



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS II  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA E AGROPECUÁRIA  
CURSO DE BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

**NAYSE AMORIM SILVA**

**FERTIRRIGAÇÃO COM URINA HUMANA POTENCIALIZA A ADUBAÇÃO  
ORGÂNICA COM ESTERCO BOVINO EM MUDAS DE *Moringa oleifera***

**LAGOA SECA  
2021**

NAYSE AMORIM SILVA

**FERTIRRIGAÇÃO COM URINA HUMANA POTENCIALIZA A ADUBAÇÃO  
ORGÂNICA COM ESTERCO BOVINO EM MUDAS DE *Moringa oleífera***

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento de Agroecologia e Agropecuária do Curso de Bacharelado em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

**Área de concentração:** Engenharia Agrícola/Agroecologia/Fisiologia Vegetal.

**Orientador:** Prof. D.Sc. Mario Sergio de Araujo.

**Coorientadora:** Profa. M.Sc. Patrícia da Silva Costa.

**LAGOA SECA  
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586f Silva, Nayse Amorim.  
Fertirrigação com urina humana potencializa a adubação orgânica com esterco bovino em mudas de *Moringa oleifera*. [manuscrito] / Nayse Amorim Silva. - 2021.  
19 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2021.

"Orientação : Prof. Dr. Mario Sergio de Araujo , Departamento de Agroecologia e Agropecuária - CCAA."

1. Moringaceae. 2. Substratos naturais. 3. Produção de mudas. I. Título

21. ed. CDD 571.8

NAYSE AMORIM SILVA

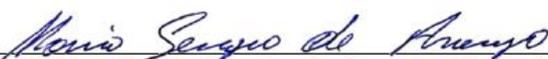
FERTIRRIGAÇÃO COM URINA HUMANA POTENCIALIZA A ADUBAÇÃO  
ORGÂNICA COM ESTERCO BOVINO EM MUDAS DE *Moringa oleifera*

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento de Agroecologia e Agropecuária do Curso de Bacharelado em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

Área de concentração: Engenharia Agrícola/Agroecologia/Fisiologia Vegetal.

Aprovada em: 02/06/2021.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. D.Sc. Mario Sergio de Araujo (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. M.Sc. Alexandre Costa Leão  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
Prof. D.Sc. Rener Luciano de Souza Ferraz  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Ao meu esposo Marcos Antônio, e aos meus pais Ilson Antônio e Rossana Amorim, pela dedicação, companheirismo e amizade, DEDICO.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>2 METODOLOGIA</b>	<b>8</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>11</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>16</b>

## FERTIRRIGAÇÃO COM URINA HUMANA POTENCIALIZA A ADUBAÇÃO ORGÂNICA COM ESTERCO BOVINO EM MUDAS DE *Moringa oleifera*

### FERTIGATION WITH HUMAN URINE POTENTIALIZES ORGANIC FERTILIZATION WITH BOVINE MANURE IN *Moringa oleifera* SEEDLINGS

Nayse Amorim Silva<sup>1\*</sup>

#### RESUMO

Atualmente, existe demanda crescente por mudas de *Moringa oleifera* de boa qualidade, o que torna evidente a necessidade do fornecimento adequado de água e nutrientes para sua produção. Neste sentido, objetivou-se avaliar se a fertirrigação com urina humana potencializa a adubação orgânica com esterco bovino em mudas de *Moringa oleifera*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, com cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os fatores foram constituídos por adubação com duas doses de esterco bovino curtido - EB (0 e 24% m/m) e fertirrigação com duas doses de urina humana tratada - UH (0 e 6% v/v). Foram realizadas avaliações do índice *Soil Plant Analysis Development*, da matéria fresca das folhas, matéria fresca dos caules, matéria fresca das raízes, do teor de água total na planta, da succulência das folhas, do índice de produção de biomassa da parte aérea e da densidade de raízes frescas. A fertirrigação com urina humana potencializou a adubação orgânica com esterco bovino na produção de mudas de *Moringa oleifera*. O melhor desenvolvimento das mudas de *Moringa oleifera* foi verificado com a dose de 24% esterco bovino associado a dose de 6% de urina humana.

**Palavras-chave:** Moringaceae. Substratos naturais. Produção de mudas.

#### ABSTRACT

Currently, there is a growing demand for good quality *Moringa oleifera* seedlings, which makes evident the need for an adequate supply of water and nutrients for their production. In this sense, the objective was to evaluate whether fertigation with human urine enhances organic fertilization with cattle manure in *Moringa oleifera* seedlings. The experimental design used was completely randomized, in a 2x2 factorial scheme, with five replications, totaling 20 experimental plots. The factors were constituted by fertilization with two doses of tanned bovine manure - EB (0 and 24% m/m) and fertigation with two doses of treated human urine - UH (0 and 6% v/v). Evaluations of the *Soil Plant Analysis Development* index, fresh matter of leaves, fresh matter of stems, fresh matter of roots, total water content in the plant, leaf succulence, biomass production index of the aerial part and the fresh root density. Fertigation with human urine enhances organic fertilization with bovine manure in the production of *Moringa oleifera* seedlings. The best development of *Moringa oleifera* seedlings was verified with a dose of 24% bovine manure associated with a dose of 6% of human urine.

**Keywords:** Moringaceae. Natural substrates. Seedling production.

---

<sup>1\*</sup>Aluna do Curso de Bacharelado em Agroecologia na Universidade Estadual da Paraíba – Campus II. E-mail: nayseamorim@yahoo.com.br.

## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm ocasionado eventos de estiagens prolongadas, ocasionando redução na produção de alimentos, principalmente, em cultivos sob regime de sequeiro, resultando em quebra da produção e conseqüente diminuição do abastecimento nos centros de distribuição de alimentos (MISHRA et al., 2021). Este cenário tem impulsionado a busca por culturas, como a *Moringa oleifera* Lamarck, adaptadas aos agroecossistemas de cultivo e que apresentem potencial para múltiplos usos (FERNANDES et al., 2021; GRANELLA et al., 2021).

