

## Qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lamarck submetidas a águas residuárias

*Physiological quality of Moringa oleifera Lamarck seeds subjected to wastewater*

**Maria Luíza de Souza Medeiros<sup>1</sup>, Andréa Celina Ferreira Demartelaer<sup>2</sup>, Wanessa Soares de Lima<sup>3</sup>, Guilherme Vinícius Gonçalves de Pádua<sup>4</sup>, Patrícia Clemente Abraão<sup>5</sup>, Joyce Naiara da Silva<sup>6</sup>**

**RESUMO:** A *Moringa oleifera* apresenta alto potencial em face a sua rusticidade e multiplicidade agrícola. Estudos utilizando água de esgoto no cultivo de espécies vêm se destacando nos últimos anos, pois, além de ser uma alternativa sustentável, traz benefícios econômicos, sociais e ambientais para a agricultura. Assim, o trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica em sementes de moringa utilizando água residuária. O delineamento utilizado foi o DIC, com cinco tratamentos: T1 - 100% de água de abastecimento; T2 - 25% de água residuária + 75% de água de abastecimento; T3 - 50% de água residuária + 50% de água de abastecimento; T4 - 75% de água residuária + 25% de água de abastecimento; e T5 - 100% de água residuária, com quatro repetições de 50 sementes e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). As variáveis analisadas foram: teste de emergência, altura de plântula (cm), número de folhas, área foliar (cm<sup>2</sup>), diâmetro do coleto (mm), comprimento de raiz (cm) e massa seca de plântula (g). Os tratamentos apresentaram diferenças significativas, com os tratamentos 100% água de abastecimento e 25% água residuária + 75% água de abastecimento apresentando resultados superiores em relação aos demais. É possível o aproveitamento da água residuária para a produção de plântulas de *Moringa oleifera*, desde que a proporção na lâmina de irrigação não ultrapasse 25%.

**Palavras-chave:** Emergência. Esgoto. Reúso de água.

**ABSTRACT:** *Moringa oleifera* has high potential due to its rusticity and agricultural multiplicity. Studies using sewage water in the cultivation of species have stood out in recent years, because, in addition to being a sustainable alternative, economic, social and environmental benefits for agriculture. Thus, this study aimed to evaluate the physiological quality of moringa seeds with the use of reuse water. The design was DIC, with five treatments: T1 - 100% water supply; T2 - 25% of wastewater + 75% of water supply; T3 - 50% of wastewater + 50% of water supply; T4 - 75% of wastewater + 25% of water supply and 100% wastewater, with four replicates of 50 seeds and the means compared by the Tukey test ( $P \leq 0.05$ ). The variables analysed were: emergency test, seedling height (cm), number of leaves, leaf area (cm<sup>2</sup>), collection diameter (mm), root length seedling (g). The treatments presented significant differences, with the treatments 100% supply water and 25% wastewater + 75% supply water presenting superior results in relation to the others. It is possible to use wastewater for the production of *Moringa oleifera* seedlings, as long as the proportion in the irrigation depth does not exceed 25%.

**Keywords:** Emergency. Sewer. Water reuse.

**Autor correspondente:** Joyce Naiara da Silva  
E-mail: joicenaiaira@hotmail.com

Recebido em: 09/02/2021  
Aceito em: 03/05/2021

<sup>1</sup> Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil.

<sup>3</sup> Bióloga da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte e professora da pós-graduação em Manejo Sustentável do Semiárido na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal (RN), Brasil.

<sup>4</sup> Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Doutorando no Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil.

<sup>5</sup> Mestranda na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Brasil.

<sup>6</sup> Doutoranda em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa (PB), Brasil.



## INTRODUÇÃO

Pertencente à família da Moringaceae, a *Moringa oleifera* (Lamarck) é a espécie perene mais conhecida dentre as quatorze espécies do gênero *Moringa*. Originária da Índia, chegou ao Brasil há cerca de 40 anos no sertão nordestino e difundiu-se por todo o país (AGUSTINI *et al.*, 2013).

