



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS - PB

MARÍLIA GABRIELA CALDAS PINTO

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CRESCIMENTO DE PLANTAS, PRODUÇÃO DE
FRUTOS E SISTEMA RADICULAR DE *Moringa oleifera* Lam**

PATOS – PB

ABRIL 2018

MARÍLIA GABRIELA CALDAS PINTO

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CRESCIMENTO DE PLANTAS, PRODUÇÃO DE
FRUTOS E SISTEMA RADICULAR DE *Moringa oleifera* Lam**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Jacob Silva Souto.

PATOS – PB

ABRIL 2018

P659a

Pinto, Marília Gabriela Caldas.

Adubação orgânica no crescimento de plantas, produção de frutos e sistema radicular de *Moringa oleifera Lam* / Marília Gabriela Caldas Pinto. – Patos, 2018.

64 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Jacob Silva Souto".

Referências.

1. Adubação Orgânica. 2. Sistema Radicular – Produção de *Moringa oleifera Lam*. 3. Acácia-branca (*Moringa oleifera Lam*) – Adubação Orgânica. I. Souto, Jacob Silva. II. Título.

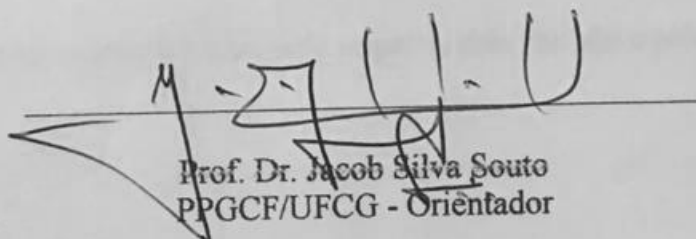
CDU 631.86(043)

MARÍLIA GABRIELA CALDAS PINTO

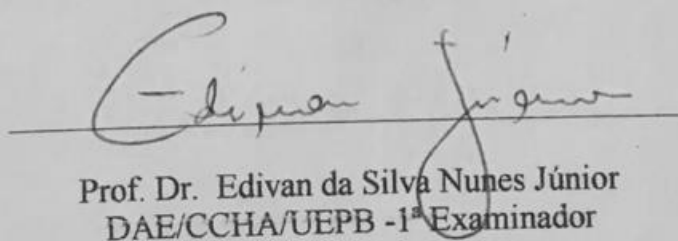
**ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CRESCIMENTO DE PLANTAS, PRODUÇÃO DE
FRUTOS E SISTEMA RADICULAR DE *Moringa oleifera* Lam**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, no CSTR, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

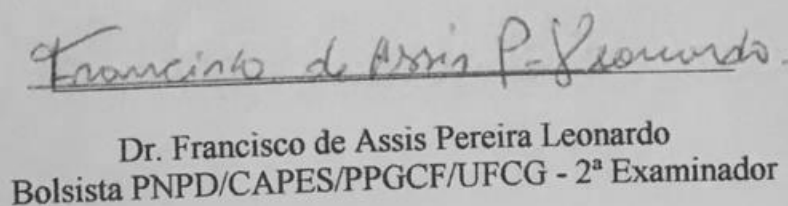
Aprovada em: 20 de Abril de 2018



Prof. Dr. Jacob Silva Souto
PPGCF/UFCG - Orientador



Prof. Dr. Edivan da Silva Nunes Júnior
DAE/CCHA/UEPB - 1ª Examinador



Dr. Francisco de Assis Pereira Leonardo
Bolsista PNPB/CAPES/PPGCF/UFCG - 2ª Examinador

DEDICATORIA

Aos meus pais Ana Araújo e Francisco Pinto, por serem as pessoas mais importantes da minha vida, por guiar os meus passos, tanto nos momentos mais difíceis como nas alegrias e conquistas, ensinando-me os valores da vida, da honestidade, da humildade e do amor.

Aos meus irmãos, Ricardo Pinto, José Ronaldo, Antônio de Caldas, Dayanne Caldas, Gutemberg Caldas e Lígia Caldas.

À minha irmã, Socorro Caldas, pelo amor, pelo incentivo e pela cumplicidade. Obrigada por ser exemplo de perfeição e dedicação a nossa família.

Às minhas sobrinhas, Dannuta Luiza, Maria Fernanda, Maria Beatriz, Maria Luiza e Maria Angeli por todo amor.