A *M. oleifera* pode ser encontrada no semiárido nordestino, principalmente devido à aplicação de suas sementes no tratamento e purificação de água (OLDONI et al., 2021), além dessas aplicações, a espécie também possui alto valor nutricional, propriedades medicinais, funcionais, e tem aplicações agrônômicas e industriais, por exemplo, para a geração de bioenergia a partir do óleo de suas sementes ou da combustão de sua madeira (CHITIYO et al., 2021).

Embora essa espécie seja considerada adaptada às condições de semiaridez, onde os solos estão em início de formação e podem apresentar baixa disponibilidade de nutrientes, a utilização de fertilizantes sintéticos torna-se importante para a produção de mudas de *M. oleifera* de boa qualidade (MASHAMAITE et al., 2021), as quais garantirão maior produtividade, resistência a estresses abióticos e bióticos e uniformidade da plantação (LUCENA et al., 2021).

Contudo, o uso frequente desses fertilizantes sintéticos pode provocar problemas no solo, como por exemplo, salinização e aumento da acidez. Neste contexto, o uso de fertilizantes orgânicos, como o esterco bovino, pode ser utilizado na produção de muda de *M. oleifera*, pois, atenua os problemas do solo e aumenta a disponibilidade de nutrientes, os quais serão absorvidos e translocados para os órgãos da planta, melhorando sua qualidade nutricional (NGAKOU et al., 2021).

No entanto, mesmo que o esterco bovino favoreça a emergência e crescimento inicial das plântulas (LUCENA et al., 2021), Romero-Marcano et al. (2021) verificaram que esse adubo não aumenta a qualidade de mudas. Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de potencializar o efeito da adubação com esterco bovino, por exemplo, utilizando-se de urina humana tratada. Dessa forma, objetivou-se avaliar se a fertirrigação com urina humana potencializa a adubação orgânica com esterco bovino em mudas de *Moringa oleifera*.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada entre os meses de outubro de 2019 e maio de 2020, no viveiro de produção de mudas do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no município de Lagoa Seca – PB, nas coordenadas de Latitude 7° 09' S, Longitude 35° 52' W e altitude de 634 m. O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' (tropical úmido), com temperatura média anual de 22 °C, sendo a mínima de 18 e máxima de 33 °C, precipitação pluviométrica de 800 mm e umidade relativa do ar de 80% (SILVA et al., 2020).

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, com cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os fatores foram constituídos por adubação com duas doses de esterco bovino curtido - EB (0 e 24% m/m) e fertirrigação com duas doses de urina humana tratada - UH (0 e 6% v/v).

O esterco bovino, proveniente do plantel bovino do CCAA/UEPB, foi mantido em repouso durante 90 dias para curtir no viveiro de produção de mudas. Posteriormente, amostras foram coletadas, homogeneizadas, secas e tiveram suas características físico-químicas determinadas de acordo com a metodologia da Embrapa (2011). Foram constatados teores de cálcio de  $5,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , magnésio  $2,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , sódio  $0,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , capacidade de troca de cátions  $11,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , hidrogênio  $0,21 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , alumínio  $0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , potássio  $974,29 \text{ mg dm}^{-3}$ , soma de bases  $11,09 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , fósforo  $593,03 \text{ mg dm}^{-3}$ , potencial hidrogeniônico 7,6 e matéria orgânica de  $32,3 \text{ g kg}^{-1}$  (SILVA et al., 2019).

A urina humana foi coletada diariamente durante 15 dias (10/11/2019 à 24/11/2019) em uma residência na cidade de Campina Grande, PB, Brasil. A coleta foi realizada diretamente em recipientes com capacidade volumétrica de  $2 \text{ dm}^3$  os quais foram mantidos fechados hermeticamente para tratamento por estocagem a partir da digestão anaeróbia durante 146 dias (ARAÚJO et al., 2020). Posteriormente foi realizada análise para determinação de suas características físico-químicas, segundo metodologia preconizada no *Standard Methods for Wastewater* (APHA, 2005), potencial hidrogeniônico de 9,06, condutividade elétrica  $35,9 \text{ mS cm}^{-1}$ , demanda química de oxigênio  $336,54 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ , nitrogênio total  $5631,5 \text{ mg L}^{-1}$ , ortofosfato  $425,8 \text{ mg L}^{-1}$ , potássio  $1222,4 \text{ mg L}^{-1}$ , sódio  $2031,1 \text{ mg L}^{-1}$  e dureza total  $26,21 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ .

O solo utilizado no experimento foi proveniente do açude do CCAA e armazenado no viveiro de produção de mudas. Amostras foram coletadas, homogeneizadas, secas e tiveram suas características físico-químicas determinadas de acordo com a metodologia da Embrapa (2011). Foram constatados valores de cálcio  $3,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , magnésio  $1,70 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , sódio  $0,35 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , capacidade de troca catiônica  $6,47 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , hidrogênio  $0,74 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , alumínio  $0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , potássio  $148,39 \text{ mg dm}^{-3}$ , soma de bases  $5,73 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , fósforo  $105,19 \text{ mg dm}^{-3}$ , pH 6,81 e matéria orgânica  $10,64 \text{ g kg}^{-1}$ .

