgânico no desenvolvimento inicial de couve-flor e nas características químicas do solo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 8, n. 3, p. 7-15, 2015.

CASTRO, B. F.; SANTOS, L. G.; BRITO, C. F.; FONSECA, V. A.; BEBÉ, F. V. Produção de rabanete em função da adubação potássica e com diferentes fontes de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 341-348, 2016.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 1281-1289, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; RODOLFO JUNIOR, F.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; SANTOS, G. P. Leaf - macronutrient status and fruit yield of biofertilized yellow passion fruit plants. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 35, p. 176-191, 2012.

CAVALCANTE, A. C.P.; CAVALCANTE, L.F., CAVALCANTE, A. G.; BERTINO, A. M. P.; FERREIRA, N. M. Physiology of Paluma guava plants fertilized with potassium and calcium. **Idesia**, v. 36, n. 2, p. 163-172, 2018.

CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, L. F.; BERTINO, A. M. P.; CAVALCANTE, A. G.; LIMA NETO, A. J.; FERREIRA, N. M. Adubação com potássio e cálcio na nutrição e produção de goiabeira 'Paluma'. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 66, n. 1, p. 54-62, 2019.

CHAVES, C. M. M. B. **Diagnose nutricional de enxofre em eucalipto por análise não destrutiva.** 2017. 143 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2017.

CHIODINI, B. M.; SILVA, A. G.; NEGREIROS, A. B.; MAGALHÃES, L. B. Matéria orgânica e a sua influência na nutrição de plantas. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 1, p. 181-190, 2013.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling.** Berkley: University of California, 1942. 124 p.

COOKE, C.; CARR, I.; ABRAMS, K.; MAYBERRY, J. Araruta como um tratamento para a diarreia em pacientes com síndrome do intestino irritável: um estudo piloto. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 37, n. 1, p. 20-24, 2000.

COSTA, A. Nutrição mineral em plantas vasculares. **Universidade de Évora**, 2014.

COSTA, A. T. S. **Produção e pós colheita de araruta sob fontes e doses da adubação orgânica.** 2021. 22 f. (Artigo científico, Agronomia) - Universidade da

Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, 2021.

DAMAT, D. Efeito do amido de araruta butirilado no perfil da digesta e na razão molar de SCFA. **Journal of Food Research**, v. 2, n 2, p. 44-49, 2013.

DAMAT, D.; ANGRANI, R.; SETYOBUDI, R. H.; SONI, P. Dietary fiber and antioxidant activity of gluten-free cookies with coffee cherry flour addition. **Coffee Science**, v. 14, n. 4, p. 493-500, 2019.

DANTAS, T. A. G. **Rendimento do inhame (*Dioscorea Cayennensis*) adubado com fontes e quantidades de matéria orgânica**. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, 2011.

DE SOUZA, B. U.; OLIVEIRA, R. C.; LUZ, J. M. Q.; MACHADO, D. L. M.; AGUILAR, A. S. Eficiência agrônômica de fertilizantes organominerais líquidos em batateira, cultivar Asterix. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 4, p. 405-409, 2017.

DIAS, T. J.; FREIRE, J. D. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, E. D.; DANTAS, L. A.; Dantas, M. D. M. Atributos químicos do solo irrigado com águas salinas e uso de mitigadores do estresse salino no maracujazeiro amarelo. **Revista Principia**, v. 1, p. 19-29, 2015.

DINIZ, B.L.M.T.; CAVALCANTE, L.F.; MESQUITA, F.O.; LIMA NETO, A.J.; NUNES, J.C.; DINIZ NETO, M.A. Crescimento inicial e consumo hídrico de nim submetido ao estresse salino e biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.470-475, 2013.

EMBRACAL. **Importância e necessidade do magnésio**. Informativo técnico. 2015. Disponível em < <http://embracal.com.br/artigos/> Acesso em: 10 set 2020.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Serviço nacional de levantamento e conservação do solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004.