À minha amada, adorada, Allanna Caldas, pelo amor e pela compreensão durante todos esses anos...Obrigada por tudo.

Aos meus queridos primos e tios, pelo respeito, pelo carinho e pela dedicação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida.

Ao meu orientador, Dr. Jacob Silva Souto, pelo profissionalismo, pela competência, amizade, dedicação e paciência durante a realização deste trabalho.

Ao meu coorientador, Dr. Francisco Leonardo, pelas ideias, pela amizade, paciência e pelo incentivo que me auxiliaram em muitas dúvidas.

Aos funcionários da UFCG, principalmente, aos secretários da UAEF – Ivanice Ferreira, Paulo e Ednalva Brito, meu muito obrigada.

Aos funcionários e amigos, Caté, Gilvan, Geroan, Olivian, Damião, Soró, Chaguinha, Camila, dona Fatima, Maria José, Inês, Magnólia, Robertão e Hulk.

Às minhas amigas-irmãs, Renata Vilela, Ane Fortes, Geovana Gomes, Beatriz Ferreira, pela paciência, pela paciência, pela benevolência, pelo amor, pelo companheirismo e pelo apoio incondicional. Vocês foram mais que amigas.

Aos professores do programa Pós-graduação em Ciências Florestais, Olaf Bakke, Patricia Souto, Naelza, Graça Marinho, Ivonete Bakke e Lucineudo Oliveira que contribuíram diretamente para minha formação.

Aos meus amigos e amigas, Mailson Pereira, César Henrique, Denize Anjos, Vinicius Staynne, Emmanoel Messias, Yonara Pinto, Luís Felipe, Eliane Fortes, Luiza Fortes, Sabryna Ramalho, Kamila Leite, Gloria Vilela, Quitéria Correia, Maria José, Hudson Marcelo, e aos demais colegas de curso pelo apoio durante a caminhada.

LISTAS DE FIGURAS

CAPÍTULO I – Adubação orgânica no crescimento de plantas, produção de frutos de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	25
Figura 1 – Mapa de localização da área experimental da UEPB, localizada no município de Catolé do Rocha/PB.....	29
Figura 2 – Mudas de <i>Moringa oleifera</i> aos 15 dias após a semeadura.....	31
Figura 3 – Croqui de distribuição dos tratamentos e blocos na área experimental em Catolé do Rocha/PB	31
Figura 4 – Plantio de moringa na área experimental em Catolé do Rocha/PB	32
Figura 5 – Vegetação ceifada na área experimental de Catolé do Rocha/PB	33
Figura 6 – Coroamento das plantas de moringa na área experimental de Catolé do Rocha/PB	33
Figura 7 – Avaliações mensais das variáveis altura (A) e diâmetro (B) das plantas de moringa	34
Figura 8 – Colheita manual dos frutos maduros de moringa submetidos a diferentes doses de esterco bovino na área experimental em Catolé do Rocha/PB	35
Figura 9 – Caracterização biométrica de frutos de moringa submetidos a diferentes doses de esterco bovino.	35
Figura 10 – Avaliações biométricas de comprimento (A), largura (B) de sementes de moringa	36
Figura 11 - Altura média de plantas de moringa em função de diferentes doses de esterco bovino.	37
Figura 12 – Diâmetro médio de plantas de moringa aos 05 meses de avaliações em função de diferentes doses de esterco bovino.	37
Figura 13 – Inflorescência (A) das plantas de moringa sendo polinizada pela <i>Apis melífera</i> (B) e flores já fecundadas com frutos (C) na área experimental em Catolé do Rocha/PB	40
Figura 14 – Número médio mensal de frutos de moringa em função de diferentes doses de esterco bovino na área experimental em Catolé do Rocha/PB	42