O solo foi misturado ao esterco nas doses correspondentes a cada tratamento (0 e 24% m/m). Posteriormente, os substratos obtidos da mistura foram acondicionados em sacos de polietileno com capacidade volumétrica de  $3 \text{ dm}^3$  e permaneceram incubados durante 150 dias. Na sequência, os substratos foram irrigados com água do açude local (AA) até atingirem umidade na capacidade de campo (CC). A água do açude utilizada para a irrigação foi coletada, acondicionada em recipientes hermeticamente fechados, conduzida ao laboratório e submetida a análise para caracterização físico-química (APHA, 2005). Foi encontrado potencial hidrogeniônico de 8, condutividade elétrica de  $1,27 \text{ dS m}^{-1}$ , teor de cálcio de  $2,15 \text{ meq L}^{-1}$ , magnésio de  $2,87 \text{ meq L}^{-1}$ , sódio,  $6,42 \text{ meq L}^{-1}$ , potássio  $0,62 \text{ meq L}^{-1}$ , carbonatos  $1,44 \text{ meq L}^{-1}$ , bicarbonatos  $3,34 \text{ meq L}^{-1}$ , cloretos  $7,42 \text{ meq L}^{-1}$ , sulfatos foram ausentes e relação de adsorção de sódio (RAS) 4,06.

As sementes de *M. oleifera* foram obtidas de plantas matrizes de três anos cultivadas em solo Franco Arenoso, no campo experimental do Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA) da UEPB (PINTO, 2018), localizado no município de Catolé do Rocha, PB, nas coordenadas de  $6^\circ 21'$  de latitude S e  $37^\circ 48'$  de longitude O, em altitude de 250 m, com precipitação pluviométrica média anual de 870 mm e temperatura média de  $27^\circ \text{C}$  (FERRAZ et al., 2012). As sementes foram armazenadas em temperatura ambiente ( $25 \pm 5^\circ \text{C}$ ) durante cinco meses até a instalação do experimento.

A semeadura foi realizada adotando-se duas sementes por parcela, em profundidade padrão de  $\cong 3 \text{ cm}$  seguindo-se de desbaste aos 15 dias após a

semeadura (DAS) para manutenção de uma planta útil por unidade experimental. As parcelas foram irrigadas diariamente com AA para manutenção da CC. Transcorridos 25 DAS, foram iniciadas as fertirrigações com as doses UH em turno de rega de três dias, sendo reposta a água evapotranspirada nos dois dias que antecederam cada evento de irrigação conforme metodologia preconizada por Silva et al. (2020).

Aos 36 e 60 DAS, foi realizada a avaliação do índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD, adimensional), da matéria fresca das folhas (MFF, g), matéria fresca dos caules (MFC, g), matéria fresca das raízes (MFR, g), do teor de água total na planta (TATP, %), da suculência das folhas (SFO, mg de H<sub>2</sub>O cm<sup>-2</sup>), do índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBA, adimensional) e da densidade de raízes frescas (DRF, g dm<sup>-3</sup>).

As leituras SPAD foram realizadas na face adaxial nos três primeiros folíolos da terceira folha contada a partir do ápice da muda (SILVA et al., 2017). As mudas foram seccionadas em folhas, caule e raízes e o material vegetal fresco destas frações foi pesado em balança de precisão ( $\pm 0,001$  g) para determinação da MFF, MFC e da MFR. Posteriormente, o material foi acondicionado em saco de papel e conduzido para estufa com circulação de ar a 60°C para secagem até atingir massa constante para obtenção da matéria seca da folha (MSF, g) e total (MST, g). Com base nesses dados, o TATP foi determinado utilizando-se da relação descrita por Benincasa (2003) (Eq. 1).

$$TATP = \frac{MFT - MST}{MFT} \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

TATP - teor de água total na planta (%);

MFT - matéria fresca total (g), calculada a partir da soma das matérias frescas da folha, do caule e da raiz; e

MST - matéria seca total (g).

Com base nos dados de MFF, MSF e área foliar (AFO, cm<sup>2</sup>), a SFO (Eq. 2) foi calculada (MANTOVANI, 1999). A determinação do IPBA foi realizada de acordo com Benincasa (2003), a partir da relação da matéria fresca da parte aérea (MFA, g) e MFT (Eq. 3). O DRF foi estimado utilizando-se da relação MFR e do volume do substrato (VOS, dm<sup>3</sup>) utilizado nos sacos de polietileno (Eq. 4).

$$SFO = \frac{MFF - MSF}{AFO} \times 1000 \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

MFF - matéria fresca das folhas (g);

MSF - matéria seca das folhas (g); e

AF - área foliar (cm<sup>2</sup>).

$$IPBA = \frac{MFA}{MFT} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

MFA - matéria fresca da parte aérea (g), calculada a partir da soma das matérias frescas da folha e do caule; e

MFT - matéria fresca total (g).

$$DRF = \frac{MFR}{VOS} \quad \text{Eq. 4}$$

Onde:

MFR - matéria fresca da raiz (g); e

VOS - volume do substrato (dm<sup>3</sup>), equivalente a 2,8 dm<sup>3</sup>.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965). Atendidos os pressupostos de normalidade, foi realizada análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Para o desdobramento dos graus de liberdade dos fatores foi realizado teste de comparação de médias (teste t de Student) (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015). Para realização das análises foi utilizado o software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2019).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados das análises de variância (Tabela 1), foi verificado que o esterco bovino (EB) promoveu mudanças significativas ( $p < 0,01$ ) no índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD), matéria fresca das folhas (MFF), matéria fresca dos caules (MFC), teor de água total na planta (TATP), suculência das folhas (SFO) e índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBA), enquanto a matéria fresca das raízes (MFR) e densidade de raízes frescas (DRF) de mudas de *M. oleifera* não foram influenciados por este fator. Com relação as concentrações de urina humana (UH), observa-se que houve efeito significativo desse tratamento sobre o SPAD, MFF, MFC, TATP e IPBA, porém, a MFR, SFO e DRF não foram afetadas por esse tratamento. Observou-se ainda, interação significativa entre os fatores EB e UH sobre as variáveis SPAD, MFF, MFC, MFR, TATP e IPBA.

