



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
CURSO DE AGRONOMIA

BRENDA MARQUES DE LIMA

DOSES DE TORTA DE MAMONA APLICADAS AO SOLO PARA
DESENVOLVIMENTO DE *MORINGA OLEIFERA*

FORTALEZA

2022

BRENDA MARQUES DE LIMA

DOSES DE TORTA DE MAMONA APLICADAS AO SOLO PARA DESENVOLVIMENTO
DE *MORINGA OLEIFERA*

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de engenheira agrônoma.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mirian Cristina Gomes Costa.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L696d Lima, Brenda Marques de.
Doses de torta de mamona aplicadas ao solo para desenvolvimento de Moringa oleífera / Brenda Marques de Lima. – 2022.
46 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Mirian Cristina Gomes Costa.
1. Agricultura sustentável. 2. Resíduo orgânico. 3. Mineralização. I. Título.

CDD 630

BRENDA MARQUES DE LIMA

DOSES DE TORTA DE MAMONA APLICADAS AO SOLO PARA DESENVOLVIMENTO
DE *MORINGA OLEIFERA*

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de engenheira agrônoma.

Aprovada em: 06/07/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Mirian Cristina Gomes Costa (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Elizio Sampaio da Silva
Renda Florestal Ltda

Me. John Lenon Vasconcelos Fonteles
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha mãe e a família Marques.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força e sabedoria nos momentos mais difíceis e coragem para chegar até aqui.

A minha mãe Maria do Socorro Marques por todo amor, paciência e por ser a minha maior apoiadora, que de forma humilde e honesta sempre deu o seu melhor para que eu pudesse estudar.

Aos meus padrinhos Sérgio Andrade e Bernadeth Marques pelo apoio, conselhos e incentivo em tudo o que eu decido começar a fazer.

Aos meu avós Francisco dos Santos e Francisca Marques por todo cuidado, amor e ensinamentos durante a minha criação. Mesmo não estando mais por perto eu sempre senti o apoio de vocês. Vocês foram e continuam sendo meus exemplos de força e determinação.

A minha tia Roberta, ao meu irmão Thiago, aos meus primos Nando e Edizangela pela união, amizade e cumplicidade.

Ao meu sobrinho Miguel por me ensinar a olhar o mundo com mais leveza e simplicidade.

Ao Alexandre dos Santos Carioca, por todo amor, paciência, companheirismo e por acreditar em mim, mesmo muitas vezes eu duvidando da minha capacidade. A toda a sua família que sempre me acolheu muito bem.

As minhas amigas de escola Nattalie, Amanda, Beatriz e as minhas amigas de infância Thays e Camila pelo carinho e amizade.

Aos meus amigos de faculdade, em especial a Bruna, o Rogério e o Felipe pelas conversas, desabafos, risadas e pela amizade que foi construída no decorrer do curso.

Aos meus amigos da antiga FGF, Isabel Cristina e Misrael Oliveira, por se fazerem presentes mesmo estando distantes.

Aos meus companheiros de IC Mariana e Denyson por todas as conversas, risadas e pela ajuda nas atividades da bolsa.

A Rafaela e a Deyse, pela paciência, as brincadeiras, os ensinamentos e a ajuda com as análises do meu TCC.

Ao professor Raul, responsável pelos projetos de extensão GEPE Solos e Solo na Escola, pela oportunidade de participar do projeto, conhecer pessoas novas e aprender um pouco mais sobre a ciência do solo.

A empresa Renda Florestal e ao Elizio Sampaio, pela oportunidade de estágio, pelo suporte, conversas, risadas, ensinamentos e conselhos sobre a vida profissional e pessoal.

Aos funcionários da fazenda Moringa Brasil, onde realizei o estágio, que me acolheram muito bem e que a cada dia, mesmo sem intenção, me ensinavam algo sobre a vida ou sobre a profissão que escolhi seguir. Agradeço em especial a Erisneia, a Mariane e a Gabriele pelas conversas, risadas e pela ajuda sempre que eu precisava. Ao João Carlos pelas caronas para ir me buscar na rodoviária. Ao Sr. Nilo, Saul, Preto, Antônio, Magal e Willame pela ajuda na instalação do experimento de TCC.

A Prof^a. Dr^a. Mirian Cristina Gomes Costa, por toda a paciência, compreensão e orientação durante a bolsa de IC e o TCC.

A Universidade Federal do Ceará, em especial ao Departamento de Ciências do Solo.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da bolsa de iniciação científica.

RESUMO

A torta de mamona é um resíduo agroindustrial que tem potencial de uso na adubação orgânica devido aos altos teores de N, P e K na composição. Porém, não se sabe qual dose de torta de mamona proporciona melhor desenvolvimento da moringa que é uma oleaginosa de alto potencial econômico. Neste estudo o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de torta de mamona aplicadas ao solo no desenvolvimento inicial da moringa. O experimento foi instalado em dezembro de 2021 (Beberibe, CE) onde a *Moringa oleifera* foi semeada em vasos contendo 4 kg de solo arenoso. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (BDC), com cinco tratamentos (doses de torta de mamona de 0, 2, 4, 8 e 16 g/vaso, equivalentes a 0, 1, 2, 4 e 8 t/ha, respectivamente) e cinco repetições. Foi realizada irrigação diária das plantas com água de poço visando reposição da água perdida por evapotranspiração. Aos 46 dias após a semeadura foram feitas as seguintes avaliações nas plantas: diâmetro do caule, altura, massa seca de parte aérea, acúmulo de nutrientes e de sódio no material vegetal. Após retirada das plantas foram coletadas amostras de solo que foram analisadas para obtenção dos atributos químicos de fertilidade (pH, teores de C, N, P, K, Ca, Mg, Na e os atributos calculáveis. Os dados foram analisados utilizando o programa estatístico SpeedStat. Para os dados significativos foi realizada análise de regressão. As doses de torta de mamona exerceram efeito sob o diâmetro do caule, na maioria dos nutrientes acumulados na planta e nos atributos químicos do solo. A dose 16 g/vaso contribuiu para o melhor desenvolvimento das mudas de moringa.

Palavras-chave: agricultura sustentável; resíduo orgânico; mineralização

ABSTRACT

Castor oil plant cake is an agro-industrial residue that has potential for use in organic fertilization due to the high levels of N, P, and K in its composition. However, it is not known which dose of castor oil plant cake provides better development of moringa, which is an oilseed of high economic potential. The objective of this study was to evaluate the effect of doses of castor oil plant cake applied to the soil on the initial development of moringa. The experiment was installed in December 2021 (Beberibe, CE) where *Moringa oleifera* was sown in pots containing 4 kg of sandy soil. The experimental design was a randomized block design (BDC), with five treatments (castor cake doses of 0, 2, 4, 8, and 16 g/vessel, equivalent to 0, 1, 2, 4, and 8 t/ha, respectively) and five repetitions. The plants were irrigated daily with well water to replace the water lost by evapotranspiration. At 46 days after sowing, the following plant assessments were made: stem diameter, height, dry mass of the aerial part, accumulation of nutrients, and sodium in the plant material. After the removal of the plants, soil samples were collected and analyzed for chemical fertility attributes (pH, C, N, P, K, Ca, Mg, Na, and calculable attributes). The data were analyzed using the SpeedStat statistical program. Regression analysis was performed for significant data. The doses of castor bean cake had an effect on the diameter of the stem, on most of the nutrients accumulated in the plant and on the chemical attributes of the soil. The dose 16 g/vessel contributed to the best development of the moringa seedlings.

Keywords: sustainable agriculture; organic waste; mineralization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estufa localizada na fazenda Moringa Brasil, Beberibe (CE).	24
Figura 2: Croqui do experimento	24
Figura 3: Preparo do solo para instalação do experimento com peneiramento (A), pesagem para preenchimento dos vasos (B), adição e incorporação dos tratamentos (C), irrigação (D) e semeadura de duas sementes por vaso (E).....	25
Figura 4: Almofariz utilizado para macerar o material vegetal de moringa durante o preparo das amostras para análises químicas.....	27
Figura 5: Efeito das doses de torta de mamona no diâmetro do caule (A), altura (B) e massa seca de parte aérea (C) de <i>M. oleifera</i>	32
Figura 6: Acúmulo de nitrogênio no material vegetal de <i>M. oleifera</i> em resposta às doses de torta de mamona incorporadas ao solo.	33
Figura 7: Acúmulo de fósforo no material vegetal de <i>M. oleifera</i> em resposta às doses de torta de mamona incorporadas ao solo.....	34
Figura 8: Acúmulo de potássio no material vegetal de <i>M. oleifera</i> em resposta às doses de torta de mamona incorporadas ao solo.....	35
Figura 9: Acúmulo de cálcio (A) e magnésio (B) no material vegetal de <i>M. oleifera</i> em resposta às doses de torta de mamona incorporadas ao solo.	35
Figura 10: Acúmulo de sódio no material vegetal de <i>M. oleifera</i> em resposta às doses de torta de mamona incorporadas ao solo.....	36
Figura 11: Valores de pH do solo em resposta às doses de torta de mamona.	38
Figura 12: Teor de fósforo no solo em resposta às doses de torta de mamona.	39

Figura 13: Teor de potássio no solo em resposta às doses de torta de mamona.....40