Arbusto que pode alcançar até 10 metros de altura, apresenta crescimento rápido, suas folhas são longo-pecioladas, bipinadas, com folíolos obovais, produz frutos do tipo vagem e possui em torno de 20 a 24 sementes aladas (MORTON, 1991).

A espécie apresenta potencial medicinal devido à alta concentração de vitaminas A e C, fósforo, cálcio, proteínas e além de  $\alpha$ - e  $\gamma$ -tocoferóis, glicosinatos, nitrilas, glicosídeos, quercetina, canferol, ramnosídeos, isotiocianatos e esteróides (BARRETO *et al.*, 2019). Além disso, merece destaque na agricultura e nos segmentos de indústrias e medicamentos, por ser utilizada como estimulante cardíaco e circulatório, antipirética, antiepilética, antiespasmódica, diurética e ainda apresenta atividade biológica, antimicrobiana, antitumoral e antifúngica (VELÁZQUEZ-ZAVALA *et al.*, 2016).

Estudos que envolvem o uso da moringa na descontaminação biológica de água de abastecimento também merecem destaque. Nishi *et al.* (2011) conduziram experimentos que objetivaram avaliar a eficiência das sementes de moringa como coagulante de águas superficiais e na remoção de cistos de *Giardia* sp. e obtiveram resultados satisfatórios na eliminação dos patógenos, na redução de cor e turbidez das amostras de água.

Devido a espécie apresentar múltiplo uso, a procura por sementes e mudas de alta qualidade tem aumentado e, a semente, por ser o principal insumo no processo de propagação de plantas, tem grande importância. Assim, sua qualidade pode ser definida pelo somatório de atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos que auxiliam na obtenção do material de alta qualidade, com alta porcentagem de germinação, viabilidade e manutenção do vigor, podendo ser influenciados por fatores bióticos ou abióticos (GUEDES *et al.*, 2013).

Dentre esses fatores, a água é de extrema importância, pois, de acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), ela não é apenas o primeiro fator que inicia a germinação, mas, em todas as demais etapas do metabolismo subsequente, há sua participação nas reações enzimáticas e na solubilização e transporte de metabólitos e como reagente na digestão hidrolítica de proteínas, carboidratos e lipídeos dos tecidos de reserva da semente.

Nesse sentido, a intensificação dos processos de urbanização nas últimas décadas tem implicado no aumento da demanda de água para irrigação, abastecimento e diluição de esgotos, resultando em pressões cada vez maiores sobre os mananciais hídricos. Entretanto, o reúso de água com os efluentes tratados de esgoto representam uma fonte de água e nutrientes

disponível para uso em irrigação, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais para agricultura e sendo uma alternativa sustentável para o aumento da oferta de água (SCHAER-BARBOSA *et al.*, 2014).

Dessa forma, o emprego de água residuária na irrigação pode reduzir os custos de fertilização das culturas, bem como, o nível requerido de purificação do efluente através da radiação solar ultravioleta e as condições ambientais desfavoráveis que causam uma elevada mortalidade dos organismos patogênicos e, conseqüentemente, baixo custo em seu tratamento, uma vez que as águas residuárias contêm nutrientes e o solo e as culturas comportam-se como biofiltros naturais (HARUVY, 1997).

As pesquisas sobre o uso de águas residuais na fase de desenvolvimento inicial das culturas ainda são incipientes. Estudo realizado por Caldeira *et al.* (2013) verificou que o lodo de esgoto e vermiculita influenciaram de maneira positiva o crescimento das mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* L.), constatando, dessa maneira, que há um grande potencial no desenvolvimento de técnicas viáveis utilizando águas residuais.

De acordo com Schaer-Barbosa *et al.* (2014) o reaproveitamento de água residuária ainda é uma prática incipiente no Brasil, no entanto, estudos têm sido intensificados, pois é um importante componente da gestão de recursos hídricos para a agricultura no Nordeste.