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância para índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD), matéria fresca das folhas (MFF), matéria fresca dos caules (MFC), matéria fresca das raízes (MFR), teor de água total na planta (TATP), suculência das folhas (SFO), índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBA) e densidade de raízes frescas (DRF) de mudas de *M. oleifera* sob adubação com esterco bovino e fertirrigação com urina humana. Lagoa Seca, PB, 2021.

FV	GL	Quadrados Médios			
		SPAD	MFF	MFC	MFR
EB	1	60,90**	172,05**	222,18**	21,34 <sup>ns</sup>
UH	1	1746,58**	1258,65**	777,01**	90,99 <sup>ns</sup>
EBxUH	1	52,81**	32,12*	153,13**	6,17**
Resíduo	16	3,45	5,87	2,94	7,87
CV (%)		5,59	14,89	12,72	21,34
		TATP	SFO	IPBA	DRF
EB	1	11,03*	52,23**	0,05**	0,19 <sup>ns</sup>
UH	1	13,56*	0,42 <sup>ns</sup>	0,27**	2,72 <sup>ns</sup>
EBxUH	1	20,34**	1,3E-3 <sup>ns</sup>	0,02**	11,63**
Resíduo	16	1,96	1,38	1,5E-3	0,78

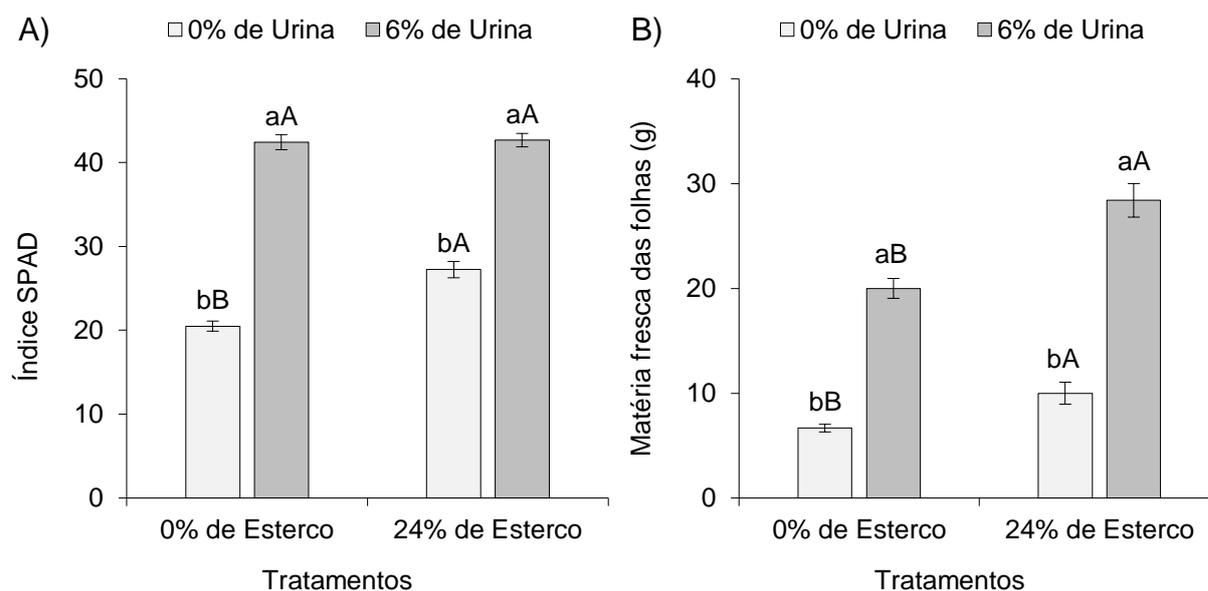
CV (%) 1,69 17,69 8,54 7,85

EB: esterco bovino, UH: urina humana, CV: coeficiente de variação, \*\*, \* e <sup>ns</sup>: significativo a 1 e 5% e não significativo pelo teste F.

Quando as mudas de *M. oleifera* foram produzidas na ausência da adubação com EB atingiram valor máximo do índice SPAD (42,44) nas plantas fertirrigadas com 6% de UH, havendo aumento médio significativo de 107,0% em relação as mudas cultivadas sem UH, as quais apresentaram índice SPD de 20,50. Nas plantas adubadas com 24% de EB o índice SPAD máximo (42,68) foi encontrado nas plantas fertirrigadas com 6% de UH, aumentando significativamente em 56,68% do valor das plantas que não receberam a fertirrigação com UH (27,24) (Figura 1A).

Com relação a matéria fresca das folhas (MFF) das mudas de *M. oleifera* nas plantas que não receberam EB, o maior valor (20 g) foi observado na presença de 6% de UH, havendo aumento significativo de 200% em comparação as plantas sem fertirrigação (6,67 g). As mudas cultivadas sob dose de 24% de EB produziram MFF máxima de 28,40 g, sendo 184% superior as plantas que não receberam fertirrigação com UH (10,00 g) (Figura 1B)

O manejo da adubação orgânica em espécies arbóreas melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SOUZA et al., 2015; ALEMAYEHU et al., 2020), o que favorece o desenvolvimento das plantas. Para as espécies arbóreas, o manejo da adubação é imprescindível já na fase de mudas, necessária para a produção de mudas mais vigorosas, que irão se desenvolver melhor após o plantio (PEREIRA et al., 2014).



**Figura 1.** Índice SPAD (A) e matéria fresca das folhas (B) de mudas de *Moringa oleifera* submetidas a doses de esterco e de urina humana. Letras minúsculas comparam as doses de urina e as letras maiúsculas comparam as doses de esterco. Lagoa Seca, PB, 2021.