Figura 14: Teor de sódio no solo em resposta às doses de torta de mamona.40

Figura 15: Teor de magnésio no solo em resposta às doses de torta de mamona.41

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Análise química e granulométrica do solo utilizado no experimento26
- Tabela 2:** Parâmetros da água de irrigação utilizada no experimento.26
- Tabela 3:** Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis diâmetro caulinar (DC), Altura das plantas (H) e Massa seca de parte aérea (MSPA) da *M. oleifera* em função de doses de torta de mamona31
- Tabela 4:** Resumo da análise de variância (ANOVA) para o teor de nutrientes no material vegetal de *M. oleifera*33
- Tabela 5:** Resumo da análise de variância (ANOVA) para os atributos químicos do solo submetido às doses de torta de mamona para o desenvolvimento inicial de *M. oleifera*37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	<i>Moringa oleífera</i> Lam	16
2.1.1	<i>Características gerais</i>	16
2.1.2	<i>Potencialidades de uso</i>	17
2.1.2.1	<i>Purificação de água</i>	17
2.1.2.2	<i>Alimentação humana e animal</i>	17
2.1.2.3	<i>Uso medicinal</i>	18
2.1.2.4	<i>Uso do óleo</i>	18
2.1.2.5	<i>Outros usos</i>	19
2.1.3	<i>Exigências edafoclimáticas</i>	19
2.2	Possibilidade do cultivo consorciado entre moringa e mamona	19
2.2.1	<i>Mamona (Ricinus communis L.)</i>	20
2.2.2	<i>Torta de mamona</i>	21
2.3	Adubação orgânica	22
3	METODOLOGIA	24
3.1	Local do experimento e delineamento	24
3.2	Solo e irrigação	25
3.3	Avaliação do experimento	26
3.3.1	<i>Avaliação de crescimento das plantas de M. oleífera</i>	27
3.3.2	<i>Avaliação do material vegetal</i>	27
3.3.3	<i>Avaliação dos atributos químicos do solo</i>	28
3.4	Análise estatística	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1	Crescimento de <i>Moringa oleífera</i> em resposta às doses de torta de mamona	31
4.2	Diâmetro, altura e massa seca	31
4.3	Acúmulo de nutrientes no material vegetal	33
4.4	Atributos químicos do solo em função das doses de torta de mamona	37
5	CONCLUSÃO	42

REFERÊNCIAS	43
--------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

Os fertilizantes minerais são utilizados na agricultura por apresentar maior teor de nutrientes de liberação rápida para as plantas. Porém, quando utilizados de forma inadequada podem causar impactos negativos. Além disso, seu custo tem aumentado nos últimos anos, agravando-se com a pandemia e com os conflitos no continente Europeu, de onde são importados alguns dos fertilizantes utilizados na agricultura brasileira. Diante disso, os produtores têm buscado alternativas para manter o solo fértil e suprir as demandas de nutrientes pelas culturas de forma menos dispendiosa e sustentável.

Os fertilizantes orgânicos são produtos de origem animal ou vegetal com potencial para melhorar as características químicas e físicas do solo aumentando a produtividade das culturas. O uso de adubos orgânicos proporciona melhoria na estrutura do solo, favorecendo a aeração, a infiltração e o armazenamento de água, além de enriquecer o solo por meio da adição de matéria orgânica. De acordo com Santos (2021), no contexto da produção agrícola moderna, a prática da adubação orgânica é uma estratégia economicamente viável e ecologicamente sustentável.

Diariamente, as agroindústrias geram grandes quantidades de resíduos, dentre os quais estão aqueles advindos da produção do biodiesel. Para a produção dos biocombustíveis são utilizadas oleaginosas como a mamona (*Ricinus communis* L.), em que, o óleo presente na semente é extraído e como resíduo há a torta (FERREIRA, 2014). Os altos teores de N, P e K na composição da torta de mamona e a relação C/N considerada baixa, a torna uma alternativa para ser utilizada como adubo orgânico. Por possuir uma relação C/N baixa, a decomposição e a mineralização deste resíduo tornam os nutrientes rapidamente disponíveis para as culturas. Conforme Severino *et al.* (2004), a mineralização da torta de mamona é considerada muito mais rápida em relação a outros resíduos como o esterco bovino e o bagaço de cana.

A torta de mamona pode ser uma fonte de nutrientes adequada à moringa (*Moringa oleifera* L.) que é uma planta exótica que tem ganhado destaque no Brasil e no mundo devido a seus diversos usos na agricultura, na alimentação animal e nas indústrias.

A espécie é adaptada a diversas condições edafoclimáticas, principalmente da região nordeste do Brasil. Não é considerada uma planta exigente em fertilidade, entretanto faz-se necessário entender como proporcionar o melhor desenvolvimento e produtividade para esta cultura.

Há poucas pesquisas sobre a adubação para *M. oleifera* utilizando resíduos orgânicos além do esterco bovino. Assim, este estudo foi realizado para investigar a seguinte hipótese:

Existe uma dose de aplicação da torta de mamona que irá promover o melhor desenvolvimento da *Moringa oleifera* e o maior incremento de nutrientes ao solo.

Os objetivos foram: (i) avaliar os efeitos de doses de torta de mamona no desenvolvimento inicial de *M. oleifera* e (ii) em atributos do solo, determinando a dose que exerceu melhores resultados nas variáveis analisadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Moringa oleífera* Lam

2.1.1 *Características gerais*

A moringa (*Moringa oleífera* L.) é uma árvore originária da Índia, pertencente à família *Moringaceae* e ao gênero *Moringa*. Trata-se de uma planta perene e de porte arbóreo, cujo tamanho varia de 7 a 12 metros de altura (QUEIROGA *et al.*, 2021).

As folhas são pecioladas, compostas, podendo ser bipinadas ou tripinadas. Apresenta coloração verde-clara, forma levemente elíptica com margens inteiras e base aguda. O caule apresenta casca espessa de coloração pardo clara e lenho mole de aspecto poroso e cor amarelada (LUCENA, 2021). Conforme descrito por Ramos *et al.* (2010), a *M. oleífera* possui uma raiz pivotante espessa, comprida e de coloração branco-amarelada, cuja função é armazenar água para suprir a necessidade deste recurso no período de estiagem.

As flores apresentam coloração branca, com estames amarelados. São hermafroditas, pentâmeras, ou seja, apresentam partes florais em número de cinco ou múltiplos (QUEIROGA *et al.*, 2021). Em um trabalho sobre os visitantes florais na cultura da moringa, Kill *et al.* (2012) chegaram à conclusão de que esta planta apresenta potencial apícola, já que a *Apis mellífera* foi a visitante mais frequente nas flores.

Os frutos da moringa são vagens de cor variando do verde ao marrom-claro, dependendo do estágio de maturação. Segundo Araújo (2010), a moringa pode chegar a produzir 1600 vagens por ano, dependendo das condições favoráveis ao crescimento. As sementes são aladas, apresentam tegumento marrom escuro e dentro deste tegumento encontra-se uma amêndoa de cor clara de onde é extraído o óleo.

2.1.2 *Potencialidades de uso*

A *M. oleífera* é considerada como “Árvore da Vida”, devido a seus diversos usos e benefícios. Praticamente todas as estruturas dessa planta podem ser utilizadas para um fim específico, desde a agricultura até a indústria cosmética.

A versatilidade de usos da moringa faz com que a planta seja explorada em diversas partes do mundo, destacando-se os países do continente africano e asiático. Por exemplo, as folhas e as vagens, são bastante apreciadas na África e na Ásia, respectivamente. No Sudão, as flores são esmagadas e transformadas em uma pasta alimentícia. Na Índia, as sementes cruas e amassadas são aplicadas em fermentos (BOSCH, 2004).

Conhecida popularmente no Nordeste brasileiro como acácia-branca ou lírio-branco, a moringa é bastante difundida nesta região, principalmente no Maranhão, Piauí e Ceará, no qual as sementes são utilizadas como agente de clarificação de águas. (SIGUEMOTO, 2013). A seguir são apresentadas possibilidades de uso associadas à *M. oleifera*.

2.1.2.1 Purificação de água

No Nordeste brasileiro a *M. oleifera* está sendo bastante cultivada para utilização na purificação de água para o consumo humano. As sementes da moringa apresentam potencial para coagulação/floculação, devido à presença de compostos que desestabilizam as partículas contidas na água e, por meio de processos de neutralização e adsorção, floculam os coloides que, em seguida, sedimentam (NDABIGENGESERE *et al.*, 1995). A quantidade necessária de sementes depende da quantidade de impurezas que a água pode conter (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Para Castro (2017), a utilização de um agente natural em substituição aos produtos químicos utilizados para purificar água, é uma inovação que se alinha ao conceito de desenvolvimento sustentável.

2.1.2.2 Alimentação humana e animal

Para Colombo (2012), a moringa é uma esperança para o combate à fome, já que a espécie apresenta em sua composição grande quantidade de vitaminas e sais minerais. As folhas de moringa contêm cerca de três vezes mais cálcio que o leite, tem mais vitamina C do que a laranja, mais vitamina A do que a cenoura, mais potássio do que a banana, além de ter o dobro de proteínas existente no leite (SILVA; SOUTO; SANTOS, 2019). Os principais usos na alimentação humana são feitos por meio de infusão das folhas e nas refeições, sendo consumida como salada (QUEIROGA, 2021).

Devido a facilidade de cultivo e a adaptabilidade a diferentes tipos de clima e solo, estudos mostram que a moringa tem grande potencial para alimentação animal (LISITA *et al.*, 2018). A moringa pode ser consumida tanto pelos ruminantes quanto pelos monogástricos. Com relação a nutrição dos ruminantes, as folhas e os talos são fontes de proteína e fibras de boa qualidade, que se transforma em energia no rúmen (OLIVEIRA, 2020). No que se refere a nutrição dos monogástricos, em destaque as aves, muitos trabalhos apresentam o efeito positivo da inclusão da moringa na dieta desses animais. Silva Junior (2017), em estudo sobre a

utilização da moringa na alimentação de galinhas poedeiras, chegou à conclusão de que as folhas da moringa não acarretam prejuízos no desempenho produtivo e na qualidade dos ovos.

2.1.2.3 *Uso medicinal*

Existem estudos que comprovam o efeito terapêutico que a moringa proporciona tanto em humanos quanto em animais. Segundo Leone *et al.* (2016), as folhas da moringa apresentam em sua composição flavonoides que possuem ação anti-inflamatória, hepatoprotetora, antioxidante, antidiabético e neuroprotetor.

Em estudo para verificar a possibilidade do extrato de *M. oleifera* na proteção de células mamárias bovinas, Cheng *et al.* (2019), chegaram à conclusão que o extrato exerceu efeitos anti-inflamatórios nestas células, além de induzir os níveis de expressão de mRNA de componentes do leite. Ao avaliar a utilização de moringa em camundongos portadores de tumor, Barhoi *et al.* (2020) concluíram que o extrato aquoso de moringa tem grande potencial para inibir a progressão do tumor sem afetar a fisiologia e o funcionamento do corpo, por isso pode ser usado como agente terapêutico do câncer.

Ao avaliar os efeitos antioxidantes da moringa em células mononucleares do sangue humano, Damis *et al.* (2018) concluíram que a moringa quando utilizada em baixas concentrações não causa danos as células saudáveis e que apresenta potencial antioxidante.