Diante disso, este artigo buscou avaliar a influência do reúso de água com propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato que acarretam no maior desempenho fisiológico das plantas como a moringa, que é uma espécie com alto potencial agrônomo, florestal, econômico, social e como elemento mitigador da seca gerando uma oportunidade de valorização da atividade agrícola principalmente destinadas ao reflorestamento e exploração desta espécie para a região (EMBRAPA, 2018). Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica em sementes de *Moringa oleifera* utilizando água residuária.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre os meses de fevereiro e março de 2017 na Estação de Tratamento de Esgotos de Ponta Negra (ETE de PN), pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), no município de Natal (RN) -05°47'42" S e -35°12' 34" W.

A casa de vegetação utilizada apresenta as dimensões de 7 m de largura com 18 m de comprimento, construída com estrutura de aço galvanizado. A cobertura é do tipo túnel, feita com filme de polietileno de baixa densidade e transparente, com 150 µm de espessura e tratamento anti-ultravioleta. As paredes laterais e frontais foram confeccionadas com sombrite (50% de sombreamento).

De acordo com a classificação de Köppen (1928), o clima da região é tropical chuvoso, com duas estações bem definidas: uma seca (junho a janeiro) e outra chuvosa (fevereiro a maio). A temperatura média anual é de 26 °C, a umidade relativa do ar é de 78% e a precipitação pluviométrica anual é bastante irregular, com média de 900 mm.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (T1 - 100% de água de abastecimento; T2 - 25% de água residuária + 75% de água de abastecimento; T3 - 50% de água residuária + 50% de água de abastecimento; T4 - 75% de água residuária + 25% de água de abastecimento; e T5 - 100% de água residuária) e quatro repetições com 50 sementes.

O efluente da água residuária foi tratado pelo sistema biológico secundário na lagoa de maturação e, em seguida, foram feitas análises das variáveis físico-químicas, como o fósforo, o nitrogênio e o nitrogênio amoniacal, visto que os resultados dessas análises foram estabelecidos de acordo com as modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso de água não potável para fins agrícolas e florestais, de acordo com a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH.

Além disso, também foi definida a classe tipo 3 da água para reúso de acordo com a Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA e a norma técnica NBR-13.696 de setembro de 1997, em que o reúso é abordado como uma opção à destinação de esgotos de origem essencialmente doméstica ou com características similares na aplicação em irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagem para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual, com padrão de qualidade, por apresentar valor permitido de fósforo em torno de 4,0 mg.L<sup>-1</sup>, nitrogênio total entre 5 - 30 mg.L<sup>-1</sup>, nitrogênio amoniacal com 20 mg.L<sup>-1</sup>, coliformes termotolerantes < 5000 NMP/100 mL e oxigênio dissolvido > 2,0 mg.L<sup>-1</sup>.

Após o tratamento dos efluentes da água residuária e as suas avaliações, o experimento se deu com as seguintes combinações: T1 - 100% de água de abastecimento; T2 - 25% de água residuária mais 75% de água de abastecimento; T3 - 50% de água residuária e 50% de água de abastecimento; T4 - 75% de água de abastecimento mais 25% de água residuária; T5 - 100% de água residuária.

A exsiccata de *Moringa oleífera* foi realizada, em que a mesma foi coletada manualmente de uma matriz localizada no município de São Gonçalo (RN) 05° 47' 36" S e 35° 19' 46" W no mês de agosto de 2016, utilizando-se caule, folhas e flores, tombada com o seguinte código: 22644, junto ao Herbário da UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Natal).

As sementes de *Moringa oleífera* foram coletadas em sete árvores matrizes no quarto estádio de maturação, apresentando frutos do tipo epicarpo de coloração marrom escuro e

deiscentes (AUGUSTINI *et al.*, 2015); posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos de polietileno de 1 Kg e conduzidas ao Laboratório de Sementes pertencente à Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN onde foram homogeneizadas manualmente, por meio da junção de todas as sementes das sete matrizes, compondo-se assim um único lote de sementes.