Figura 15 – Contagem de frutos antes (A) e depois (B) da poda de uniformização na área experimental em Catolé do Rocha/PB	42
Figura 16 - Frequência do comprimento (A), largura (B), peso (C) e número de sementes por fruto (D) de <i>Moringa oleifera</i> Lam. em Catolé do Rocha/PB	44
Figura 17 - Frequência do comprimento (A), largura (B) e peso (C) de sementes de <i>Moringa oleifera</i> Lam. em Catolé do Rocha/PB	45
CAPÍTULO II - Adubação orgânica na distribuição e no crescimento do sistema radicular de <i>Moringa oleifera</i> Lam. em duas profundidades	51
Figura 1 – Coleta das amostras de solo (A), posição das coletas (B), acondicionamento das amostras 10 – 20 cm (C) e 0-10 cm (D) para determinação de comprimento e densidade radicular de plantas de moringa	55
Figura 2 – Lavagem das amostras em água corrente (A) seleção das raízes (B) para contagem pelo método de TENNANT	56
Figura 3 – Avaliação utilizando-se o método da interseção descrito por TENNANT	56
Figura 4 – Croqui da parcela onde foram coletadas as amostras de solo para análise de comprimento e densidade radicular de plantas de moringa	58

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO I – Adubação orgânica no crescimento e produção de frutos de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	25
Tabela 1 – Atributos químicos do solo da área experimental em Catolé do Rocha	29
Tabela 2 – Atributos químicos do solo utilizado como substrato para produção de mudas...	30
Tabela 3 – Atributos químicos do esterco bovino utilizado como fonte de matéria orgânica para composição dos tratamentos.	32
Tabela 4 – Produção de biomassa da parte aérea <i>Moringa oleifera</i> Lam ao primeiro corte submetida a diferentes doses de esterco bovino (g cova⁻¹).....	39
Tabela 5 – Número de frutos de moringa colhidos mensalmente em função das doses de esterco bovino em Catolé do Rocha	41
Tabela 6 – Produção média de frutos de moringa (kg/hectare) na área experimental em Catolé do Rocha/PB	43
Tabela 7 – Caracterização biométrica de frutos de moringa em Catolé do Rocha/PB	43
Tabela 8 – Estatística descritiva das dimensões biométricas das sementes de moringa em Catolé do Rocha/PB	45
Tabela 9 – Peso médio 1000 sementes de <i>Moringa oleifera</i> Lam com casca e sem casca em função das doses de esterco bovino, em Catolé do Rocha	46
CAPÍTULO II - Adubação orgânica na distribuição e crescimento do sistema radicular de <i>Moringa oleifera</i> Lam. em duas profundidades.	51
Tabela 1 – Densidade radicular (cm.cm⁻³) de moringa em função das doses de esterco bovino (g cova⁻¹) aos 180 dias após o plantio (DAP)	59
Tabela 2 – Comprimento radicular (101,7876 cm⁻³) de moringa em função das doses de esterco bovino (g cova⁻¹), aos 180 dias após o plantio (DAP)	59

SUMÁRIO

RESUMO	10
1 INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 <i>Cultura da moringa</i>	14
2.2 <i>Crescimento e produção</i>	15
2.3 <i>Utilizações da planta</i>	16
2.3.1 <i>Alimentação humana</i>	16
2.3.2 <i>Potencial forrageiro</i>	17
2.4 <i>Adubação orgânica</i>	17
2.4.1 <i>Esterco bovino</i>	19
2.5 <i>Estudo do Sistema Radicular</i>	19
3. REFERÊNCIAS	21
CAPÍTULO I.....	25
ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CRESCIMENTO DE PLANTAS, PRODUÇÃO DE FRUTOS DE <i>Moringa oleifera</i> LAM.	25
1. INTRODUÇÃO.....	27
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
2.1 <i>Produção de mudas</i>	30
2.2 <i>Delineamento e instalação</i>	31
2.3 <i>Manutenção e condução do experimento</i>	32
2.4 <i>Variáveis analisadas</i>	33
2.4.2 <i>Produção de biomassa da parte aérea</i>	34
2.4.3 <i>Produção de Frutos</i>	34
2.4.4 <i>Caracterização biométrica dos frutos e sementes</i>	35
2.4.5 <i>Análise estatística</i>	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
3.1 <i>Crescimento</i>	37
3.2 <i>Produção de biomassa fresca</i>	39
3.3 <i>Produção de frutos</i>	40
2.4.4 <i>Biometria de frutos e sementes de moringa</i>	43
4.3 CONCLUSÕES	48
4.4 REFERÊNCIAS	49

CAPÍTULO II.....	52
ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA DISTRIBUIÇÃO E CRESCIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DE <i>Moringa oleifera</i> Lam. EM DUAS PROFUNDIDADES.....	52
1 INTRODUÇÃO.....	54
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	56
2.1 Área Experimental.....	56
2.2 Coleta de amostras de solo	56
2.3 Delineamento experimental.....	58
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4. CONCLUSÕES	62
5. REFERÊNCIAS	63

PINTO, Marília Gabriela Caldas, **Adubação orgânica no crescimento de plantas, produção de frutos e sistema radicular de *Moringa oleifera* Lam. 2018.** Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2018. 65 P.