Vale destacar que, apesar de existirem estudos que relatam os benefícios da utilização da *M. oleifera*, no Brasil o consumo da espécie, em qualquer forma de apresentação, é proibido. A Resolução Anvisa nº 1.478, de 3 de junho de 2019 proíbe a comercialização, distribuição, fabricação, importação e propaganda de *M. oleifera* como alimento em qualquer forma de apresentação, tendo em vista a falta de comprovação de segurança do uso da espécie (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2019).

2.1.2.4 *Uso do óleo*

O óleo da moringa é extraído das sementes e é caracterizado por ser inodoro e de coloração amarelo-claro. As sementes têm, em média, 40 % do teor de óleo na composição (OLIVEIRA *et al.*, 2011). O óleo apresenta em sua composição os ácidos graxos palmítico (7%), palmitolêico (2%), esteárico (4%), olêico (78%), linolêico (1%), araquídico (4%) e behênico (4%) (MENEGHETTI, 2007)

O óleo de moringa pode ser utilizado para a produção de biodiesel e em cosméticos, por exemplo. De acordo com Rashid *et al.* (2008), o óleo apresenta estabilidade oxidativa, viscosidade e uma grande quantidade de cetano, características consideráveis de combustível. A quantidade de cetano está ligada à qualidade da ignição.

A moringa também vem sendo bastante utilizada na indústria dermocosmética. Diversos são os produtos para pele e cabelo que apresentam em sua composição uma determinada quantidade do óleo. Para Kleiman *et al.* (2008), faz parte de uma tendência crescente a substituição de produtos sintéticos por óleos naturais nas indústrias cosméticas e farmacêuticas.

O óleo da moringa é considerado como um dos mais estáveis, possibilitando a proteção contra rancificação das formulações. Granado, Salon Line e Lola Cosmetics são exemplos de marcas nacionais que utilizam a moringa na composição dos seus produtos (ALMEIDA *et al.*, 2017).

2.1.2.5 Outros usos

A *M. oleífera* é uma planta versátil, além dos usos já mencionados, a espécie pode ser utilizada para formação de cerca-viva, pesticidas naturais, agente de limpeza doméstica e como lenha para combustíveis (HDRA, 2002). Por ser uma planta resistente à seca pode ser utilizada para recuperação de áreas degradadas (CASTRO, 2017). A espécie tem sido bastante utilizada como tutor vivo na sustentação de outras culturas, diminuindo os custos com estacas.

2.1.3 Exigências edafoclimáticas

A *M. oleífera* se desenvolve em regiões de clima quente, tolerando temperaturas que variam de 25°C a 40°C. A espécie é tolerante a seca e se desenvolve com precipitações a partir de 250 mm (HDRA, 2002). De acordo com Reyes (2006) a espécie pode ser plantada em áreas com chuvas até 1500 mm/ano, pois precipitações superiores podem causar a queda das flores.

A moringa prefere solos arenosos e bem drenados, mas tolera solos franco-argilosos (DALLA ROSA, 1993). Não é uma planta muito exigente em fertilidade e se adapta bem em solos cuja faixa de pH está entre 4,5 e 9,0. No semiárido brasileiro se desenvolve em áreas onde predominam os Neossolos Litólicos e Regolíticos, Luvisolos, Vertissolos e Planossolos (SOUTO; SOUZA, 2018).

Apesar da moringa conseguir se desenvolver em solos mais pobres e arenosos, é importante saber escolher o substrato ideal para a sua produção (FEHLAUER, 2018)

2.2 Possibilidade do cultivo consorciado entre moringa e mamona

O consórcio é uma prática que visa o cultivo de duas ou mais culturas em uma mesma área de produção, com a finalidade de otimizar o uso dos recursos disponíveis para o desenvolvimento dessas plantas, além dos benefícios mútuos proporcionados entre as culturas. Beltrão *et al.* (2006) citam alguns motivos para utilização do sistema de consórcio: proteção vegetativa do solo contra a erosão, uso eficiente da mão-de-obra, redução da incidência de pragas e doenças, otimização da área de cultivo, além da maior estabilidade que esse sistema apresenta em relação ao monocultivo.

Em plantios de moringa o espaçamento entre plantas depende da finalidade do cultivo e da escolha do produtor, podendo ser mais adensado ou mais amplo. Ao optar pelo sistema de cultivo cujo espaçamento é mais amplo, há a possibilidade de consórcio com outras culturas de interesse. Nesse caso, a mamona (*Ricinus communis* L.) por apresentar exigências edafoclimáticas semelhantes às da moringa, constitui uma alternativa para o sistema de produção consorciado.

2.2.1 Mamona (*Ricinus communis* L.)

A mamona (*Ricinus communis* L.) é conhecida popularmente como carrapateira e é amplamente cultivada no Brasil, principalmente nas regiões em que o clima é quente e úmido. É uma planta arbustiva, podendo ser perene ou anual, pertencente à família Euphorbiaceae e gênero *Ricinus* (MELHORANÇA; STAUT, 2004)

A raiz da mamoneira apresenta sistema radicular pivotante e fistuloso e as raízes laterais secundárias são bem desenvolvidas. O caule é liso, de coloração esverdeada e com nós. Vale ressaltar que o nó em que o primeiro racemo aparece está associado à maturidade da planta. As folhas são alternadas, de coloração verde-escuro e palmadas com cinco a onze lóbulos. A flor é monoica e a inflorescência é uma panícula formada de um racemo bem desenvolvido. O fruto é uma capsula com três divisões, podendo apresentar estruturas semelhantes a espinhos. Pode ser deiscente, semi-deiscente e indeiscente. As sementes apresentam cores e tamanhos diferentes, variando em função da variedade (WEISS, 1983).

A mamoneira é uma oleaginosa tolerante a seca e adaptada as diversas condições edafoclimáticas das regiões brasileiras (REIS, 2009). Considerada como uma planta rústica de região de clima tropical, encontra-se dispersa em várias partes do mundo, cultivada

comercialmente entre os paralelos de 40°N e 40°S (DRUMOND *et al.*, 2008). Conforme Azevedo *et al.* (1997), a mamoneira se desenvolve e produz bem em qualquer tipo de solo, exceto nos de textura argilosa e de má drenagem. Entretanto, é importante atentar-se ao zoneamento agrícola para a cultura da mamona.

De acordo com Beltrão *et al.* (2010) a mamoneira apresenta características fisiológicas e morfológicas que possibilitam sua produção consorciada à outras culturas. Conforme Freitas (2011), no Nordeste brasileiro é comum cultivar a mamona em consórcio com culturas de ciclo curto como milho e feijão, maximizando o uso da terra. Porém, deve ser evitado o consorcio com gramíneas, pois essas reduzem a produtividade da mamoneira (DRUMOND *et al.*, 2008). Devido ao amplo espaçamento de plantio, a *M. oleifera* possibilita o consórcio com a mamona. Há várias cultivares de mamoneira disponíveis para o plantio, a exemplo da BRS energia que é uma cultivar de ciclo curto, porte baixo, adaptada as condições de solo e clima da região Nordeste (SOFIATTI *et al.*, 2008), tornando-se uma opção para o sistema de consorcio com a moringa.

Segundo dados do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), na safra de 2022 há mais de 48 mil hectares de área plantada com mamona e a produção já ultrapassa 38 mil toneladas.

De acordo com Milfont (2007), a exploração da mamona está em função do seu fruto, pois é dele que se extrai o óleo, principal produto comercializado e que por meio do processo de extração resulta na torta, que é o subproduto.

Na possibilidade de consórcio da mamoneira com a moringa, a torta de mamona - subproduto da extração de óleo pode ser utilizada no manejo do plantio da moringa, atuando como adubo orgânico.

2.2.2 Torta de mamona

A torta de mamona é o subproduto resultante da extração do óleo contido na semente de mamona. Muito utilizada como adubo orgânico e por possuir efeito nematicida. Apresenta elevado teor de nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P), conforme Costa *et al.* (2004). Esses mesmos autores, ao avaliarem os teores químicos na torta de mamona oriunda da BRS-149/Nordestina, chegaram a resultados considerados satisfatórios de N, P, K, com um percentual de 4,40%, 3,00 % e 0,96%, respectivamente.

Este resíduo apresenta relação C/N de aproximadamente 11:1, considerada baixa indicando a predominância do processo de mineralização, tornando o N disponível para absorção pelas plantas (KIEHL, 1985)

Ao avaliar o uso da torta de mamona no cultivo da própria mamoneira, Silva *et al.* (2012), observaram aumento significativo na altura das plantas, no ganho de massa seca da parte aérea, no teor de nutrientes dos tecidos vegetais e no solo em função do aumento nas doses de torta de mamona. Albuquerque *et al.* (2013), ao avaliar efeitos das doses de torta de mamona no crescimento e na produção de biomassa da moringa, chegaram a resultados satisfatórios, comprovando o efeito das doses no crescimento em altura, diâmetro e massa seca foliar.

A torta de mamona apresenta em sua composição elementos químicos que são nutrientes para as plantas, fazendo com que este resíduo possa ser utilizado como adubo orgânico, uma prática importante no contexto da produção agrícola sustentável.

2.3 Adubação orgânica

A adubação orgânica é uma prática agrícola que melhora as propriedades físicas e químicas do solo, por meio do fornecimento de nutrientes às culturas (SEVERINO *et al.*, 2006). Adubos orgânicos podem ser provenientes de resíduos agroindustriais, de modo que a utilização desses resíduos reduz custos de produção, além de apresentar potencial de diminuir impactos no ambiente (BARRETO *et al.*, 2016). Para Melo *et al.* (2008), o aumento de custo dos fertilizantes comerciais, aliado ao aumento da poluição ambiental, faz dos resíduos orgânicos uma alternativa viável economicamente, pois estes resíduos proporcionam a ciclagem de carbono e de outros nutrientes importantes para as plantas.

De acordo com Souza *et al.* (2015), o substrato é um dos fatores mais importantes quando se trata do desenvolvimento inicial de uma planta, de modo que a incorporação de resíduos orgânicos ao solo, além de reduzir os custos e diminuir as chances de acúmulo desses resíduos no ambiente, fornece matéria orgânica rica em nutrientes. Conforme Souto e Souza (2018), a adubação de plantio tem a finalidade de suprir a deficiência de nutrientes na solução do solo para atender o crescimento inicial das mudas.