O experimento foi instalado em casa de vegetação, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por repetição distribuídas em bandejas de polietileno de coloração branca com capacidade volumétrica de 9 L, contendo areia previamente lavada, peneirada e esterilizada, umedecida inicialmente com 60% de sua capacidade de retenção máxima, conforme sugerido por Brasil (2009). Durante a condução do experimento, as irrigações foram realizadas uma vez ao dia (realizadas no final da tarde), de forma a manter a umidade próxima a 60% da capacidade de retenção do substrato, aplicando-se aproximadamente 500 mL de água diariamente nas bandejas. O cálculo da quantidade de água adicionada foi efetuado pesando-se 500 g de areia colocada em um filtro de papel. Em seguida, foi adicionada uma quantidade de água previamente determinada. Decorridos aproximadamente 15 min, todo o excesso de água drenado foi utilizado para determinar o cálculo, por diferença, da quantidade de água que ficou retida na areia (100%). A quantidade de água equivalente a 60% foi adicionada aos 500 g de areia (BRASIL, 2009).

Foram realizados os seguintes testes:

Teste de emergência (E), que consistiu no registro do número de plântulas emergidas, obtidas ao final do experimento, aos 21 dias, para obtenção da percentagem de emergência.

Para a avaliação da altura das plântulas (AP) foram utilizadas dez plântulas normais de cada repetição, sendo feita no vigésimo primeiro dia com o auxílio de uma régua graduada e os resultados obtidos em centímetros (cm).

A contagem do número de folhas por planta (NF) foi realizada através da análise visual e a área foliar (AF) foi determinada com ajuda de um medidor de área foliar da marca Li-Cor 3000 com os resultados expressos em centímetro quadrado (cm<sup>2</sup>).

O diâmetro do coleto (DC) foi medido com um paquímetro e expresso em milímetros (mm).

O comprimento de raiz (CR) foi feito através da medição do comprimento da raiz de dez plântulas normais de cada repetição, com o auxílio de uma régua graduada e expressos em centímetros (cm) (NAKAGAWA, 1999).

A determinação da massa seca de plântulas (MS) foi realizada através de amostras acondicionadas em sacos de papel Kraft de 250 g, posteriormente colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 48 horas, e então pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g e os resultados obtidos em gramas (g) (NAKAGAWA, 1999).

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade e em seguida à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico *software* SISVAR® (FERREIRA, 2017).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento utilizando 50% de água residuária (AR) + 50% de água de abastecimento (AB) apresentou média inferior para a emergência (57%), em relação aos tratamentos usando 100% água de abastecimento (AB) e 25% de água residuária (AR) + 75% de água de abastecimento (AB) (74,50% e 74,25%), respectivamente. Já os tratamentos 75% de água residuária (AR) + 25% de água de abastecimento (AB) e 100% de água residuária (AR) apresentaram as menores médias de emergência quando comparados aos demais tratamentos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* sob diferentes combinações de água residuária e água de abastecimento

Tratamentos	E (%)	AP (cm)	NF	AF (cm <sup>2</sup> )	DC (mm)	CR (cm)	MS (g)
100% AB	74,50 a	18,32 a	6,00 a	11,48 a	4,00 a	7,40 a	123,25 a
25% AR + 75% AB	74,25 a	19,50 a	6,00 a	11,00 a	3,80 a	7,38 a	118,00 a
50% AR + 50% AB	57,00 b	15,75 b	5,00 b	9,95 b	3,00 b	5,75 b	98,50 b
75% AR + 25% AB	40,25 c	14,73 b	5,00 b	9,63 b	3,00 b	4,87 b	87,00 b
100% AR	37,75 c	13,20 b	5,00 b	9,40 b	3,00 b	4,12 b	80,50 b
CV (%)	14,78	9,86	15,72	12,46	13,16	10,82	12,11

Legenda: G = Germinação; AP = altura de plântula; NF = número de folhas; AF = área foliar; DC = diâmetro do coleto; CR = comprimento de raiz; MS = massa seca de plântulas; AB = Água de abastecimento; AR = Água residuária; As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores resultados de percentagem de germinação do presente trabalho variaram entre 74,25% e 74,50% e corroboram com os obtidos por Noronha (2014) quando avaliou lotes de sementes de *Moringa oleifera* e também verificou percentagens de germinação entre 75,00% e 76,00%. Já Pereira *et al.* (2015) em seu trabalho com avaliação de diferentes temperaturas e substratos obtiveram germinação variando de 36 a 99%.