ESPÍNDULA JÚNIOR, A. **Aspectos nutricionais e aptidão agrícola das terras para o gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) em agricultura familiar na região serrana do Espírito Santo**. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

FACTOR, T. L.; TRANI, P. E.; BREDA JUNIOR, J. M.; PURQUERIO, L. F. V.; GRANGEIRO, L. C. Correção do solo e adubação. **Cebola do plantio a colheita**, v. 1, p. 58-77, 2018.

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; SOARES, L. H.; DOURADO NETO, D.; ANDREI, E. **Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral**. São Paulo: Editora Andrei, 2016. 305 p.

FAQUIN, V. Nutrição Mineral de Plantas Lavras: UFLA/FAEPE. **Pós-Graduação “Lato Sensu”(Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente**, 2005.

FERNANDES, V. L. B. (coordenadora). **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará** - UFC: Fortaleza, 1993. 248 p.

FARIAS, S. G. D.; SANTOS, D. R. D.; FREIRE, A. L. D. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.

FERNANDES, A. M.; GAZOLA, B.; NUNES, J. G. D. S.; GARCIA, E. L.; LEONEL, M. Yield and nutritional requirements of cassava in response to potassium fertilizer in the second cycle. **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 20, p. 2785-2796, 2017.
FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 79-88, 2001.

FRANCISCO, J. P.; FOLEGATTI, M. V.; DA SILVA, L. D. B.; SILVA, J. G. B. Monitoramento da condutividade elétrica e pH da solução do solo sob diferentes doses de aplicação de vinhaça. **Revista Engenharia na Agricultura-Revang**, v. 23, n. 6, p. 552-561, 2015.

FREIRE, J. L. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. 2011. 185f. (Tese Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, 2011.

FREITAS, M. S. C.; ARAÚJO, C. A. S.; SILVA, D. J. Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação. **Revista Semiárido de Visu**, v. 2, p. 150-161, 2012.

GUARDINI, R.; COMIN, J. J.; SCHMITT, D. E.; TIECHER, T.; BENDER, M. A.; DOS SANTOS, D. R.; BRUNETTO, G. Accumulation of phosphorus fractions in typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep pig litter in a no-tillage system. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 93, p. 215-225, 2012.

GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. V. H; MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, v. 58, p. 209-216, 1999.

HERNANDEZ-MEDINA, M.; TORRUCO-UCO, J.; CHEL-GUERRERO, L.; BETANCUR-ANCONA, D. Caracterização físico-química de amidos de tubérculos

cultivados em Yucatán, México. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n 3, p. 718-726, 2008.

IMSANDE, J., TOURAINE, B. N Demand and regulation of nitrate uptake. **Plant Physiology**, Lancaster, v.105, p.3-7, 1994.

INDRARATNE, S. P.; HAO, X.; CHANG, C.; GODLINSKI, F. Rate of soil recovery following termination of long-term cattle manure applications. **Geoderma**, v. 150, n. 3, p. 415-423, 2009.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Interpretação de análise de solos**. IAC. 2013. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>. Acesso em: 08 dez. 2020.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Solos e Recursos ambientais**. IAC. 2018. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>. Acesso em: 15 dez 2020.

IZUMI, K. OKISHIO, Y. NAGÃO, N. NIWA, C. YAMAMOTO, S. TODA, T. Effects of particle size on anaerobic digestion of food waste. **International biodeterioration & biodegradation**, v. 64, n. 7, p. 601-608, 2010.

JAYAKUMAR, A.; SUGANTHI, A. Análise bioquímica e fitoquímica de *Maranta arundinacea* (L.) rhizome. **Int J Pharm Pharm Sei**, v. 2, n. 3, p. 26-30, 2017.

JORHI, A. K.; OELMULLER, R.; DUA, M.; YADAV, V.; KUMAR, M.; TUTEJA, N.; VARMA, A.; BONFANTE, P; PERSSON, B. L.; STROUD, R. M. Fungal association and utilization of phosphate by plants: success, limitations, and future prospects. **Frontiers in microbiology**, v. 6, p. 984, 2015.