Em estudo sobre a utilização de adubo orgânico no desenvolvimento da *M. oleífera* sob sistema ILPF (Integração Lavoura Pecuária Floresta), Menezes e Adbala (2018) concluíram que embora a adubação não tenha influenciado o crescimento da planta, pode ter contribuído para o aumento de nutrientes no solo. Fernandes *et al.* (2011), ao avaliar a influência da torta de

mamona nas características químicas do solo, observaram que o tratamento que recebeu 10 t/ha do resíduo proporcionou mudanças nos teores de nitrogênio, fósforo e potássio do solo.

Silva *et al.* (2016), ao avaliar a produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura, concluíram que o aumento das doses proporcionou incrementos nas características vegetativas das plantas. Prates *et al.* (2009), ao avaliar a produtividade de crambe em função da fertilização com torta de mamona, observaram que a elevação das doses de torta de mamona resultou em aumento da massa seca da raiz e, conseqüentemente em aumento de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na raiz.

De acordo com Santos *et al.* (2011), o adubo orgânico deve apresentar elevados teores de nutrientes, além da capacidade de disponibilizá-los em velocidade proporcional à demanda da cultura. Para eles, a torta de mamona apresenta estas características.

3 METODOLOGIA

3.1 Local do experimento e delineamento

O experimento foi conduzido em estufa, localizada na fazenda Moringa Brasil no município de Beberibe (CE), no período de 16 de dezembro de 2021 a 31 de janeiro de 2022, totalizando 46 dias (Fig. 1). De acordo com a classificação de Köppen-Geiger o clima da região é Aw (clima tropical e inverno seco). A temperatura média anual é de 26,7 ° e a pluviosidade média anual é de 992 mm (CLIMATE-DATA.ORG, 2022). No período de avaliação do experimento a temperatura média diária foi de 31 ° C a máxima e a mínima de 25 ° C.

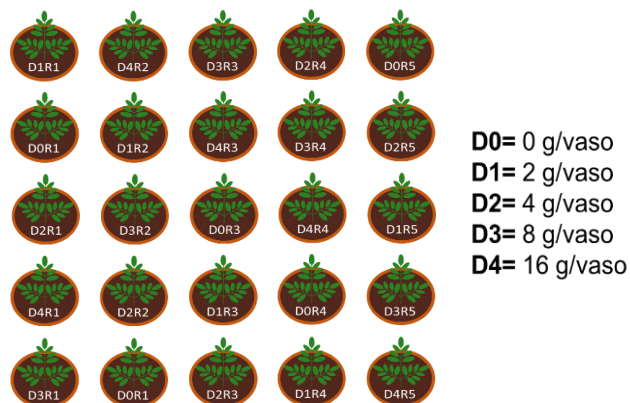
Figura 1: Estufa localizada na fazenda Moringa Brasil, Beberibe (CE)



Fonte: arquivo pessoal

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, composto por 5 tratamentos e 5 repetições (Figura 2). Os tratamentos foram cinco doses de torta de mamona adicionadas em vasos contendo 4 Kg de solo: 0, 2, 4, 8, 16 g/vaso, correspondendo a 0, 1, 2, 4, 8 t/ha, respectivamente.

Figura 2: Croqui do experimento



Fonte: elaborado pela autora.

3.2 Solo e irrigação

O solo foi coletado em área de implantação futura da cultura da moringa. Antes de ser colocado nos vasos, o solo foi passado pela peneira com malha de abertura de 5 mm para a retirada de materiais grosseiros (Figura 3A). Em cada vaso foi adicionado 4 Kg de solo (Figura 3B). Posteriormente foram incorporadas as devidas doses de torta de mamona (Figura 3C). Em seguida, foi feita a irrigação e cada vaso recebeu duas sementes de moringa, semeadas a 2 cm de profundidade (Figuras 3D e 3E, respectivamente).

Para saber a lâmina de água da irrigação foi determinada a umidade do solo na capacidade de campo (CC) por meio do método gravimétrico, conforme descrito por Souza *et al.* (2000). A primeira irrigação correspondeu a 100% da umidade (790 ml) na CC e no decorrer do experimento a reposição da água perdida por evapotranspiração foi determinada por meio da pesagem dos vasos. A água de irrigação era a mesma utilizada para irrigar o horto da fazenda.

Figura 3: Preparo do solo para instalação do experimento com peneiramento (A), pesagem para preenchimento dos vasos (B), adição e incorporação dos tratamentos (C), irrigação (D) e semeadura de duas sementes por vaso (E).



Fonte: arquivo pessoal.

Na Tabela 1 é apresentado os atributos químicos e granulométricos do solo utilizado no experimento.

Tabela 1: Análise química e granulométrica do solo utilizado no experimento.

Profundidade (cm)	pH (água)	C	MO (%)	P ¹	K ¹	Ca ²	Mg ²	SB	CTC	V%
		g/dm ³		mg/dm ³	-----cmol _c /dm ³ -----					
0-20	5,70	11,00	1,90	3,00	0,10	2,60	0,50	3,20	4,50	71,11
20-40	5,90	8,00	1,40	6,00	0,05	1,40	0,40	1,85	2,95	62,71
Granulometria										
20-40	Areia Grossa		Areia Fina		Argila		Silte		Classe Textural	
	79,40%		10,90 %		5,00%		4,70%		Areia	

¹Extraídos com Mehlich 1, ²Extraídos com KCl 1N

Fonte: elaborada pela autora.

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros da água utilizada para irrigar as plantas do experimento.

Tabela 2: Parâmetros da água de irrigação utilizada no experimento.

Parâmetros								
pH	Ca	Mg	Na	K	Amônia	Nitratos	Nitritos	CE
	-----mg/L-----							μS/cm
6,34	115,396	695,760	410,000	34,700	< 0,300	<0,100	<0,050	3.559,000

Fonte: elaborada pela autora.

3.3 Avaliação do experimento

Aos 46 dias após a semeadura da *M. oleifera* foram feitas as avaliações de crescimento das plantas, a coleta de solo de cada parcela experimental, a pesagem da matéria fresca de parte aérea da moringa e a coleta deste material vegetal para análises em laboratório. O solo foi coletado e armazenado em sacos plásticos devidamente identificados e em seguida colocados em isopor contendo gelo. Já o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel identificados. As variáveis avaliadas nas plantas foram: diâmetro do caule (DC), altura da planta (H), massa seca de parte aérea (MSPA), acúmulo de nutrientes e sódio no material vegetal e atributos químicos do solo.

3.3.1 Avaliação de crescimento das plantas de *M. oleifera*

No dia 31 de janeiro foram realizadas as avaliações de crescimento das plantas, no qual foram coletadas medidas de altura e diâmetro. Para as medições de altura foi utilizada uma régua de 30 cm. Para o diâmetro foi utilizado um paquímetro digital.

3.3.2 Avaliação do material vegetal

O material vegetal coletado e devidamente identificado de acordo com a parcela experimental foi posto para secar em estufa com circulação de ar a 65°C até atingir peso constante.

Após a secagem em estufa, o material foi pesado para obtenção da matéria seca. Posteriormente foi submetido a maceração manual, utilizando-se o almofariz de ágata (Figura 4). O material macerado foi armazenado em sacos de papel, para dele ser retirada a quantidade ideal a ser utilizada em cada análise.

Figura 4: Almofariz utilizado para macerar o material vegetal de *M. oleifera* durante o preparo das amostras para análises químicas.



Fonte: arquivo pessoal.

O material vegetal foi submetido às análises para determinação dos teores de carbono, nitrogênio, cálcio, magnésio, sódio e potássio. O acúmulo de nutrientes e de Na foi calculado por meio da multiplicação do teor de nutrientes (g/Kg) com a massa seca de parte aérea (g) específica de cada tratamento, posteriormente o valor obtido foi dividido por 1000 para obter o acúmulo em g/planta, conforme apresentado na fórmula abaixo. Os resultados foram expressos em mg/planta.

$$\text{Acúmulo de nutrientes} = (\text{massa seca} \times \text{teor do nutriente})/1000$$

Para a determinação dos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na) e fósforo (P), foram retiradas amostras de 0,3 g de cada parcela experimental para serem digeridas. A digestão foi realizada em forno micro-ondas utilizando 6 ml de ácido nítrico e 2 ml de peróxido de hidrogênio (NOGUEIRA *et al.*, 2003). O Ca e Mg foram quantificados por espectrometria de absorção atômica; Na e K foram determinados por fotometria de chama. O P foi quantificado por colorimetria.

O carbono (C) foi determinado via oxidação úmida (YEOMANS; BREMNER, 1988). O nitrogênio (N) pelo método Kjeldahl (RAIJ, 2001)

3.3.3 Avaliação dos atributos químicos do solo

O solo coletado de cada parcela experimental foi colocado para secar ao ar, posteriormente foi passado pela peneira com malha de abertura de 2 mm para então ser submetido às análises químicas.

Foi feita análise de pH em água, fósforo (P) assimilável, teores de sódio (Na⁺), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), alumínio (Al³⁺), acidez potencial (H⁺+Al³⁺), carbono orgânico (CO) e nitrogênio total (N). Além disso, foram determinados os atributos calculáveis: soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%).

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado por meio de pHmetro, com eletrodo imerso em suspensão solo/água na proporção 1:2,5. Para o P assimilável foi utilizada a solução extratora Mehlich 1 e a quantificação feita por colorimetria. Para a extração de Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺ utilizou-se o acetato de amônio a pH 7 (DONAGEMA *et al.*, 2011). Foi efetuada a determinação de Ca²⁺ e Mg²⁺ por meio de espectrometria de absorção atômica. Já o Na⁺ e K⁺ foram determinados pelo fotômetro de chama. O Al³⁺ foi extraído com solução de cloreto de potássio (KCl) e determinado pelo método volumétrico com solução de NaOH. Para a H⁺+Al³⁺

foi utilizado o acetato de cálcio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 7 como solução extratora e a determinação foi feita por meio do método volumétrico com solução de NaOH e fenolftaleína como indicador.

O CO foi determinado por oxidação úmida, utilizando-se solução de Dicromato de Potássio como agente oxidante, o Sulfato Ferroso Amoniacal para a titulação e Ferroin como solução indicadora (YEOMANS; BREMNER, 1988). A análise de N total foi realizada através do método Kjeldahl, no qual as amostras foram digeridas, destiladas e tituladas com solução padronizada de ácido sulfúrico (RAIJ, 2001).