No que se refere ao desenvolvimento inicial das plântulas, quando utilizaram-se 50% de água residuária (AR) + 50% de água de abastecimento (AB), 75% de água residuária (AR) + 25% de água de abastecimento (AB) e 100% de água residuária (AR), obtiveram-se as menores médias para altura de plântulas (15,75 cm, 14,73 cm, 13,20 cm), número de folhas (5,00, 5,00, 5,00), área foliar (9,95 cm<sup>2</sup>, 9,63 cm<sup>2</sup>, 9,40 cm<sup>2</sup>), diâmetro do coleto (3,00 mm, 3,00 mm, 3,00 mm), comprimento de raiz (5,75 cm, 4,87 cm, 4,12 cm) e massa seca de



plântulas (98,50 g, 87,00 g, 80,50 g) de *Moringa oleifera* em relação aos demais tratamentos avaliados, de acordo com a Tabela 1.

Verificou-se diferença estatística nos tratamentos utilizando 100% de água de abastecimento (AB) e 25% de água residuária (AR) + 75% de água de abastecimento (AB) quando comparados aos demais tratamentos, visto que apresentaram as maiores médias em todas as avaliações realizadas, como exemplo, a germinação, altura de plântulas, número de folhas, área foliar, diâmetro do coleto, comprimento das raízes e massa seca em plântulas de *Moringa oleifera*, respectivamente (Tabela 1).

As maiores alturas e número de folhas por plantas também foram verificadas por Xavier (2007) quando avaliou o crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.) BRS Nordeste, irrigada com águas residuárias de três indústrias, em que registraram acréscimos de 66% na altura das plantas, quando comparadas com a testemunha absoluta (água de abastecimento sem adubação NPK). Sofiatti *et al.* (2007), trabalhando com lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) variedade Rubi, também verificaram os maiores resultados para a altura (110 cm) e número de folhas por plantas.

As maiores alturas e número de folhas por plantas pode ser explicado por Bewley *et al.* (2013) quando afirmaram que durante a germinação as substâncias de reserva são mobilizadas para a produção de energia, para o crescimento e desenvolvimento de plântulas, que, por sua vez, está ligado à quantidade de assimilados presente na semente e a mobilização desses para o eixo embrionário durante o crescimento, visto que as sementes com alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação e maior taxa de crescimento e altura de plântulas (MUNIZZI *et al.*, 2019).

Os maiores resultados de área foliar obtidos no presente trabalho corroboram com os obtidos por Xavier (2007) quando avaliou o crescimento da mamoneira (*R. communis*) BRS Nordeste irrigada com águas residuárias de três indústrias, em que registraram acréscimos de 97% na área foliar, em relação à testemunha absoluta (água de abastecimento sem adubação NPK). Sofiatti *et al.* (2007), utilizando lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro (*G. hirsutum*) variedade Rubi, também verificaram maiores crescimentos de área foliar (1.335 cm<sup>2</sup>).

Assim, a superfície foliar de uma planta é talvez o mais importante parâmetro na avaliação do crescimento vegetal (BENINCASA, 1988) e é indicativo de rendimento potencial da cultura, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e a sua conversão em energia química é responsável por produzir fotoassimilados que proporcionam o crescimento, desenvolvimento e reprodução das plantas.

Para o diâmetro do coleto e comprimento de raiz também foram encontrados resultados semelhantes ao presente trabalho. Alves *et al.* (2011), avaliando a produção de mudas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) submetidas à água residuária, observaram aumento significativo no diâmetro do coleto, verificando um aumento em cerca de 0,015 cm por planta.