RESUMO

A *Moringa oleifera* Lam. vem sendo amplamente estudada pelas suas diversas aplicações e benefícios. Resistente à seca, essa planta tem se adaptado satisfatoriamente às condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro. As informações sobre as exigências nutricionais dessa planta são relevantes diante do alto potencial de desenvolvimento no semiárido. Objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito da adubação orgânica no crescimento de plantas, produção de frutos e sistema radicular da moringa. O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura, em área experimental da Universidade Estadual da Paraíba/UEPB/Campus IV- Cajueiro, localizada no município de Catolé do Rocha/Paraíba. Para as avaliações de crescimento e produção de frutos, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos, correspondendo às doses de esterco bovino (0,0 g; 300 g; 600g; 900g e 1200g), com quatro repetições. A parcela experimental foi composta por 12 plantas de moringa com espaçamento 3,0 m x 3,0 m, sendo avaliadas apenas as oito plantas centrais. Para o estudo do sistema radicular, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em arranjo fatorial 5x2, correspondendo a cinco doses de esterco bovino (0,0 g; 300 g; 600g; 900g e 1200g) e duas profundidades (0 -10 cm ;10 - 20 cm) em quatro repetições. A parcela experimental foi composta por 04 plantas centrais. As variáveis altura e diâmetro e produção de frutos das plantas moringa não foram afetadas significativamente pelas diferentes doses de esterco bovino utilizados. As plantas de moringa se desenvolveram satisfatoriamente nas condições semiáridas de Catolé do Rocha-PB. As doses de esterco bovino não exerceram influência no comprimento e densidade de raízes de moringa. A adubação orgânica para a cultura da moringa deve ser realizada na camada superficial do solo, até 10,0 cm de profundidade.

Palavras-chave: Semiárido Brasileiro, fertilizantes orgânicos, densidade radicular.

ABSTRACT

PINTO, Marília Gabriela Caldas **Organic fertilization in plant growth, production of fruit and root of *Moringa oleifera* Lam.** 2018. Dissertation in Forest Science. CSTR / UFCG, Patos - PB. 2018. 65 P.

Moringa oleifera Lam. Has been widely studied for its diverse applications and benefits. Resistant to drought, this plant has been satisfactorily adapted to the edafoclimatic conditions of the Brazilian Northeast. Information on the nutritional requirements of this plant is relevant in view of the high development potential in the semiarid region. The objective of this study was to evaluate the effect of organic fertilization on plant growth, fruit production and moringa root system. The experiment was conducted in the Forage Sector, in an experimental area of the State University of Paraíba / UEPB / Campus IV - Cashew, located in the municipality of Catolé do Rocha / Paraíba. For the growth and fruit production evaluations, the experimental design used was randomized blocks, with five treatments, corresponding to the doses of bovine manure (0.0 g, 300 g, 600 g, 900 g and 1200 g), with four replications. The experimental plot consisted of 12 moringa plants with 3.0 m x 3.0 m spacing, with only eight central plants being evaluated. A randomized block design in a 5x2 factorial arrangement was used for the study of the root system, corresponding to five doses of bovine manure (0.0g, 300g, 600g, 900g and 1200g) and two depths (0-10 cm ; 10-20 cm) in four replicates. The experimental plot consists of 04 central plants. The variables height and diameter and fruit yield of the moringa plants were not significantly affected by the different doses of bovine manure used. The moringa plants developed satisfactorily in the semi-arid conditions of Catolé do Rocha-PB. The doses of bovine manure did not influence the length and density of moringa roots. The organic fertilization for the moringa crop must be carried out in the superficial layer of the soil, up to 10.0 cm deep.

Keywords: Brazilian semiarid, organic fertilizers, root density.