Após efetuadas as análises, obteve-se os teores de nutrientes e de sódio e assim pôde-se determinar os atributos calculáveis: soma de bases (SB) (Eq. 1), capacidade de troca de cátions total (CTC (T)) (Eq. 2), CTC efetiva (t) (Eq. 3), saturação por bases (V%) (Eq. 4) e saturação por alumínio (m%) (Eq. 5), conforme apresentado abaixo:

1) *Soma de Bases (SB) (cmolc/dm³)*

$$SB = K^+ + Na^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}$$

2) *Capacidade de Troca de Cátions total (T) (cmolc/dm³)*

$$CTC (T) = [(SB) + (H + Al^{3+})]$$

3) *Capacidade de Troca de Cátions efetiva (t) (cmolc/dm³)*

$$CTC (t) = SB + Al^{3+}$$

4) *Saturação por bases (V%)*

$$V\% = (SB \times 100)/T$$

5) *Saturação por alumínio (m%)*

$$m\% = (Al^{3+} \times 100)/T$$

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância e, quando significativos, foi realizada análise de regressão para verificar o efeito das doses nas variáveis analisadas. Foi utilizado o programa SPEED Stat (CARVALHO *et al.*, 2020). Para os dados em que não se verificou normalidade, foram feitas as seguintes transformações: Box-Cox ($y+1$), $\lambda = -1,5$ para o teor de P no material vegetal da moringa; Rank (RT- 2) para o teor de K no solo; Johnson-SB adapt.: $SB = \ln[(y+1)/(\lambda-y)] - \ln(1/\lambda)$, $\lambda = 1,1$ para o teor de Ca no solo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Crescimento de *Moringa oleífera* em resposta as doses de torta de mamona

Na Tabela 3 é apresentado o resumo da análise de variância para o diâmetro, a altura e a massa seca de *M. oleífera* em função da aplicação de doses de torta de mamona.

Tabela 3: Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis diâmetro caulinar (DC), Altura das plantas (H) e Massa seca de parte aérea (MSPA) da *M. oleífera* em função de doses de torta de mamona.

FV ¹	Diâmetro	Altura	Massa Seca
	-----Valor de F-----		
Doses	44,90**	95,35**	64,72**
Blocos	1,49 ^{Ns}	4,65*	2,77 ^{Ns}
CV% ²	11,35	10,40	20,23

¹Fonte de variação, ²Coeficiente de variação; ^{Ns}Não significativo; **Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: elaborada pela autora.

4.1.1 Diâmetro, altura e massa seca

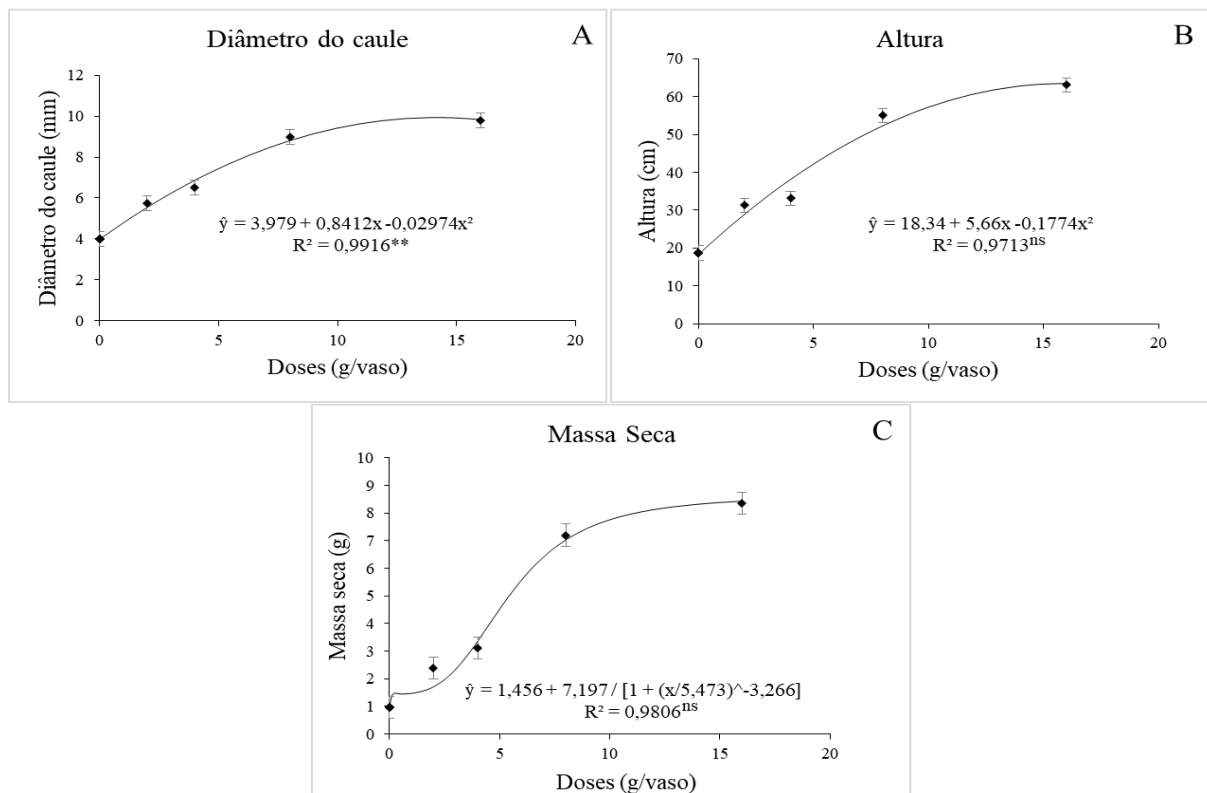
Houve significância estatística ao nível de 1% de probabilidade para o diâmetro do caule em resposta às doses de torta de mamona. O diâmetro variou de 5,74 a 9,80 mm para as unidades experimentais que receberam a torta de mamona, representando valores superiores quando comparados à dose zero (3,98 mm). Plantas submetidas às doses 8 e 16 g/vaso apresentaram maiores diâmetros do caule (8,98 e 9,80 mm, respectivamente), conforme apresentado na Figura 5A. Na análise de regressão para o diâmetro do caule das mudas de moringa, o modelo mais adequado foi o quadrático. Isso indica que há ponto de máxima para o crescimento das plantas em diâmetro, com tendência de redução a partir de doses mais elevadas. Quantidades elevadas da torta de mamona poderiam causar toxidez nas plantas, interferindo no seu desenvolvimento.

Um dos parâmetros mais importantes para determinar a qualidade e o crescimento das mudas após o plantio baseia-se nos valores de altura, diâmetro do caule e da massa seca (CARNEIRO, 2007). Sturion *et al.* (2000) citam que um bom desenvolvimento do diâmetro indica maior acúmulo de reservas, resistência e melhor fixação da planta ao solo. O diâmetro está relacionado ao desenvolvimento mais acentuado da parte aérea, favorecendo assim o crescimento das mudas (SOUZA *et al.*, 2006). Quanto maior for o diâmetro do caule, maior será o equilíbrio de crescimento da parte aérea (CARNEIRO, 1995).

Como o nitrogênio é um dos elementos em maior quantidade na torta de mamona e um dos mais requeridos pela planta, este, por desempenhar função estrutural resultou em efeito no diâmetro das plantas, principalmente naquelas que receberam as maiores doses.

A análise de regressão não foi significativa para as variáveis H e MSPA (Figuras 5B e 5C). Contrariando os resultados do presente trabalho, Albuquerque *et al.* (2008) ao avaliarem o uso da torta de mamona no desenvolvimento de moringa cultivada em vaso, verificaram que aos 53 dias após a germinação as doses de torta de mamona aplicadas ao solo exerceram efeito nas variáveis altura, diâmetro caulinar e massa seca foliar da moringa, sendo satisfatórios os resultados obtidos com a dose contendo 20% do teor de N contido no resíduo. Possivelmente o crescimento das plantas em altura e massa seca no período determinado para a execução do experimento não foi suficiente para trazer essa resposta. Estudos em que a torta de mamona foi avaliada em outras culturas resultaram no crescimento em diâmetro das plantas (SILVA *et al.*, 2019; NASCIMENTO *et al.*, 2007).

Figura 5: Efeito das doses de torta de mamona no diâmetro do caule (A), altura (B) e massa seca de parte aérea (C) de *M. oleifera*.



Fonte: elaborada pela autora.

4.2 Acúmulo de nutrientes e Na no material vegetal

Na Tabela 4, é apresentado o resumo da análise de variância para o acúmulo de C, N, P, Ca, Mg, Na e K na biomassa da *M. oleifera* em função da incorporação das doses de torta de mamona ao solo.

Tabela 4: Resumo da análise de variância (ANOVA) para o acúmulo de nutrientes e de sódio no material vegetal da moringa.

FV ¹	C	N	P ³	Ca	Mg	Na	K
-----Valor de F-----							
Doses	22,31**	28,59**	5,84**	8,31**	43,43**	40,28**	57,90**
Blocos	0,40 ^{Ns}	2,05 ^{Ns}	1,60 ^{Ns}	0,46 ^{Ns}	1,06 ^{Ns}	0,31 ^{Ns}	1,65 ^{Ns}
CV% ²	36,25	24,66	16,55	26,87	19,75	29,64	20,74

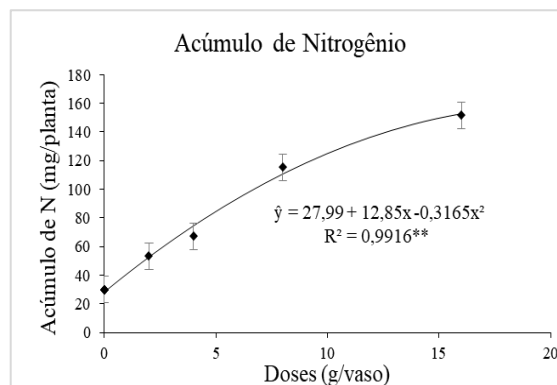
¹Fonte de variação, ²Coefficiente de variação; ³Atributo submetido à transformação de dados Box-Cox ($y+1$), $\lambda = -1,5$; ^{Ns}Não significativo; **Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: elaborada pela autora.