De acordo com Silva *et al.* (2012) o diâmetro do coleto é um bom indicador da qualidade da muda para a sobrevivência e crescimento após o transplântio para o local definitivo. Já o comprimento expressa as características específicas da raiz, como ângulo de distribuição, crescimento longitudinal e secundário em relação à parte aérea, além das potencialidades genéticas em relação ao uso mais eficiente dos recursos disponíveis do solo, como água e nutrientes.

Os resultados de massa seca deste trabalho estão de acordo com os encontrados por Sofiatti *et al.* (2007) quando avaliaram o lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro (*G. hirsutum*) variedade Rubi, que também verificaram os maiores resultados para a massa seca de parte aérea (30,1 g).

Rebouças *et al.* (2010) quando trabalharam com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), irrigado com água residuária de esgoto, observaram efeito positivo para a massa seca, no qual as plantas irrigadas apenas com efluentes aumentaram a produção da matéria seca em 117,07%, evidenciando que a quantidade de nitrogênio existente na água residuária supriu suficientemente as plantas, elevando a produção de fitomassa seca.

Dessa forma, essa variável é um parâmetro importante para analisar o desenvolvimento de plântulas, pois permite determinar a transferência de massa seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário através da massa seca das plântulas (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2019).

Souza *et al.* (2010) observaram que as variáveis vegetativas, altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas do girassol irrigado com água de esgoto, apresentaram valores médios de 106,26 cm; 9,41 mm; e 19,33 folhas, respectivamente, constatando-se superioridade estatística quando comparados aos valores médios obtidos com a irrigação com água de poço, que foram de 81 cm; 6,23 mm; e 15,33 folhas, respectivamente.

O fato dos tratamentos utilizando 100% de água de abastecimento (AB) e 25% de água residuária (AR) + 75% de água de abastecimento (AB) em sementes de *Moringa oleifera* terem se diferenciado em todas as avaliações fisiológicas em relação aos demais tratamentos tem como explicação que a concentração de fósforo presente na água de irrigação variou entre 0,30 e 2,50 mg.L<sup>-1</sup> (Tabela 2) e podem ter sido absorvidas pelas plantas nas seguintes formas inorgânicas: PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>-2</sup> originadas da solubilização de minerais fosfatados e da mineralização da matéria orgânica (SCHUMACHER, 2013), apresentando, dessa maneira,



importante função para as plantas como constituintes de compostos armazenadores de alta energia, como o ATP (Trifosfato de adenosina).

**Tabela 2.** Parâmetros químicos da água residuária e água de abastecimento utilizada na irrigação de sementes de *Moringa oleifera*

Tratamentos	P (mg.L <sup>-1</sup> )	N (mg.L <sup>-1</sup> )	Nam (mg.L <sup>-1</sup> )
100% AB	0,30	0,10	-
25% AR + 75% AB	2,50	0,13	7,67
50% AR + 50% AB	4,70	1,06	14,71
75% AR + 25% AB	6,80	2,63	209,44
100% AR	8,80	3,64	377,44

Em que: P = Fósforo (mg.L<sup>-1</sup>); N = Nitrogênio total (mg.L<sup>-1</sup>); Nam = Nitrogênio amoniacal (mg.L<sup>-1</sup>); AR = Água residuária; AB = Água de abastecimento.

É através da utilização dessa energia que a semente germina, a planta efetua a fotossíntese, absorve de forma ativa os nutrientes do solo e sintetiza vários compostos orgânicos (NAIFF, 2007). Esse elemento está envolvido em funções essenciais do metabolismo celular, atuando na síntese de metabólitos e moléculas complexas como o DNA, RNA e fosfolipídeos, na cadeia de transporte de elétrons e reações redox promovendo a regulação da taxa de diversas reações enzimáticas e processos metabólicos, como respiração e fotossíntese, além de estimular o crescimento das plantas e a frutificação (TAIZ *et al.*, 2017).