KAISER, C.; KILBURN, M. R.; CLODE, P. L.; FUCHSLUEGER, L.; KORANDA, M.; CLIFF, J. B.; SOLAIMAN, Z. M.; MURPHY, D. V. Exploring the transfer of recent plant photosynthates to soil microbes: mycorrhizal pathway vs direct root exudation. **New Phytologist**, v. 205, n. 4, p. 1537-1551, 2015.

KARIMI, R. Potassium-induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and soluble sugars changes in grapevine. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 215, p. 184-194, 2017.

KELEN, M. E. B.; NOUHUYS, I. S. V.; KEHL, L. C.; BRACK. P.; SILVA, D.B. **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas**. (1ª ed.). UFRGS, Porto Alegre, 2015.

KELLER, M. **The science of grapevines: anatomy and physiology**. Burlington: Academic Press, 2010. 400 p.

KIMBAMBA, V. M. **Doses de biofertilizante e formas de propagação da araruta nas características químicas do substrato**. 2021. 20 f. (Artigo científico, Agronomia) - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB),

Redenção, 2021.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: 316 Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas.** 1ª ed. Ed. Instituto Plantarum 317 de Estudos da Flora, 2014.

KODUR, S.; TISDALL, J. M.; TANG, C.; WALKER, R. R. Accumulation of potassium in grapevine rootstocks (*Vitis*) as affected by dry matter partitioning, root traits and transpiration. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 16, n. 2, p. 273-282, 2009.

KORNDORFER, G. H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006. p.355-374.

KUMAR, J.; KUMAR, R.; RAI, R.; MISHRA, D. S.; SINGHL, S. K.; NIMBOLKAR, P. K. Influence of foliar application of mineral nutrients at different growth stages of guava. **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 5, p. 656-661, 2017.

LABORSOLO. **Macronutrientes.** Disponível em: < <https://laborsolo.com.br/> >. Acesso em: 20 set 2021.

LIMA, F. A.; SOUSA, G. G. de.; VIANA, T. V. de. A.; NETO, L. G. P.; AZEVEDO, B. M. de.; CAVALHO. C. M.de. Irrigação da cultura do gergelim em solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 7, n. 2, p. 102-111, 2013.

LIMA, N. B., SILVA, L. B., BORGES, M. V., NEVES, R. R., VERA, R.; FERREIRA, G. A. Caracterização do amido de araruta orgânica e potencial para aplicação tecnológica em alimentos. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 6, n. Especial, p. 118-126, 2019.

LIMA, L. F.; DE SOUZA, D. C.; XAVIER, J. B.; SAMARTINI, C. Q.; RESENDE, L. V. Avaliação nutricional de caruru (*Amaranthus* spp). **Agrarian**, v. 12, n. 45, p. 411-417, 2019.

LIMA, V. D. R. **Diagnose foliar da araruta comum adubada com biofertilizante ovino.** 2021. 20 f. (Artigo científico, Agronomia) - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, 2021.

LOPES, A.S. Manual internacional de fertilidade do solo. **Piracicaba: Potafos**, p. 79-85, 1998.

LORENZI, J. O.; MONTEIRO, D. A.; MIRANDA FILHO, H. S. Raízes e tubérculos. IN: Raij B Van, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AMC. (Eds.) **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2ª ed. Campinas: IAC, p. 221-230, 1997.

LOURENZI, C. R.; CERETTA, C. A.; SILVA, L. S. D.; TRENTIN, G.; GIROTTTO, E.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G. Soil chemical properties related to acidity under successive pig slurry application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1827- 1836, 2011.

MADEIRA, N. R.; KINUPP, V. F. Experiências com as plantas alimentícias não convencionais no Brasil. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 37, n. 295, p. 7-11, 2016.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5ª edição. São Paulo: Ed Agronômica Ceres, 1989.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Ceres, 2006. 638p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não-convencionais**- Brasília-Mapa/ACS-2010.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Orgânicos**. 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

MARSCHNER, Horst. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Academic press, 2012.