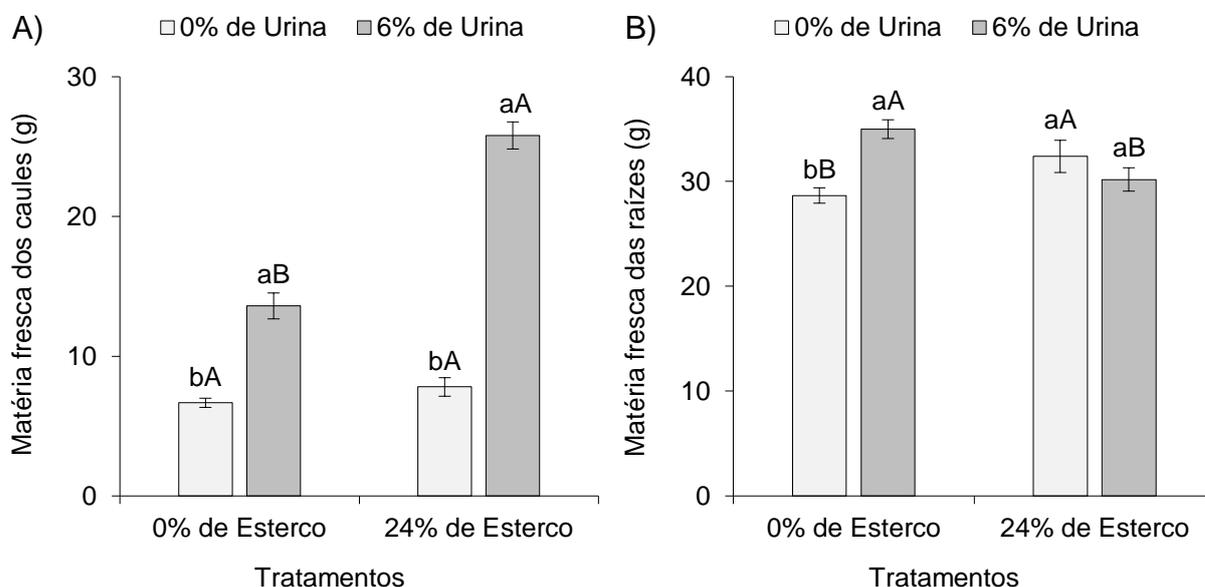
De acordo com os resultados apresentados na Figura 2A, observa-se que quando as plantas não receberam EB a matéria fresca dos caules (MFC) apresentou maior valor (13,60 g) nas plantas fertirrigadas com 6% de UH, aumentando 104% em relação as plantas que não receberam a fertirrigação (6,67 g). Quando as plantas receberam EB (24%), o maior valor médio de MFC (25,80 g) foi observado nas plantas

sob fertirrigação com 6% de UH, sendo 230,76% superior ao encontrado nas plantas cultivadas na ausência de UH (7,80 g).

A matéria fresca das raízes (MFR) foi influenciada significativamente apenas pela UH. Na ausência de EB o maior resultado foi encontrado na presença de UH (35,0 g), sendo 22,09% superior ao valor observado nas plantas cultivadas sem UH (28,67 g). Na presença de EB, o maior valor de MFR foi constatado nas plantas sem a fertirrigação com UH (32,40 g), sendo 6,79% maior em relação a observado na presença de UH (30,20 g) (Figura 2B).

O EB não afetou significativamente a MFR provavelmente devido ao curto período de avaliação das plantas de *Moringa oleifera*. O EB é um fertilizante orgânico no qual a mineralização ocorre de forma lenta e gradual, desse modo, no presente estudo não ocorreu plenamente, ao ponto de afetar a MFR das plantas (GONÇALVES et al., 2006; ARAÚJO et al., 2020).

Em contrapartida, os melhores resultados encontrados nas mudas de *Moringa oleifera* fertirrigadas com UH, estão relacionados as ações dos nutrientes que estão presentes nesse fertilizante, sobretudo o nitrogênio, os quais são encontrados na urina humana, e dessa forma, se coletadas e tratadas de maneira adequadas, surgem como fontes alternativas de nutrientes para o cultivo agrícola (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2009).



**Figura 2.** Matéria fresca dos caules (A) e matéria fresca das raízes (B) de mudas de *Moringa oleifera* submetidas a doses de esterco e de urina humana. Letras minúsculas comparam as doses de urina e as letras maiúsculas comparam as doses de esterco. Lagoa Seca, PB, 2021.

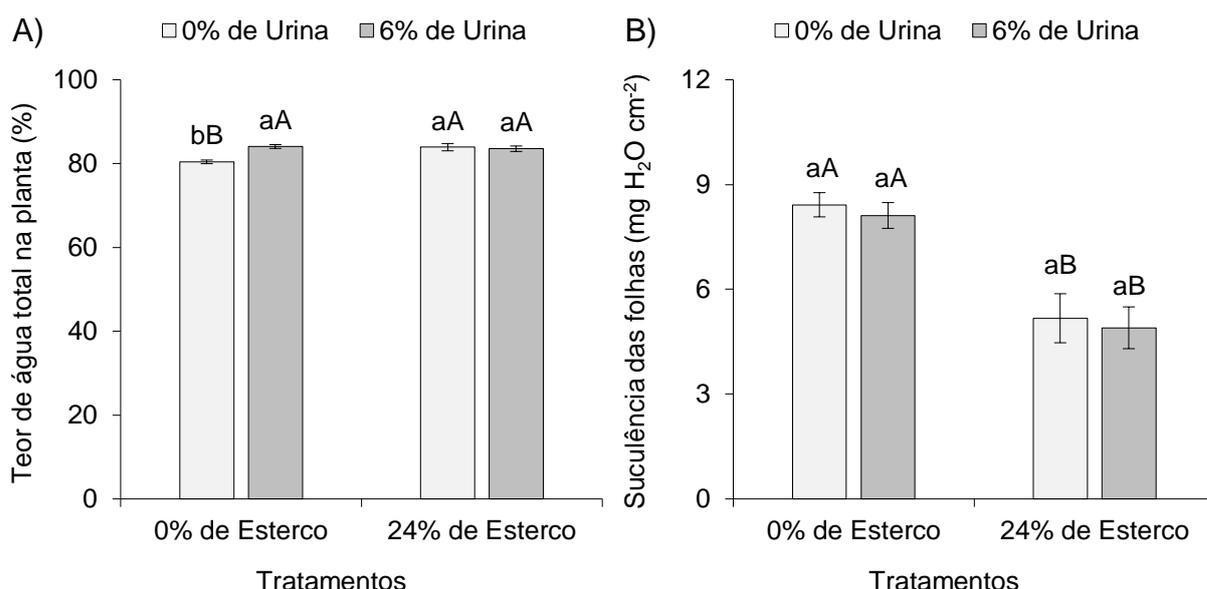
Houve interação significativamente das aplicações de doses de EB e UH sobre o teor de água total na planta (TATP) de *Moringa oleifera* (Figura 3A). Quando o EB não foi aplicado o maior valor de TATP foi encontrado nas plantas fertirrigadas com UH (84,07%), observando-se aumento de 4,55% em relação as plantas que não receberam a fertirrigação com UH (80,41%). Na presença do EB, o TATP foi 0,44% maior nas plantas que não receberam fertirrigação com UH.