Para todos os elementos químicos houve resposta significativa ($p < 0,01$) em resposta às doses de torta de mamona. Contudo, na análise de regressão não houve significância para o acúmulo de C e de K no material vegetal de moringa, indicando que as doses não tiveram influência no acúmulo destes nutrientes. Nenhum modelo de equação se ajustou para o carbono.

As doses de torta de mamona exerceram efeito sobre o acúmulo de nitrogênio (N) nas plantas. Na Figura 6 observa-se que as plantas de moringa obtiveram maior acúmulo de N na dose 16 g/vaso, com média de 151,72 mg/planta. Para o acúmulo de N, ajustou-se uma equação quadrática crescente.

Figura 6: Acúmulo de nitrogênio no material vegetal de *M. oleifera* em resposta às doses de torta de mamona incorporadas ao solo.

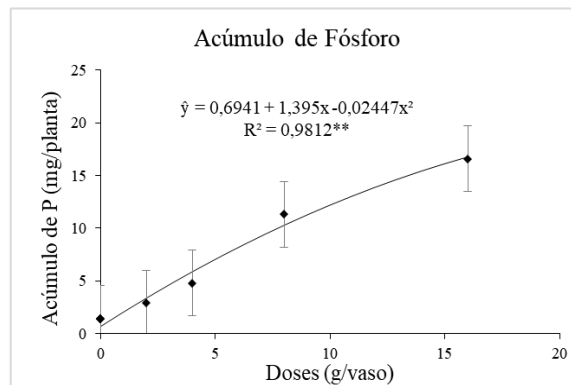


Fonte: elaborada pela autora.

Em razão do nitrogênio ser o nutriente em maior quantidade na composição da torta de mamona e por possuir relação C/N baixa (LEAL *et al.*, 2013), apresenta mineralização favorecida fornecendo rapidamente o N para as plantas de moringa resultando em efeito quadrático das doses no acúmulo deste elemento.

Em relação ao acúmulo de fósforo (P) nas plantas, houve significância ao nível de 1%, expondo que as doses de torta de mamona exerceram efeito no acúmulo deste nutriente. Na Figura 7 se constata que o maior acúmulo de P foi obtido com a dose 16 g/vaso, resultando em 16,57 mg/planta de P.

Figura 7: Acúmulo de fósforo no material vegetal de *M. oleifera* em resposta às doses de torta de mamona incorporadas ao solo.



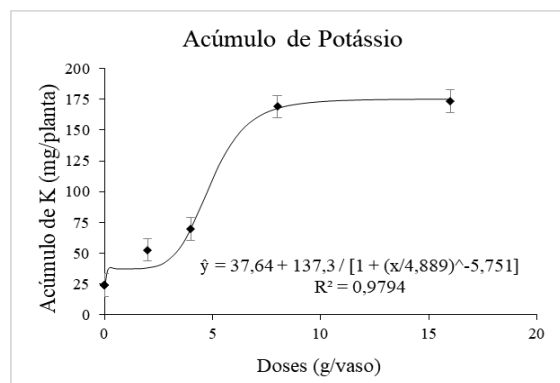
Fonte: elaborada pela autora.

O fósforo é considerado de baixa mobilidade devido à sua fixação pelos minerais de argila, podendo dificultar a absorção pela planta, o que justifica a aplicação de grandes quantidades desse elemento ao solo (PEREIRA, 2009). Movimenta-se um pouco mais em solos arenosos do que em argilosos, porém, pouco fósforo é perdido por lixiviação (LOPES, 1998). Ainda de acordo com este autor, a erosão e a remoção pelas culturas são as formas mais significativas de perdas de fósforo no solo. Portanto, como o P é um dos nutrientes em maiores quantidades na torta de mamona (LEAL *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2012), pode -se considerar que o acúmulo de fósforo na planta se dá pela maior disponibilidade do mesmo ao solo. Além disso, as doses terem sido incorporadas ao solo possibilitou que o P disponível por meio da mineralização da torta de mamona estivesse em maior contato com as raízes da moringa, facilitando sua absorção.

Diferente dos resultados observados para o acúmulo de N e P, que foram significativos para as doses de torta de mamona, não houve significância no acúmulo de potássio (K) na planta (Figura 8). A não significância das doses para este nutriente pode ser atribuída a quantidade de

K na composição da torta de mamona que, comparado ao N e ao P, que apresentam em média teor de 31 e 26 g kg⁻¹, respectivamente, é o que apresenta menor teor, com média de 6 g Kg⁻¹ de K (SILVA *et al.*, 2012). Como o K é um elemento que não está associado a componentes estruturais de resíduos orgânicos e sim na forma de íon solúvel em água, o mesmo pode ter sido perdido da torta de mamona antes mesmo de ser aplicado ao solo, fato que pode justificar o menor teor deste nutriente na torta de mamona.

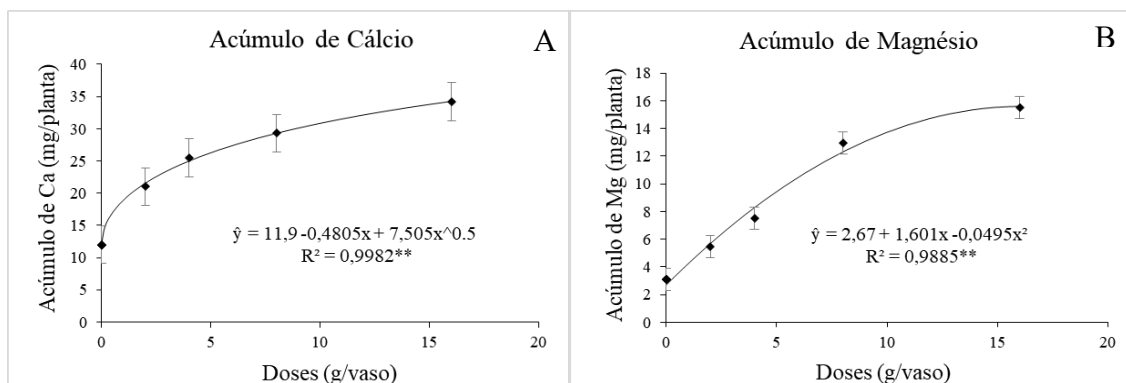
Figura 8: Acúmulo de potássio no material vegetal da *M. oleifera* em resposta às doses de torta de mamona incorporadas ao solo.



Fonte: elaborada pela autora.

Houve significância na análise de regressão para o acúmulo de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na planta em resposta às doses de torta de mamona (Figuras 9A e 9B). A dose 16 g/vaso resultou no maior acúmulo para ambos os nutrientes, com médias de 34,18 mg/planta para o cálcio e 15,50 mg/planta para o magnésio (Figuras 9A e 9B, respectivamente).

Figura 9: Acúmulo de cálcio (A) e magnésio (B) no material vegetal de *M. oleifera* em resposta às doses de torta de mamona incorporadas ao solo.

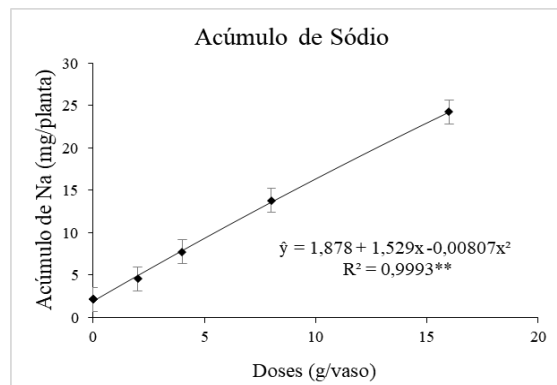


Fonte: elaborada pela autora.

Assim como para os outros nutrientes discutidos até então, o acúmulo de Ca e Mg nas plantas de moringa pode estar ligado a disponibilização destes elementos através da mineralização da torta de mamona. Como estes nutrientes têm uma carga positiva a mais do que o K, eles têm menos chances de serem lixiviados, tornando-se mais disponíveis para absorção pelas plantas.

As doses de torta de mamona resultaram em efeito para o acúmulo de sódio (Na) nas plantas. Observa-se que o acúmulo desse elemento foi proporcional ao aumento das doses, cuja a dose 16g/vaso resultou em uma média de 24,24 mg/planta (Figura 10).

Figura 10: Acúmulo de sódio no material vegetal de *M. oleifera* em resposta às doses de torta de mamona incorporadas ao solo.



Fonte: elaborado pela autora.

A torta de mamona pode disponibilizar elevados teores de sódio na solução do solo. O teor de Na presente nesse resíduo é decorrente do processo de extração do óleo contido na semente da mamona. Zonta *et al.* (2008) explicam que o teor de sódio no solo pode estar relacionado a presença desse elemento na torta de mamona, já que no processo de fabricação do biodiesel produzido diretamente da semente de mamona, utiliza-se um catalisador a base de Hidróxido de Sódio (NaOH). Aliado a isso, o conteúdo de Na presente na água de irrigação (410 mg/L) pode ter influência neste acúmulo.

Vale destacar que Costa *et al.*, (2019) testaram o cultivo da moringa sob estresse salino e encontraram que a planta apresenta resistência moderada a salinidade.

4.3 Atributos químicos do solo em função das doses de torta de mamona

Tabela 5: Resumo da análise de variância (ANOVA) para os atributos químicos do solo submetido a doses distintas de torta de mamona para o desenvolvimento inicial de plantas de moringa.

FV ¹	pH	C	P	N	K ³	Na	Ca ³	Mg	T	t	H+Al	SB	V%	m%
-----Valor de F-----														
Doses	3,16*	0,84 ^{Ns}	53,48**	1,66 ^{Ns}	4,33*	4,88**	1,93 ^{Ns}	4,78**	0,16 ^{Ns}	1,68 ^{Ns}	0,11 ^{Ns}	1,68 ^{Ns}	0,91 ^{Ns}	1,35 ^{Ns}
Blocos	1,09 ^{Ns}	0,91 ^{Ns}	0,69 ^{Ns}	2,35 ^{Ns}	0,00 ^{Ns}	1,93 ^{Ns}	1,02 ^{Ns}	0,60 ^{Ns}	5,93**	2,30 ^{Ns}	5,57**	2,30 ^{Ns}	4,64*	1,91 ^{Ns}
CV% ²	3,49	33,62	33,03	7,81	40,82	22,81	33,46	19,09	19,86	12,9	27,29	13,22	22,14	14,16

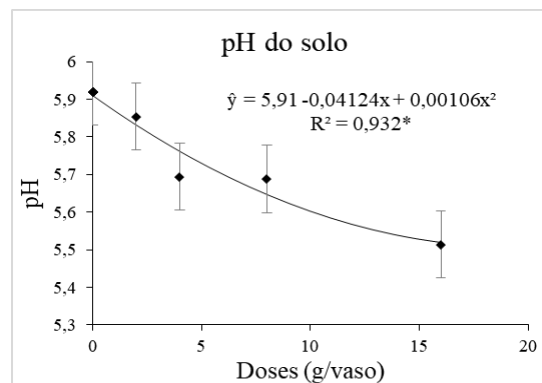
¹Fonte de variação, ²Coefficiente de variação; ³Atributos submetidos à transformação de dados RT- 2 para K e Johnson-SB adapt.: $SB=\ln[(y+1)/(\lambda-y)]-\ln(1/\lambda)$, $\lambda= 1,1$ para Ca; ^{Ns}Não significativo; **Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: elaborada pela autora.