1 INTRODUÇÃO

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é amplamente conhecida e estudada pelas suas propriedades floculantes, sendo utilizadas em diversos países como um método natural, eficiente e econômico de purificação de água. Possui inúmeras aplicações, é denominada planta multiuso, sendo uma esperança no combate contra a fome em países africanos devido a sua composição rica em vitaminas e sais minerais e é conhecida como a “árvore da vida” e/ou “árvore do futuro”. A planta não necessita de muito cuidado e sobrevive a longos períodos de seca, tornando-se uma opção viável principalmente em regiões de clima semiárido (PEREIRA, 2015).

O óleo presente nas sementes de moringa é de excelente qualidade e, devido ao seu valor nutricional, pode ser usado na alimentação, na indústria de cosméticos e também na indústria farmacêutica. Os frutos, sementes, folhas e flores são consumidos em diversas formas em alguns países (ALVES et al., 2005).

Para que a planta de moringa atinja o seu pleno desenvolvimento, é necessário que alguns fatores sejam supridos em qualidade e quantidade durante o seu ciclo de vida, a exemplo da pluviosidade, da temperatura, da luminosidade, dos nutrientes disponíveis para a sua nutrição, entre outros. Quando se fala em nutrientes essenciais, deve-se compreender que estes devem se encontrar na solução do solo, na forma iônica, disponíveis para absorção pelo sistema radicular.

Para Figueiredo et al. (2012), o manejo eficiente de esterco para a adubação requer o conhecimento da dinâmica de mineralização de nutrientes visando otimizar a sincronização da disponibilidade destes no solo com a demanda pelas culturas, evitando a imobilização ou a rápida mineralização de nutrientes durante os períodos de alta ou de baixa demanda, respectivamente.

Conforme Tedesco et al. (2008), a composição química dos esterco é variável, sendo influenciada por vários fatores, como a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado como cama, do índice de aproveitamento de nutrientes da ração pelos animais, dos produtos veterinários fornecidos aos animais, além de outros.

O aproveitamento dos resíduos orgânicos de origem animal, especialmente esterco de bovinos, como fertilizantes, é um tema relativamente pouco estudado no Brasil. Existem dúvidas, principalmente quanto às características físicas e químicas do esterco, bem como em relação às quantidades a serem aplicadas nas culturas, seja através do seu uso exclusivo como fertilizante ou associado à adubação mineral.

São escassos os estudos sobre a adubação química e orgânica com a moringa. As informações sobre as exigências nutricionais dessa planta são relevantes diante do alto potencial de desenvolvimento no semiárido.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar o crescimento, a produção de frutos e o sistema radicular da moringa em função de diferentes doses de esterco bovino.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da moringa

A moringa (*M. oleifera* Lam.) pertence à família *Moringaceae*, apresenta fruto seco do tipo cápsula loculicida, com três valvas de coloração castanho-médio. Os frutos apresentaram um comprimento relativamente pequeno ($\pm 28,50$ cm de comprimento e $\pm 2,21$ cm de largura), com, aproximadamente, 12 sementes por fruto. As sementes são globóides e aladas, de cor castanho-médio, com alas castanho-claros e, no seu interior, possuem uma massa branca oleosa (RAMOS et al., 2010). As folhas e os frutos apresentam alta qualidade, constatada por seu alto valor proteico, sua riqueza em vitaminas, principalmente A e C, e minerais, especialmente cálcio, potássio, ferro e fósforo. Além disso, apresenta, em sua composição, todos os aminoácidos essenciais, podendo ser usadas na alimentação humana ou animal. Outra vantagem é que as folhas da moringa podem ser colhidas durante a estação da seca (KATAYON; NOOR; ASMA, 2006).

As sementes são ricas em óleo (32% a 40%) de alto valor alimentício, assemelhado ao azeite de oliva, pois é rico em Ômega 9 (70%), ácido oleico, Ômega 6 e Ômega 3. É conhecido como 'Ben Oil', sendo claro, doce, inodoro e resistente à rancificação; por conseguinte, é comestível e útil na fabricação de cosméticos. Estudos comprovam que é um lubrificante de excelente qualidade, sendo usado em alguns países para a fabricação de sabão. O óleo da moringa é de alta qualidade e apresenta alto valor potencial para a venda no mercado a um elevado valor, devido a sua qualidade (FUGLIE, 1999).