De acordo com a Figura 3B, constatou-se que a suculência das folhas (SFO) de mudas de *Moringa oleifera* foi afetada significativamente apenas pelas doses de EB, em que na ausência da UH, o maior resultado (8,42 mg H<sub>2</sub>O cm<sup>-2</sup>) foi constatado

nas plantas que não receberam EB, sendo 3,64% menor em comparação as plantas que receberam dose com 24% de EB. Da mesma forma, nas plantas fertirrigadas com 6% de UH, o maior valor foi encontrado nas plantas sem o EB (Figura 3B).

Os aumentos nas variáveis promovidas pelas doses de EB estão correlacionados as ações positivas causadas por esse adubo orgânico sobre as propriedades do solo, assim como pela liberação adequada dos macro e micronutrientes para as plantas (LOURO et al., 2012; SOUZA et al., 2015; GUZMÁN-ALBORES et al., 2020).

Em relação ao aumento promovido pela fertirrigação com UH, esse efeito certamente está associado a quantidade de nutriente fornecido as plantas, a qual foi suficiente para que as plantas de *Moringa oleifera* expressassem o máximo de desenvolvimento foliar (PEREIRA et al., 2014; SETYAWAN et al., 2020).



**Figura 3.** Teor de água total na planta (A) e suculência das folhas (B) de mudas de *Moringa oleifera* submetidas a doses de esterco e de urina humana. Letras minúsculas comparam as doses de urina e as letras maiúsculas comparam as doses de esterco. Lagoa Seca, PB, 2021.

Nesse estudo o maior índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBA) das mudas de *Moringa oleifera*, nas plantas que não receberam a adubação com EB foi 0,49 nos tratamentos fertirrigados com UH, sendo 54,53% em relação aos tratamentos sem fertirrigação. Similarmente, nas plantas adubadas com EB, o maior valor (0,65) de IPBA foi observado nas plantas que receberam UH, apresentando aumento de 83,25% quando comparado ao valor 0,35 encontrado nas plantas cultivadas na ausência da UH (Figura 4A).

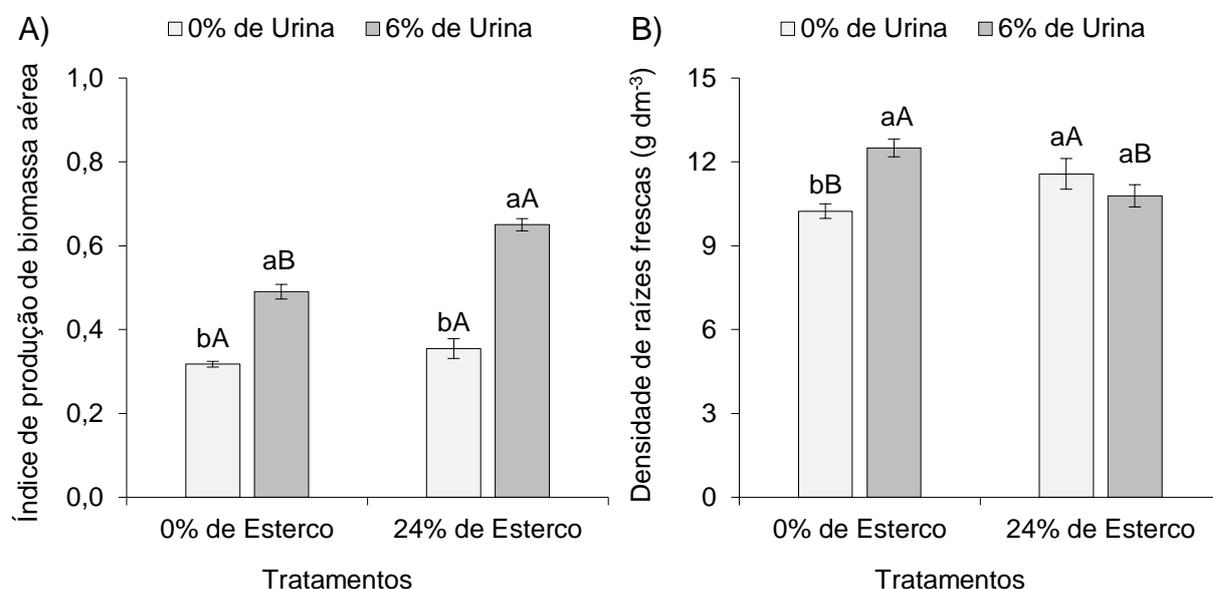
Quanto a densidade de raízes frescas (DRF) de mudas de *Moringa oleifera*, de acordo com a Figura 4B observa-se que na ausência do EB e quando as plantas foram fertirrigadas com UH houve produção máxima de 12,50 g dm<sup>-3</sup> representando aumento de 22,09% em relação as plantas que não receberam UH (10,24 g dm<sup>-3</sup>). No entanto, resultado divergente foi observado nas plantas cultivadas sob adubação com EB, no qual o maior resultado (11,57 g dm<sup>-3</sup>) foi constatado nos tratamentos sem aplicação de UH, que foi 6,79% maior que o tratamento com aplicação de UH.