MATTIAS, J. L.; CERETTA, C. A.; NESI, C. N.; GIROTTTO, E.; TRENTIN, E. E.; LOURENZI, C. R.; VIEIRA, R. C. B. Copper, zinc and manganese in soils of two watersheds in Santa Catarina with intensive use of pig slurry. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1445-1454, 2010.

MEDEIROS, M. B. de; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, v. 7, p. 24-26, 2006.

MENEZES JUNIOR, F. O. G.; GONÇALVES, P. A. S.; KURTZ, C. Biomassa e extração de nutrientes da cebola sob adubação orgânica e biofertilizantes. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.4, p.642-648, 2013.

MONTEIRO, D. A.; PERESSIN, V. A. Efeito do tamanho do rizoma-semente, da época e do local de plantio, na produção de rizomas de mangará. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 155-161, 1997.

MORAES, A. S.; FERREIRA, N. S.; BORGES, W. L. Efeito da aplicação de biofertilizante sobre o solo. **Jornada Científica da Embrapa Amapá**, v. 2, p. 33, 2016.

MORENO, L. B.; TORALES, E. P.; HEID, D. M.; ZÁRATE, N. A. H.; ABRÃO, M. S. Densidade de plantas e amontoas influenciando a produtividade e rentabilidade de araruta. **Pesq. Agropec. Trop.** v. 47, n. 4, p. 465-471, 2017.

MULLER, D. H. **Características de adubos orgânicos, efeitos no solo e no desempenho da bananeira**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

NOGUEIRA, G. F.; FAKHOURI, F. M.; OLIVEIRA, R. A. de. Extração e caracterização do amido de araruta (*Maranta arundinaceae* L.) e sua aplicação em filmes comestíveis. **Carbohydrate Polymers**, v. 186, p. 64-72, 2018.

ODHAV, B.; BEKRUM, S.; AKULA, U. S.; BAIJNATH, H. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 5, p. 430-435, 2007.

OLIVEIRA, F. L.; ARAUJO, A. P.; GUERRA, J. G. M. Crescimento e acumulação de nutrientes em plantas de taro sob níveis de sombreamento artificial. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 291-298, 2011.

OLIVEIRA, A. P.; GONDIM, P. C.; SILVA, O. P. R.; OLIVEIRA, A. N. P.; GONDIM, S. C.; SILVA, J. A.; Produção e teor de amido da batata-doce em cultivo sob adubação com matéria orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.8, p.830–834, 2013.

OLIVEIRA, L. C. P.; DE SOUZA, D. C.; LIMA, L. F.; GUERRA, T. S.; RESENDE, L. V.; SILVA, M. L. S. Efeito da adubação silicatada em hortaliças não convencionais. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 2, p. 224-229, 2020.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. DE.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. **Embrapa Florestas-Livro científico (ALICE)**, 2015.

PAULA, M.B.; FONTES, P.C.R. & NOGUEIRA, F.D. Absorção de micronutrientes por cultivares de batata em presença e ausência de adubação. **Hortic. Bras.**, v. 4, p. 3-7, 1986.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

PERAZZOLI, B. E.; PAULETTI, V.; QUARTIERI, M.; TOSELLI, M.; GOTZ L. F. Alteração do teor foliar de nutrientes e qualidade dos frutos de pera pela aplicação de biofertilizante no nordeste da Itália. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 1, 2020.

PEREIRA, E. D. **Crescimento e acúmulo de macronutrientes em araruta (*Maranta arundinacea L.*) ao longo do ciclo de cultivo**. 2019. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa (UFV), 2019.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. M. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória, ES: Incaper, 2013.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997.

REHMAN, M.; LIU, L.; WANG, Q.; SALEEM, M. H. et al. Copper environmental toxicology, recent advances, and future outlook: a review. **Environmental science and pollution research international**, v. 26, n. 18, p. 18003-18016, 2019.