A concentração de nitrogênio presente nesses tratamentos variou entre 0,10 e 0,13 mg.L<sup>-1</sup> (Tabela 2) e também destacou por proporcionar respostas positivas na atividade fisiológica das sementes, porém, não apenas o elemento em si, mas também, a concentração fornecida na água de irrigação nas seguintes formas iônicas do nitrato, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, podem ter influenciado na qualidade das sementes e também no melhor desenvolvimento das plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), já que esse elemento está diretamente envolvido na síntese de aminoácidos e proteínas, função estrutural no vegetal, fazendo parte de inúmeros componentes celulares como biomoléculas (ATP, NADH, NADPH), bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas (rubisco), coenzimas (NADH, FAD), vitaminas e pigmentos como a clorofila, participando também de processos como absorção iônica, apresentando fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (CASTRO, 2017).

No que se refere aos resultados de fósforo, nitrogênio total e amoniacal presentes na Tabela 2, pode-se afirmar que não ultrapassaram o valor máximo permitido para uso na irrigação. Embora não se tenha ainda uma faixa de valores permitidos para o fósforo e o nitrogênio amoniacal, esses resultados devem ser levados em consideração, uma vez que a cultura que está sendo irrigada não será consumida *in natura*, entretanto, esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que as águas residuárias têm elevado conteúdo de macro e

micronutrientes, bem como, matéria orgânica, e que pode ter correspondido às exigências nutricionais da *Moringa oleifera* e ter contribuído positivamente na fisiologia dessa espécie.

Apesar desses tratamentos apresentarem altas concentrações de nitrogênio, nitrogênio amoniacal e fósforo (Tabela 2), as sementes de *Moringa oleifera* apresentaram baixo desempenho fisiológico, visto que, os esgotos domésticos são constituídos aproximadamente de 99,9% de líquido contendo basicamente matéria orgânica e mineral (em solução e suspensão) e 0,1% de material sólido composto de detritos minerais pesados, sais e metais, assim como alta quantidade de bactérias e outros organismos patogênicos que podem causar prejuízos às plantas (COLOMBO, 2010).

Outro fator expressivo, que na maioria das vezes ocorre em estações de tratamento de água, são as baixas taxas de oxigênio e as altas concentrações de nitrogênio amoniacal nas formas de amônia gasosa ( $\text{NH}_3$ ) ou do íon amônio ( $\text{NH}_4$ ) que pode ter dificultado o processo de oxidação biológica pela amônia, que converte em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) por um grupo de bactérias nitrificadoras chamadas *Nitrossomonas* e, posteriormente, a nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) por outro grupo conhecido por *Nitrobacter*, já que esse processo de nitrificação ocorre somente na presença de oxigênio (COLOMBO, 2010).

Entretanto, pode-se afirmar que houve uma redução biológica nesta estação de tratamento de esgotos, o que pode ter comprometido a germinação e a redução da emissão de folhas, devido à incapacidade de a planta produzir novas folhas, afetando assim seu desempenho.

Visto que a disponibilidade de nutriente influencia a formação do embrião, órgãos de reserva e também a composição química da semente, afetando, conseqüentemente, a sua qualidade, o nível de vigor das sementes pode afetar o potencial de armazenamento do lote, o estabelecimento da cultura, o desenvolvimento da planta, a uniformidade da lavoura, bem como a sua produtividade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

#### 4 CONCLUSÕES

É possível o aproveitamento da água residuária para a produção de plântulas de *Moringa oleifera*, desde que a proporção na lâmina de irrigação não ultrapasse 25%.

#### REFERÊNCIAS

AGUSTINI, M. A. B.; WENDT, L.; PAULUS, C.; MALAVASI, M. M. Maturidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* (LAM). **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 11-17, 2015.

AGUSTINI, M. A. B.; WENDT, L.; PAULUS, C.; MALAVASI, M. M.; GUSATTO, F. C. Maturidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* (Lam). **Revista cultivando o saber**, v. 8, n. 3, p. 267-278, 2013.