A resposta das plantas as doses de EB para essas variáveis, já era esperada devido os aumentos observados nas demais variáveis, o qual de certa forma, estão

correlacionadas, e foram influenciadas de forma significativa pela fertilização orgânica. Esse comportamento está relacionado as melhorias causadas pela utilização de adubos orgânicos (EB e UH), que melhoram as propriedades do solo e os quais adicionam macro e micronutrientes ao solo, geralmente fornecem cerca de 1% de potássio, 2% de fósforo e 3% de nitrogênio (VINNERÅS et al., 2004; SILVA et al., 2019; SETYAWAN et al., 2020).

Os benefícios observados pela interação significativa do EB com a UH sobre a DRF denotam melhorias na estrutura do solo que possibilitou o pleno desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Provavelmente, houve aumento de matéria orgânica, e conseqüentemente, maior aporte de nutrientes, infiltração de água, capacidade de troca de cátions (CTC) e do solo (HOFFMAN et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2009).

Nesse sentido, os resultados encontrados no presente estudo são convergentes com Vinnerås et al. (2004), os quais afirmam que a HU consiste em um adubo orgânico com pleno potencial para reduzir a aplicação de fertilizantes químicos na agricultura, devido as elevadas concentrações de nutrientes (macro e micro). Gonçalves et al. (2006) ressalta ainda que, a UH possui os nutrientes dissolvidos na UH estão na forma de fácil assimilação pelas plantas, o que representa uma vantagem para sua utilização em relação aos outros fertilizantes orgânicos.



**Figura 4.** Índice de produção de biomassa da parte aérea (A) e densidade de raízes frescas (B) de mudas de *Moringa oleifera* submetidas a doses de esterco e de urina humana. Letras minúsculas comparam as doses de urina e as letras maiúsculas comparam as doses de esterco. Lagoa Seca, PB, 2021.

#### 4 CONCLUSÃO

A fertirrigação com urina humana potencializou a adubação orgânica com esterco bovino na produção de mudas de *Moringa oleifera*.

O melhor desenvolvimento das mudas de *Moringa oleifera* foi verificado com a dose de 24% esterco bovino associado a dose de 6% de urina humana.

## REFERÊNCIAS

- ALEMAYEHU, Y. A.; ASFAW, S. L.; TERFIE, T. A. Nutrient recovery options from human urine: A choice for large scale application. **Sustainable Production and Consumption**, v. 24, p. 219-231, 2020.
- APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - Water Environment Federation. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed. Washington: APHA, 2005.
- ARAÚJO, N. C.; COURA, M. A.; OLIVEIRA, R.; MEIRA, C. M. B. S.; RODRIGUES, A. C. L. Crescimento e proteína bruta de forragem hidropônica de milho fertilizado com urina humana e manipueira. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, p. 721-735, 2020.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat: Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**. Funep, 2015.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas: Noções Básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.
- CHITIYO, S. T.; NCUBE, B.; NDHLALA, A. R.; TSVUURA, Z. Biochemical responses of *Moringa oleifera* Lam. plants to graded moisture deficit. **South African Journal of Botany**, v. 138, p. 41-49, 2021.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- FERNANDES, A.; BANCESSI, A.; PINELA, J.; DIAS, M. I.; LIBERAL, A.; CALHELHA, R. C.; ĆIRIĆ, A.; SOKOVIĆ, M.; CATARINO, L.; FERREIRA, I. C. F. R.; BARROS, L. Nutritional and phytochemical profiles and biological activities of *Moringa oleifera* Lam. edible parts from Guinea-Bissau (West Africa). **Food Chemistry**, v. 341, p. e128229, 2021.
- FERRAZ, R. L. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; NUNES JÚNIOR, E. S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 181-188, 2012.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects splitplot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.
- GONÇALVES, R. F.; ALVES, W. C.; ZANELLA, L. Conservação de Água no Meio Urbano. In: GONÇALVES, R. F. (Ed.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: Abes, 2006.
- GRANELLA, S. J.; BECHLIN, T. R.; CHRIST, D.; COELHO, S. R. M.; PAZ, C. H. O. An approach to recent applications of *Moringa oleifera* in the agricultural and biofuel industries. **South African Journal of Botany**, v. 137, p. 110-116, 2021.