RICHARDS, I. A. **Diagnóstico y rehabilitación de Suelos salinos y sodicos**. Departamento de Agricultura dos Estados unidos da América, Manual de Agricultura Núm. 60, 1970. 172 p.

RIZWAN, M.; ALI, S.; ADREES, M.; RIZVI, H. et al. Cadmium stress in rice: toxic effects, tolerance mechanisms, and management: a critical review. **Environmental Science and Pollution Research**, 23, n. 18, p. 17859-17879, 2016.

RODER, C.; MÓGOR, A. F.; ZECCHIN, V. J. S.; FABBRIN, E. G. S.; GEMIN, L. G. Uso de biofertilizante na produção de mudas de repolho. **Revista Ceres**, v. 62, n. 5, 502- 505, 2015.

RODRIGUES, G. O.; TORRES, S. B; LINHARES, P. C. F.; FREITAS, R. S; MARACAJÁ P. B. Quantidade de esterco bovino no desempenho agrônomo da rúcula (*Eruca sativa L.*). **Revista Caatinga**, v.21, p.162-168, 2008.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; Coelho, M. R.; Lumbreras, J.F.; Cunha, T.J.F. (ed). **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306p.

SANTOS, E. O.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; CARVALHO, A. C. P. P.; AZEVEDO, B. M. Biomass accumulation and nutrition in micropropagated plants of the banana 'prata catarina' under biofertilizers. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 901-911, 2017.

SANTOS, J. C.; MARNEY, G. D. Crescimento e desenvolvimento de genótipos de Araruta em função de doses crescentes de fósforo. **Revista Agraria Academica**. 2. 118-124. 2019.

SARTORI, T.; MENEGALLI, F. C. Development and characterization of unripe banana starch films incorporated with solid lipid microparticles containing ascorbic acid. **Food Hydrocolloids**, v. 55, p. 210-219, 2016.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; SALGADO, L. T.; PUIATTI, M.; VIDIGAL, S. M. Produtividade e exportação de nutrientes por rizomas de taro cultivado com resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 421-425, 2009.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; FONSECA, M. C. M.; BHERTING, A. S.; CAIXETA, G. Z. T.; PINTO, C. L. O. Agronomic performance and nutritional status of arrowroot in response to nitrogen fertilization with bovine manure. **Científica**, v. 48, n. 2, p. 118-127, 2020.

SFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F. **Enxofre nutriente necessário para maiores rendimentos da soja**. Circular Técnica 53, Embrapa, Londrina, set. 2007.

SHINTU, P.V.; RADHAKRISHNAN, V. V.; MOHANAN, K. V. Pharmacognostic standardisation of *Maranta arundinacea* L.-An important ethnomedicine. **Journal of pharmacognosy and phytochemistry**, v. 4, n. 3, p. 242, 2015.

SILVA, F. N.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, DE M. Doses de matéria orgânica na produtividade da cultura da alface em solo eutrófico na região de Mossoró, RN. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. Suplemento, 2000.

SILVA, E. M. da; AZEVEDO, J. A. de; LIMA, J. E. F. W. **Análise de Desempenho da Irrigação**. EMBRAPA, 2002.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS. p. 275 – 374, 2007.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 253-257, 2012.

SILVA, M. L. N.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; MAIA, P. M. E.; SILVA, R. C. P. Efeito do biofertilizante bovino aeróbico na cultura do feijão caupi. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9. n.1, p.110-116, 2013.

SILVA, O. P. R. **Produção e qualidade de inhame (*Dioscorea sp.*) em função de doses de nitrogênio e potássio**. 2017. 51 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de concentração: Agricultura Tropical. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

SILVA, L. F. L. E.; SOUZA, D. C.; RESENDE, L. V.; NASSUR, R. D. C. M.; SAMARTINI, C. Q.; GONÇALVES, W. M. Nutritional evaluation of non-conventional vegetables in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 1775-1787, 2018.