Além disso, estudos demonstram que todas as partes da planta apresentam propriedades benéficas aos seres humanos. Destacam-se os galhos, folhas, frutos e sementes como as partes mais importantes da planta, podendo esta ser introduzida em sistema de consórcio com outras culturas vegetais, trazendo equilíbrio entre a população e o meio ambiente (SILVA; VIANA 2009).

Devido à presença de proteínas catiônicas com poder aglutinante, as sementes de moringa são utilizadas na purificação de água. O uso das sementes pulverizadas promove a floculação de sedimentação de partículas presentes na água, assim como elimina microrganismos patogênicos e/ou cianobactérias (MUNIZ; DUARTE; OLIVEIRA, 2015). Segundo Brito et al. (2010), o uso de sementes da moringa no tratamento de água apresenta vantagens econômicas em relação aos métodos tradicionais, pois não há alteração do pH da água tratada, reduzindo, assim, os custos com produtos químicos de correção.

A moringa produz uma grande quantidade de biomassa que pode ser secada, prensada e usada como combustível em substituição à lenha, tradicionalmente utilizada na queima em fábricas, indústrias e residências. A grande vantagem é que a biomassa prensada apresenta menor quantidade de umidade e cinzas e maior capacidade calorífica que a lenha, reduzindo a emissão de gases poluentes na atmosfera (PEREIRA, 2015). Pela definição do BBER (BRASIL BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL, 2009), briquete é uma “lenha” reciclada, resultante da secagem e prensagem de serragem ou de resíduos florestais e/ou industriais. O briquete é uma alternativa para uso industrial como fonte de energia em substituição do uso da lenha comum, sem que haja perda na qualidade e na utilização deste produto ecológico.

2.2 Crescimento e produção

Os estudos sobre morfologia de plântulas devem ganhar mais atenção, devido a esses estudos ampliarem o conhecimento sobre uma determinada espécie ou agrupamento sistemático de plântulas em determinadas regiões. A caracterização da morfologia de frutos, sementes e plântulas, desde o início de seu desenvolvimento, é de fundamental importância para o conhecimento dos ciclos reprodutivos das espécies vegetais, dando os mesmos subsídios para a produção de mudas em longa escala de determinada espécie, além de esclarecer os processos de estabelecimento da planta no campo (GUERRA; MEDEIROS FILHO; GALHÃO, 2006).

Tolerante à seca, a moringa vem sendo introduzida em regiões áridas e semiáridas, apresentando-se como uma cultura bastante viável economicamente nessas condições. O cultivo é realizado devido ao seu valor alimentar, sendo consumíveis folhas, frutos verdes, flores e sementes, possui potencial forrageiro, medicinal, melífero, na indústria de alimentos, cosméticos, combustível e no tratamento de água. Não há dificuldades quanto à propagação da moringa. Devido ao seu crescimento rápido, a planta pode atingir 4,0 metros no seu primeiro ano, podendo um único indivíduo produzir em torno de 50 a 70 kg de frutos anualmente. Esses índices de produtividade irão variar de acordo com as condições edafoclimáticas, disponibilidade de água e tipo de manejo, ao qual a planta é submetida (SANTANA et al., 2010).

A produção de uma árvore adulta de moringa pode atingir de 1.000 a 1.600 frutos, em média, e 24.000 sementes por ano. Tratos silviculturas, como poda frequente das copas, aumentam o crescimento e a altura, controlando o tamanho da árvore, facilitando assim a colheita dos frutos. No ápice do cultivo, sua produção pode alcançar aproximadamente 2500 kg ha, cerca

de 1.478 L de óleo por hectare. O fator de conversão do óleo para o biodiesel é de 0,96 produzindo assim 1.419 L e biodiesel por ha (FOIDL et al., 2001).