- GUZMÁN-ALBORES, J. M.; MONTES-MOLINA, J. A.; CASTAÑÓN-GONZÁLEZ, J. H.; ABUD-ARCHILA, M.; GUTIÉRREZ-MICELI, F. A.; RUÍZ-VALDIVIEZO, V. M. Effect of different vermicompost doses and water stress conditions on plant growth and biochemical profile in medicinal plant, *Moringa oleifera* Lam. **Journal of Environmental Biology**, v. 41, p. 240-246, 2020.
- HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U.B. MANÉ-BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 86, n. 3, p. 263-275, 2001.
- LOURO, C. A. L.; VOLSCHAN JÚNIOR, I.; ÁVILA, G. M. Sustentabilidade ambiental: Estudo sobre o aproveitamento de nutrientes da urina humana para fins agrícolas. **Sistemas & Gestão**, v. 7 p. 440-447, 2012.
- LUCENA, A. L. M.; ALBUQUERQUE, M. B.; ALVES, M. M.; ARAUJO, R. S. R.; COSTA, C. R. G. Cultivation and nutritional quality of *Moringa oleifera* Lam. produced under different substrates in semi-arid region in northeast Brazil. **Current Research in Agricultural Sciences**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2021.
- MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, n. 1, p. 9-14, 1999.
- MASHAMAITE, C. V.; PIETERSE, P. J.; MOTHAPOI, P. N.; PHIRI, E. E. *Moringa oleifera* in South Africa: A review on its production, growing conditions and consumption as a food source. **South African Journal of Science**, v. 117, n. 3-4, p. 1-7, 2021.
- MISHRA, A.; BRUNO, E.; ZILBERMAN, D. Compound natural and human disasters: Managing drought and COVID-19 to sustain global agriculture and food sectors. **Science of The Total Environment**, v. 754, p. e142210, 2021.
- NGAKOU, A.; HAOUVANG, L. C.; MBAIGUINAM, M.; UKE, P.; ISSA, M. Changes in Pigment Contents and Nutritional Components of *Moringa oleifera* Lam. as Impacted by Different Feedstuff Compost Receipts. **Compost Science & Utilization**, 2021.
- OLDONI, T. L. C.; MERLIN, N.; BICAS, T. C.; PRASNIEWSKI, A.; CARPES, S. T.; ASCARI, J.; ALENCAR, S. M.; MASSARIOLI, A. P.; BAGATINI, M. D.; MORALES, R.; THOMÉ, G. Antihyperglycemic activity of crude extract and isolation of phenolic compounds with antioxidant activity from *Moringa oleifera* Lam. leaves grown in Southern Brazil. **Food Research International**, v. 141, p. e110082, 2021.
- OLIVEIRA JÚNIOR, S.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; SOUTO, P. C.; MAIOR JÚNIOR, S. G. S. Adubação com diferentes esterco no cultivo de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 125-134, 2009.
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; MEDEIROS, J. F.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 206-211, 2009.

PEREIRA, K. T. O.; CAVALCANTE, A. L. G.; DANTAS, R. P.; LIMA, L. A.; GOMES, L. P.; OLIVEIRA F. A. Efeito de níveis de fertilizantes na produção de mudas de moringa. In: Inovagri International Meeting, 2. 2014, Fortaleza - CE. **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI, 2014.

PINTO, M. G. C. **Adubação orgânica no crescimento de plantas, produção de frutos e sistema radicular de *Moringa oleifera* Lam.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2018.

ROMERO-MARCANO, G.; SILVA-ACUÑA, R.; MAZA, I. J. Calidad morfológica en plántulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) producidas en sustratos compuestos de suelo y estiércol animal. **Revista Ciencia UNEMI**, v. 14, n. 35, p. 54-72, 2021.

SETYAWAN, H.; ROHMIYATI, S. M.; PURBA, J. H. Application of cow manure, urea and npk fertilizer combination on the growth of palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq) in pre-nursery. **Agro Bali: Agricultural Journal**, v. 3, n. 1, p. 74-83, 2020.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). **Biometrika Trust**, v. 52, p. 591-609, 1965.

SILVA, A. E.; FERRAZ, R. L. S.; SILVA, J. P.; COSTA, P. S.; VIÉGAS, P. R. A.; BRITO NETO, J. F.; MELO, A. S.; MEIRA, K. S.; SOARES, C. S.; MAGALHÃES, I. D.; MEDEIROS, A. S. Microclimate changes, photomorphogenesis and water consumption of Moringa oleifera cuttings under different light spectrums and exogenous phytohormone concentrations. **Australian Journal of Crop Science**, v.14, n.5, p.751-760, 2020.

SILVA, E. C. A.; LUCENA, P. G. C.; NASCIMENTO, R. M.; SANTOS, C. A.; ARAÚJO, R. P. S.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Mecanismos bioquímicos em *Moringa oleifera* Lam. para tolerância à salinidade. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 4, p. 54-71, 2017.

SILVA, V. F.; BEZERRA, C. V. C.; NASCIMENTO, E. C. S.; FERREIA, T. N. F.; LIMA, V. L. A.; ANDRADE, L. O. Production of chili pepper under organic fertilization and irrigation with treated wastewater. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, p. 84-89, 2019.

SOUZA, T. M. A.; SOUSA, T. A.; OLIVEIRA NETO, H. T.; SOUTO, L. S.; DUTRA FILHO, J. A.; MEDEIROS, A. C. Crescimento e desenvolvimento inicial da cultura da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetida à fertilização orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 103-107, 2015.

VINNERÅS, B.; JÖNSSON, H.; SALOMON, E.; STINTZING, A.R. **Tentative guidelines for agricultural use of urine and faeces.** In: International Symposium on Ecological Sanitation, 2. 2003, Lübeck. Proceedings... Lübeck, Germany: GTZ/IWA, 2004. Disponível em: <http://www.gtz.de/en/themen/umwelt-infrastruktur/wasser/9258.htm>.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, que se não fosse pelo Pai não teria tido determinação e coragem para concluir este curso, em meio as dificuldades Ele me deu a força necessária para continuar.

Ao meu esposo Marcos Antônio por me dar todo apoio e incentivo, mesmo sabendo que as vezes minha vontade era desistir.

Aos meus pais Ilson Antônio e Rossana Amorim, pois foi por eles que me mantive forte até o fim e realizar seu sonho de ter sua primeira filha formada em um curso superior.

Ao meu orientador Mario Sergio e a minha coorientadora Patrícia Costa, pela confiança e dedicação depositada em mim.

Ao meu colega José Neto que por diversas vezes foi meu ombro amigo, meu ouvinte e amigo Antônio Manoel por não me fazer desistir e me mostrar o quanto sou capaz.

Ao corpo docente que compõem o CCAA, no qual me forneceram todas as bases necessárias para compor este trabalho, minha total admiração pelo vosso profissionalismo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo financiamento deste trabalho no âmbito do Projeto de Pesquisa nº 160862/2019-1.