ALVES, R. C.; NASCIMENTO, M. L.; CAVALCANTE, J. S. J.; LINHARES, P. S. F.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, M. K. T. Produção de mudas de tomate submetido à água residuária. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

BARRETO, M. B.; FREITAS, J. V. B.; SILVEIRA, E. R.; BEZERRA, A. M. E.; NUNES, E. P.; GRAMOSA, N. V. Constituintes químicos voláteis e não-voláteis de *Moringa oleifera* Lam. Moringaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 4, p. 893-897, 2019.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds**: physiology of development, germination and dormancy. Springer: New York, ed.3, 2013. 392p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CALDEIRA, M. V.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L.; GONÇALVES, E. O.; SILVA, A. G. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 155-163, 2013.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CASTRO, A. C. R. **Deficiência de macronutrientes em helicônia 'Golden Torch'**. 2017. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife).

COLOMBO, L. G. E. **Avaliação da microbiota nitrificante na etapa de partida de biofiltro aerado submerso (BAS) multi-estágio, como pós-tratamento de efluente de reator anaeróbico alimentado com mistura de lixiviação de aterro sanitário e esgoto doméstico**. 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.

EMBRAPA. **Visão 2030**: o futuro da agricultura brasileira. Brasília: EMBRAPA, 2018. 212p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system for windows version 5.6. **Ciência Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2017.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; MELO, P. A. F. L.; MOURA, S. S. S.; SILVA, R. S. Storage of *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau seeds in different packaging and temperatures. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 34, n. 33, p. 433-440, 2012.

HARUVY, N. Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 66, p. 133-119, 1997.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 2019. 218p.

MORTON, J. F. The horsedish tree *Moringa pterygosperma* (Moringaceae): a boom to arid lands? **Economic Botany**, v. 45, n. 3, p. 318-333, 1991.

12

MUNIZZI, A.; BRACCINI, A. L.; RANGEL, M. A. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2019.

NAIFF, A. P. M. **Crescimento, Composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em plantas de *Alpinia Purpurata* Cv. Jungle King**. 2007. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p. 2.1-2.24.

NISHI, L.; MADRONA, G. S.; VIEIRA, A. M. S.; BASSETTI, F. J.; SILVA, G. F.; BERGAMASCO, R. Coagulação/Floculação com Sementes de *Moringa oleifera* Lam para Remoção de Cistos de *Giardia* spp. e Oocistos de *Cryptosporidium* spp. da água. **3 rd International Workshop | Advances in Cleaner Production**, p. 1-9, 2011.

NORONHA, B. G. **Qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. por meio da análise de imagens**. 2014. 54f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba.

PEREIRA, K. T. O.; SANTOS, B. R. V.; BENEDITO, C. P.; LOPES, E. G.; AQUINO, G. S. M. Germinação e vigor de sementes de *Moringa oleifera* Lam. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 92-99, 2015.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. S.; GONZAGA, M. I. S.; GHEYI, H. R.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 97-102, 2010.

SCHAER-BARBOSA, M.; SANTOS, M. E. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. **Ambiente & sociedade**, v. 27, n. 2, p. 17-32, 2014.

SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento das plantas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n. 47, p. 99-114, 2013.

SILVA, R. F.; SAIDELLES, F. L. F.; KE, MERICH, P. D. C.; STEFFEN, R. B.; SWAROWSKY, A.; SILVA, A. S. Crescimento e qualidade de mudas de Timbó e Dedaleiro

cultivadas em solo contaminado por cobre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 8, p. 881-886, 2012.

SOFIATTI, V.; LIMA, R. L. S.; GOLFARB, M.; BELTRÃO, N. E. M. Cinza de madeira e lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 144-152, 2007.

SOUZA, R. M.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOARES, F. A. L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, v. 23, p. 125-133, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

VELÁZQUEZ-ZAVALA, M.; PEÓN-ESCALANTE, I. E.; ZEPEDA-BAUTISTA, R.; JIMÉNEZ-ARELLANES, M. A. Moringa (*Moringa oleifera* Lam.): potential uses in agriculture, industry and medicine. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 23, n. 2, p. 95-116, 2016.

XAVIER, J. F. **Águas residuárias provenientes de indústrias e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento da mamoneira BRS Nordestina**. 2007. 101f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.