As características e propriedades físico-químicas do óleo extraído das sementes de moringa apresentaram os seguintes percentuais dos ácidos: palmítico (7%), palmitoleico (2%), esteárico (4%), oleico (78%), linoleico (1%), araquídico (4%) e behênico (4%). O alto teor de ácido oleico mostra o potencial desse óleo para a produção de biodiesel com baixos teores de insaturações, sendo estável diante da oxidação, favorecendo assim o seu transporte e armazenamento. A torta de moringa composta pelo material resultante, após a extração do óleo, apresenta os seguintes elementos em sua composição: Ca 1,0 %, Cl 0,144 %, Fe 0,058 %, K 3,276 %, Mg 0,159 %, Ni 0,002 %, P 1,8 %, S 5,687 % e Zn 0,0764 %. Esse coproduto pode ser utilizado como adubo orgânico ou condicionador do solo, sendo indicado também como complemento na alimentação animal (SANTANA et al., 2010).

O teor médio de óleo encontrado para as sementes de moringa por Oliveira et al. (2012) foi de 40%, sendo esse óleo de alta qualidade, recomendado o uso como matéria prima na transesterificação para obtenção de biodiesel (B100) metílico, com rendimento de 83,68% e 99,9% na conversão. Esse teor de óleo excede, expressivamente, os teores presentes na literatura para outras espécies oleaginosas como soja, algodão e mamona.

2.3 Utilizações da planta

2.3.1 Alimentação humana

São amplas as formas de uso das folhas da moringa como alimento, podendo ser cozidas como vegetais ou em pó, depois de secas, adicionadas aos mais diversos tipos de alimentos, como em sopas ou molhos. Basta apenas uma colher da farinha de moringa para suprir todas as vitaminas, minerais, grande parte das proteínas essenciais, cálcio e ferro necessários para um indivíduo durante um dia inteiro (FUGLIE, 2005).

Em estudo desenvolvido por Fuglie (2002), observou-se que a farinha da moringa possuía 10 vezes mais o teor de vitamina A do que a cenoura, 17 vezes mais cálcio do que o leite, 18 vezes mais potássio do que as bananas, 25 vezes mais ferro do que o espinafre e 9 vezes mais proteína do que o iogurte. Os mesmos autores explicam que as diferenças entre os valores nutricionais estão associadas ao uso das folhas (frescas ou secas), sendo recomendado o uso das folhas secas devido ao seu valor nutricional superior em relação às folhas frescas.

Entre as vitaminas e minerais presentes nas folhas de moringa descritos anteriormente, podem-se acrescentar ainda a, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3, vitamina C, cromo, cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo, proteína e zinco (MATHUR, 2005).

Nos últimos anos, têm sido realizadas pesquisas voltadas ao conhecimento de todas as potencialidades oferecidas pela moringa, agregadas com as melhores formas e aplicação desses recursos em diferentes tipos de alimentos. Desse modo, esses produtos devem ser apreciados pelos mais diversos tipos de consumidores. A farinha de moringa vem sendo utilizada em alimentos como pães (BRITO; TEIXEIRA, 2009) e biscoitos tipo *cookie* (BAPTISTA et al., 2012) em substituição parcial e/ou total da farinha de trigo.

2.3.2 Potencial forrageiro

Diversos fatores devem ser observados no manejo de espécies para produção de forragem. Respostas morfológicas e sobrevivência das plantas devem ganhar atenção, pois estes fatores estão estreitamente ligados à qualidade e ao rendimento da produção (BAKKE et al., 2010).

A escassez de alimento para o rebanho no período de seca é uma das preocupações constantes dos criadores. Grande parte das plantas forrageiras nativas apresenta qualidade, porém sua produção é anual e de ciclos curtos, não fornecendo suporte forrageiro durante longos períodos (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2009). Portanto, no intuito de melhorar a qualidade da alimentação animal na região semiárida, a moringa foi introduzida como uma nova matriz vegetal devido a seu alto teor proteico, aminoácidos essenciais, sua elevada taxa de crescimento, facilidade com o seu manejo e sua alta capacidade de rebrota (FARIAS; FREIRE; SANTOS, 2008).

Segundo Bakke et al. (2010), a presença dos aminoácidos e da proteína bruta nas folhas maximizam a síntese de proteína microbiana, mostrando que a moringa é uma espécie forrageira de elevada qualidade na criação de vacas leiteiras.

O plantio da moringa é simples, as sementes podem ser implantadas em locais permanentes ou canteiros para posterior introdução no campo. A planta não é exigente em solos ou água, não requer muitos cuidados e cresce rapidamente (SANTANA, et al., 2010).