Houve significância estatística ao nível de 1% para o valor de pH e o teor de K, e a 5% de probabilidade para os teores P, Na e Mg (Tabela 3).

Houve diminuição de pH do solo após a aplicação dos tratamentos, com valores médios que variaram de 5,51 a 5,92. O menor valor de pH foi proporcionado pela maior dose (16 g/vaso) (Figura 11).

Figura 11: Valores de pH do solo em resposta às doses de torta de mamona.



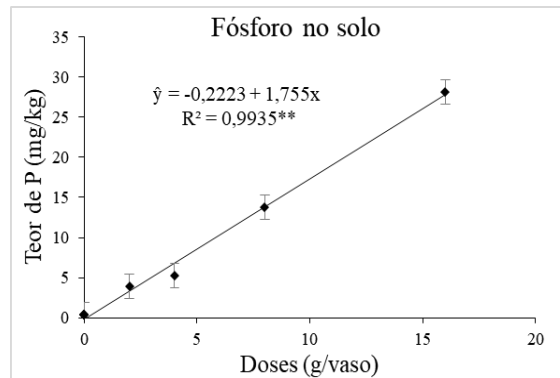
Fonte: elaborado pela autora.

O pH do solo pode ter reduzido devido as transformações do nitrogênio no solo, em que os processos de amonificação e nitrificação podem acidificar o solo, tendo em vista que durante a nitrificação é liberado H^+ na solução do solo. Assim, na medida em que aumentaram as doses da torta de mamona, aumentou a quantidade de N a sofrer amonificação e nitrificação e, conseqüentemente, a acidificação do solo. Gargantini e Catani (1957) determinaram o tempo para amonificação e nitrificação da torta de mamona em solo do tipo “terra roxa” e chegaram à conclusão que este resíduo orgânico é de fácil transformação, de forma que aos 10 dias de experimento 68% no nitrogênio encontrava-se na forma amoniacal, assim também como a forma nitrificada, que aos 30 dias atingiu 25% de N. Além disso, o solo do presente estudo possui baixo poder tampão, fazendo com que qualquer resíduo adicionado a ele altere facilmente seu pH (PROCHNOW, 2014)

Alves *et al.* (2011), avaliando os atributos químicos de um Latossolo Vermelho Amarelo em função da aplicação de biofertilizante de torta de mamona, verificaram que o pH do solo reduziu. Entretanto, pelo fato de o pH estar em uma faixa considerada boa para as culturas (5,5 a 6,0), os autores não consideraram uma redução significativa para afetar a produção vegetal.

Houve aumento linear no teor de fósforo (P) no solo em resposta às doses de torta de mamona aplicadas. O maior teor (28,17 mg/kg) foi obtido com a aplicação da maior dose (16 g/vaso) (Figura 12).

Figura 12: Teor de fósforo no solo em resposta às doses de torta de mamona.

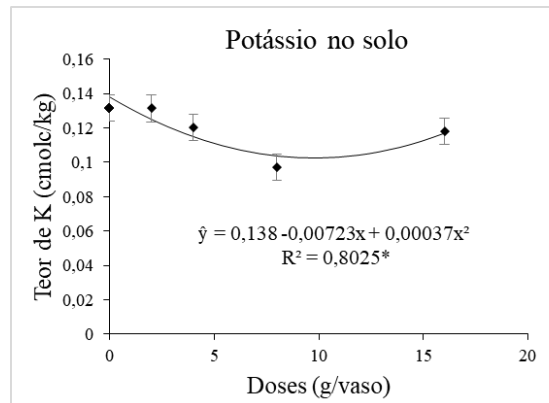


Fonte: elaborado pela autora

Fernandes *et al.* (2011) constataram aumento nos teores de P em função da aplicação da torta de mamona em solo classificado como Cambissolo Háplico, cujos teores do nutriente passaram de 3,5 mg/dm³ para 14 mg/dm³. Para estes autores esse aumento é devido a mineralização deste adubo orgânico que é considerada rápida. Segundo Severino *et al.* (2004) a rápida decomposição e mineralização se devem aos altos teores de nitrogênio, fósforo e potássio presente na torta de mamona, além de condições favoráveis à atividade microbiana do solo, como temperaturas altas e umidade.

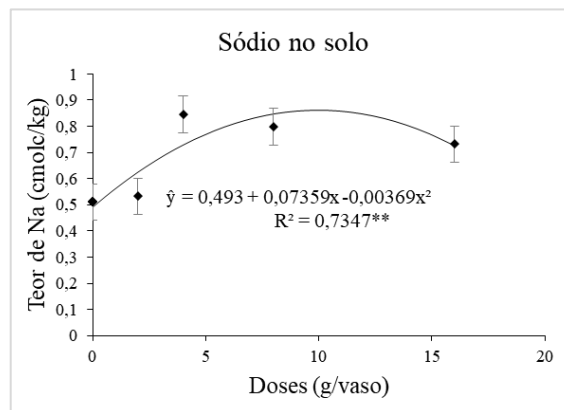
Ao contrário do que foi observado para o atributo discutido anteriormente, para o teor de potássio (K) no solo houve decréscimo a partir da terceira dose de torta de mamona (4 g/vaso). A dose 8 g/vaso resultou no menor teor de potássio no solo, com média de 0,10 cmol/kg (Figura 13).

A redução dos teores de potássio no solo em resposta a aplicação da torta de mamona, corrobora a falta de significância no acúmulo deste nutriente no material vegetal da moringa. Provavelmente a quantidade de potássio que poderia ter sido disponibilizada ao solo, de alguma forma foi retirada da torta de mamona antes desta ser aplicada ao solo.

Figura 13: Teor de potássio no solo em resposta às doses de torta de mamona

Fonte: elaborado pela autora

Quanto ao teor de sódio (Na) no solo, foi observado aumento significativo em função das doses de torta de mamona, corroborando o acúmulo de Na nas plantas. Os tratamentos de dose 0 e 2 g/vaso apresentaram os menores teores de Na. A dose 4 g/vaso apresentou o maior teor com média de 0,85 cmolc/kg (Figura 14).

Figura 14: Teor de sódio no solo em resposta às doses de torta de mamona.

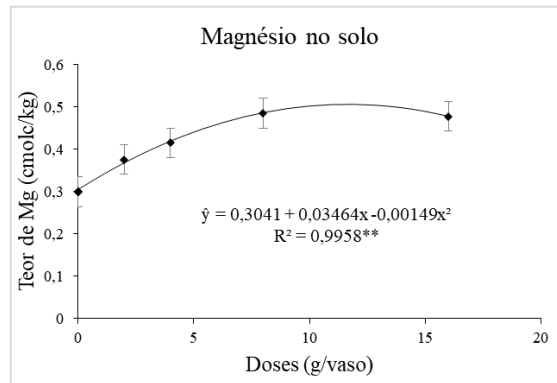
Fonte: elaborado pela autora

Fernandes *et al.* (2011) observaram que o teor de Na no solo elevou-se ao utilizar a torta de mamona, passando de 16 mg/dm³ para 126 mg/dm³ (0,07 e 0,55 cmolc/dm³, respectivamente) quando aplicado 10 t/ha de torta de mamona. Silva *et al.* (2012) encontraram que o teor de sódio no solo aumentou em relação ao aumento das doses de torta de mamona.

Para o Magnésio (Mg), foi observado que as doses de torta de mamona aumentaram seu teor no solo. O teor máximo (0,49 cmolc/kg) foi obtido pela dose 8 g/vaso (Figura 15). Em média, encontra-se na torta de mamona um teor de 2,3 g kg⁻¹ de Mg (LEAL *et al.*, 2013). O

efeito das doses de torta de mamona no magnésio do solo pode estar associado ao processo de mineralização, que disponibilizou este nutriente para ser absorvido pelas raízes.

Figura 15: Teor de magnésio no solo em resposta às doses de torta de mamona



Fonte: elaborado pela autora

5 CONCLUSÃO

As doses de torta de mamona exerceram efeito nas características de crescimento das mudas de moringa, mais especificamente no diâmetro das plantas. Houve efeito significativo para o acúmulo de todos os nutrientes, exceto para o carbono e o potássio.

Os atributos químicos do solo foram influenciados pelas doses de torta de mamona incorporadas ao solo. Houve efeito crescente para os teores de fósforo, sódio e magnésio. O valor de pH reduziu com a aplicação das doses.