SILVA, P. S. S.; LEITE, R. C.; CARNEIRO, J. S. S.; FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.. Mombaça grass development with partial replacement of potassium fertilizer by sodium chloride and the effects of adding calcium. **Tropical Grasslands-Forrajões Tropicais**, v. 8, n. 3, p. 195-202, 2020.

SILVA JÚNIOR, G. B.; CAVALCANTE, I. H. L.; ALBANO, F. G.; OSAJIMA, J. A. Estado nutricional e clorofila foliar do maracujazeiro-amarelo em função de biofertilizantes, calagem e adubação com N e K. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 163-173, 2013.

SILVEIRA, J. R. S.; TAVARES, C. M. F. T. S.; SILVA, J. B., BATISTA, A. J.; COSTA, J. A. Resgate da cultura da araruta junto aos agricultores familiares no Território do Recôncavo da Bahia. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

SBCS. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Comissão de Química e Fertilidade do Solo Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10. ed. Porto Alegre, 2004.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; SOUZASCHLICK, G. D. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: II - Micronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 2057-2071, 2011.

SOUZA, E. R. D.; MELO, H. F. D.; ALMEIDA, B. G. D.; DE MELO, D. V. Comparação de métodos de extração da solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 510-517, 2013.

SOUZA, D. C.; SILVA, L. F. L.; RESENDE, L. V.; COSTA, P. A.; GUERRA, T. S.; GONÇALVES, W. M.; PEREIRA, T. A. R. Conservação pós-colheita de araruta em função da temperatura de armazenamento. **Revista Magistra**, v. 28, n.3/4, p.403-410, 2016.

SOUZA, D.C.; CHIOZZINI, P.M.; GUERRA, T.S.; SILVA, L.F.L.; COSTA, P.A.; RESENDE L.V. Produção de mudas de araruta após armazenamento refrigerado. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 170-179, 2018.

SOUZA, D. C.; OSSANI, P. C.; SILVA, R. de J.; GUERRA, T. S.; RESENDE, L. V. Produtividade de rizomas e qualidade de fécula de araruta em função da época de colheita. **Revista Agroecossistemas**, v. 12, n. 1, p. 1-19, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TZI TZIBOY, E.F. **Mineralização do enxofre e nitrogênio de sesbania, mucuna preta e crotalária utilizadas como adubos verdes, avaliada usando S e N**. 1998. 173 f.. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

UNILAB. **Fazenda Experimental Piroás**. Disponível em < <http://www.unilab.edu.br/fazenda-experimental-piroas/> >. Acesso em: 15 maio 2020.

VAN DE WIEL, C. C. M.; VAN DER LINDEN, C. G.; SCHILTEN, O. E. Improving phosphorus use efficiency in agriculture: opportunities for breeding. **Euphytica**, v. 207,

n. 1, p. 1-22, 2016.

VIEIRA, J. C. B.; COLOMBO, J.N.; PUIATTI, M.; CECON, P. R. Desempenho da araruta 'Viçosa' consorciada com crotalária. **Agrária**, v. 10, p. 518-524, 2015.

WALLER, P. L.; WILSON, F. N. Evaluation of growing media for consumer use. In: **International Symposium on Substrates in Horticulture other than Soils In Situ 150**. 1983. p. 51-58.

WATERSCHOOT, J.; GOMAND, S. V.; FIERENS, E.; DELCOUR, J. A. Produção, estrutura, propriedades físico-químicas e funcionais de amidos de milho, mandioca, trigo, batata e arroz. **Starch/Staerke**, v. 67, n.1-2, p. 14-29, 2015.

WHITMORE, J. **Salinity and sodic soils**. s.l., s.ed. 1975. 7p

YORINORI, G.T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. 'Atlantic'**. 2003. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 14-20, 2014.

ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. DO C. Produção da araruta "Comum" proveniente de três tipos de propágulos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 995-1000, 2005.

ZORB, C; SENBAYRAM, M.; PEITER, E. Potassium in agriculture—status and perspectives. **Journal of plant physiology**, v. 171, n. 9, p. 656-669, 2014.