A dose 16 g/vaso (8 t/ha), proporcionou maiores incrementos dos nutrientes ao solo e maiores acúmulos nas plantas, contribuindo para o melhor desenvolvimento da *M. oleifera*.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A.S. *et al.* **Utilização de torta de mamona como fertilizante orgânico no cultivo da moringa.** XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, [s. l.], 2013.
- ALMEIDA, C.B.L. *et al.* **Estudo prospectivo da moringa na indústria de cosmético.** Cadernos de Prospecção, [s. l.], v. 10, ed. 4, 2017
- ALVES, E.E.N. *et al.* **Atributos químicos de solos submetidos à aplicação de biofertilizante de torta de mamona.** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, [s. l.], 2011.
- ARAÚJO, M.S. **Manejo de espécies florestais para produção de madeira, forragem e restauração de áreas degradadas.** EMPARN, Caicó, 2010.
- BARRETO, C.F. *et al.* **Efeito da torta de mamona e tungue como fertilizante orgânico e manejo de irrigação na produção da figueira em sistema orgânico.** Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa, [s. l.], 2006.
- BELTRÃO, N.E.M. *et al.* **Consórcio mamona e amendoim: opção para a agricultura familiar.** Revista verde, Mossoró, v. 5, ed. 4, p. 222-227, 2010
- BELTRÃO, N.E.M.; VALE, L.S.; ARAÚJO FILHO, J.O.T.; COSTA, S.G. **Consórcio mamona + amendoim: opção para a agricultura familiar.** Circular Técnica - Embrapa, Campina Grande, PB, 2006
- BRASIL. Resolução-RE nº 1.478, de 3 de junho de 2019. **Diário oficial da união**, 4 jun. 2019. Seção 1.
- CARNEIRO, J.G.A. *et al.* **Crescimento de mudas em raiz nua de *Pinus taeda* L., sob cinco espaçamento no viveiro e seu desempenho no campo.** Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v. 13, ed. 3, p. 305-310, 2007.
- CARVALHO, A.M.X *et al.* **SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments.** Crop Breeding and Applied Biotechnology, [s. l.], 2020.
- CASTRO, R.P. **Desenvolvimento de bioprodutos inovadores derivados da moringa (*Moringa oleifera* Lamark).** 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado em ciência, tecnologia e inovação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2017
- CHENG, W.N. *et al.* **Moringa extract attenuates inflammatory responses and increases gene expression of casein in bovine mammary epithelial cells.** Animals, [S. l.], p. 5-12, 26 jun. 2019
- CLIMATE-DATA.ORG, 2022. Disponível em: <https://pt.climate.data.org/search/?q=BEBERIBE>. Acesso em 27 jun 2022

COLOMBO, Moacir. ***Moringa oleífera***. 2012. Disponível em: http://www.granjaparaíso.com.br/index.php?l=Plantas_Supervitaminadas&op=Moringa_Oleífera. Acesso em: 01 mar. 2022.

COSTA, F.X. *et al.* **Avaliação de teores químicos na torta de mamona**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, [s. l.], v. 4, ed. 2, 2004.

DAMIS, R. *et al.* **Efeitos antioxidantes da *Moringa oleífera* em células mononucleares do sangue periférico humano**. II Simpósio em Saúde e Alimentação da Universidade Federal da Fronteira Sul, [s. l.], 2018

DONAGEMA, G.K. *et al.* **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p

DRUMOND, M.A.; ANJOS, J.B.; MORGADO, L.B.; BELTRÃO, N.E.M.; SEVERINO, L.S. **Cultivo da mamoneira para o semi-árido brasileiro.**, Petrolina, PE, 2008

FEHLAUER, B.S.B. **Desenvolvimento de mudas de *Moringa oleífera* Lam. em diferentes substratos**. 2018. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Pará, Altamira, 2018.

FERNANDES, L.B. *et al.* **Influência da torta de mamona nas características químicas do solo**. Revista verde, Mossoró, v. 6, ed. 3, p. 156-159, 2011.

FERREIRA, A.R. **Desenvolvimento inicial de *Moringa oleífera* Lam. sob condições de estresse**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal De Sergipe, [S. l.], 2010

FERREIRA, K.J.N. **Gestão de resíduos na produção industrial de biodiesel**. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado em energia e ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2014

FREITAS, G.A. **Produção e área colhida de mamona no Nordeste**. Informe Rural ETENE, [s. l.], 2011

GARGANTINI, R.; CATANI, R.A. **Determinação do período de tempo para amonificação e nitrificação de diversos fertilizantes nitrogenados**. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, Campinas, v. 16, ed. 19, 1957

HDRA. ***Moringa oleífera: a multi-purpose tree***. [S. l.]: HDRA-The Organic Organisation, 2006

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2022. Disponível em: sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado. Acesso em 24 mai. 2022.

KIEHL, E J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres.

KILL, L.H.P. *et al.* ***Moringa oleífera: registro dos visitantes florais e potencial apícola para a região de Petrolina, Pe***. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2012- . ISSN 1808-996

- KLEIMAN, R. *et al.* **Comparison of two seed oils used in cosmetics, moringa and marula.** [S. l.]: ScienceDirect, 2008. Disponível em: [sciencedirect.com/science/article/pii/S092669008000708](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092669008000708). Acesso em: 1 jun. 2022
- LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. M.; ESPINDOLA, J. A. de A.; ARAÚJO, E. da S. **Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 11, p. 1195–1200, 2013
- LIMA, R.L.S *et al.* **Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos.** Revista Caatinga, Mossoró, v. 21, ed. 5, p. 102-106, 2008.
- LISITA, F. O. **O cultivo e processamento da moringa na alimentação de bovinos e aves.** EMBRAPA Pantanal. Circular técnica, 2018
- LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo.** 2. ed. rev. [S. l.: s. n.], 1998.
- LUCENA, A. L. M. **Potencialidades da *moringa oleifera* lam. no semiárido nordestino brasileiro: uma revisão.** 2021. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2021.
- MELHORANÇA, A.L.; STAUT, L.A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona em Mato Grosso do Sul.** Embrapa Agropecuária, Dourados, MS, 2005.
- MELO, L.C.A *et al.* **Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. 1, p. 101-110, 2008.
- MENEGHETTI, S.M.P. **Óleo de *Moringa oleifera*: alternativa potencial para obtenção de biodiesel.** [S. l.], 2011. Disponível em: biodieselbr.com/noticias/colunistas/meneghetti/oleo-moringa-oleifera-alternativa-potencial-obtenao-biodiesel. Acesso em: 1 jun. 2022
- MENEZES, J.A.; ADBALA, V.L. **Adubação orgânica e resposta da *Moringa oleifera* Lam. sob sistema ILPF.** Anais do V Seminário de Pós-Graduação, [s. l.], 2018.
- MILFONT, M.O. **O potencial da mamoneira (*Ricinus communis* L.) para a exploração apícola: produção, toxidez e qualidade de mel.** 2007. 90 f. Dissertação (Mestre em zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2007
- NASCIMENTO, J.J.V.R. *et al.* **Efeito da torta de mamona sobre o crescimento da mamoneira BRS 149 Nordestina.** III CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, [s. l.], 2007
- NDABIGENGESERE, A. *et al.* **Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using *Moringa oleifera*.** Water Research, [s. l.], v. 29, ed. 2, p. 703-710, 1995.
- NOGUEIRA *et al.* **Tecido vegetal.** Cap. 8. 2013 Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/157366/1/TECIDOVEGETAL.pdf>

OLIVEIRA, D.S. *et al.* **Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleifera* Lam.** HOLOS, [s. l.], 2012

OLIVEIRA, N.T. *et al.* **Tratamento de água com *Moringa oleifera* como coagulante/floculante natural.** [S. l.]: Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2018- . ISSN 2179-4200

PROCHNOW, L.I. **Avaliação e manejo da acidez do solo.** Informações agronômicas [s. l.], p. 5-9, 2014

QUEIROGA, V. P *et al.* **Moringa (*moringa oleifera* lam): sistema de produção e utilização.** Campina Grande: A Barriguda, 2021 178 f. Disponível em: https://issuu.com/abarriguda/docs/livro_moringa. Acesso em: 01 mar. 2022.

RAIJ, B van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade e solos tropicais.** Campinas, Instituto Agronômico, 285 p. 2001

RAMOS, L.M. *et al.* **Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam).** Ciências Biológicas e Ambientais, [s. l.], p. 156-160, 2010.

RASHID, U. *et al.* **Moringa oleifera oil: a possible source of biodiesel.** Bioresour Technol, [s. l.], 2008

REIS, F.A. **Análise do potencial produtivo da mamona no estado do Ceará.** 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em economia rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2009

REYES, S.N. ***Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: potential fodder species for ruminants in Nicaragua.** Doctoral thesis. 2006.

SANTOS, S.S. *et al.* **Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona.** Horticultura Brasileira, [S. l.], p. 549-552, 28 abr. 2011.

SEVERINO, L.S. *et al.* **Mineralização de torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, [s. l.], v. 5, ed. 1, 2004.

SEVERINO, L.S. *et al.* **Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, [s. l.], v. 41, ed. 5, p. 879-882, 2006.

SIGUEMOTO, S. E. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassifolia*) e da moringa (*Moringa oleifera*)** [Dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo; 2013.

SILVA JUNIOR, R.V. **Uso da *Moringa oleifera* na alimentação de galinhas poedeiras.** 2017. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade Federal Rural De Pernambuco, [S. l.], 2017

SILVA, G.V.; SOUTO, J.S.; SANTOS, J.B. **Cultivo de moringa: importância nutricional, uso e aplicações.** Meio Ambiente (Brasil), [S. l.], v. 1, n. 3, p. 23-32, 2019.

SILVA, M.I.S. **Produção de adubo orgânico e seus benefícios para o meio ambiente e a agricultura na microrregião serrana do sertão de alagoas.** [s. l.], 2021.

SILVA, S.D *et al.* **Uso de torta de mamona como fertilizante orgânico.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 42, ed. 1, p. 19-27, 2012

SOFIATTI, V. *et al.* **Adubação da mamoneira da cultivar BRS energia.** III CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: ENERGIA E RICINOQUÍMICA, Bahia, 2008.

SOUTO, J.S.; SOUSA, A.A. **Cultivo da moringa no nordeste brasileiro.** In: POTENCIALIDADES da *Moringa oleifera* Lam. São Cristóvão: UFS, 2018. v. 4, cap. 2, p. 37-54. ISBN 978-85-7822-608-4

SOUZA, C. C. *et al.* **Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v. 4, n. 3, p. 338-342, 2000.

SOUZA, C.A.M. *et al.* **Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 16, ed. 3, p. 243-249, 2006

SOUZA, F.M. **Crescimento, teores foliares e taxa relativa de absorção de N, P e K em *Moringa oleifera* lam. com adubação orgânica em Neossolo flúvico.** 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018

SOUZA, T.M.A. *et al.* **Crescimento e desenvolvimento inicial da cultura da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) Submetida à fertilização orgânica.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, PB, v. 10, ed. 5, p. 103-107, 2015.

STURION, J.A. *et al.* **Produção de mudas de espécies de rápido crescimento por pequenos produtores.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 20 p

WEISS, E. A. **Oilseed crops.** London: Longman, 1983.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil.** Comm. Soil Sci. Plant Anal., 19:1467-1476, 1988