2.4 Adubação orgânica

Conforme Silva et al. (2010), o aumento do custo dos fertilizantes minerais e a crescente poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de C e nutrientes. São utilizadas várias fontes alternativas de resíduos orgânicos, como dejetos de animais, composto de lixo urbano e lodo de esgotos (BLEAUCLAIR et al, 2007). Isto gera aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica dessa utilização (MELO et al., 2008).

Todos os sistemas produtivos, sejam agrícolas e/ou pecuários, produzem os mais variados tipos de resíduos orgânicos, os quais se manejados corretamente, revertem-se em fornecedores de nutrientes, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo (SOUSA, et. al., 2015). Cavalcante et al. (2010) afirmam que, independente da fonte, quando se adiciona material orgânico no solo, haverá, conseqüentemente, o aumento do teor de magnésio nas plantas.

A adição de compostos orgânicos age diretamente na biologia do solo, fornecendo energia e nutrientes fundamentais para permanência e multiplicação dos organismos do solo. Com isso, esses organismos executam o papel de agentes na decomposição dos resíduos e na sua transformação em compostos quimicamente ativos que serão disponibilizados ao solo e entrarão em equilíbrio com a fração mineral (LUCENA; GUERRA; CHAVES, 2006; MOREIRA et al., 2011).

O húmus é um fertilizante orgânico produzido pela decomposição aeróbica de resíduos em condições controladas, gerando um composto rico em macro e micronutrientes. Esse composto apresenta a taxa de mineralização de N alta, porém, devido à sua elevada CTC, a liberação de N é lenta e contínua, o que minimiza a perda por lixiviação (MELO; SILVA; DIAS, 2008). Quando adicionado ao solo, proporciona benefícios nas suas propriedades e conservação, favorecendo o crescimento e nutrição das plantas. As vantagens de se produzir húmus de minhoca é que pode utilizar diversos materiais e resíduos orgânicos produzidos pela atividade rural ou domésticos (SCHIEDECK; MEDEIROS; SCHWENGBER, 2006).

Camargo (2011), ao avaliar quatro fontes de matéria orgânica (cama de peru, esterco de curral, composto orgânico e húmus de minhoca) em três proporções (15, 30 e 45%) na produção de mudas de moringa, observou que o tratamento substrato com 45% de matéria orgânica proporcionou a maior altura de plantas, entretanto a maior dosagem do húmus de minhoca não apresentou influencia no crescimento da parte aérea em relação aos outros substratos. O tratamento com composição de 45% de composto orgânico e húmus de minhoca proporcionou aumento significativo para a variável comprimento de raiz.

2.4.1 Esterco bovino

A adubação orgânica com esterco bovino é uma prática milenar, tendo perdido prestígio com a introdução da adubação mineral, em meados do século 19, e retomado a importância, nas últimas décadas, com o crescimento da preocupação com o ambiente, com a alimentação saudável e com a necessidade de dar um destino apropriado às grandes quantidades produzidas em alguns países (BLAISE et al., 2005; SALAZAR et al., 2005).

Neves et al. (2010), avaliando diversas fontes de matéria orgânica no desenvolvimento de plântulas de moringa, constataram que o substrato composto por solo/esterco de aves apresentou a menor eficiência nas características avaliadas; já os tratamentos compostos por solo/lodo de esgoto, solo/esterco bovino e apenas solo obtiveram os valores mais elevados de matéria seca da parte aérea e raiz, índice de velocidade de emergência e altura das plântulas.

A importância de se aproveitar o esterco bovino é porque este contém nutrientes que, na maioria das vezes, são descartados no ambiente de forma inadequada, causando danos. Desta forma, deve-se dar um manejo correto a este resíduo, pois sua concentração em nutrientes pode, muitas vezes, substituir a adubação convencional, além de oferecer outros benefícios ao solo, como melhoramento das características físico-químicas e microbiológicas (DAMATTO JUNIOR et al., 2006).

Sousa et al. (2015), avaliando a influência de diferentes níveis de fertilizantes orgânicos na cultura da moringa, observaram que o nível de 432,0 g.vaso⁻¹ proporcionou o melhor índice para a parte aérea e o comprimento das raízes. No que compete os valores médios da razão parte aérea/raiz e comprimento da raiz, as doses de esterco bovino de 108,0 e 216,0 g. vaso⁻¹, promoveram um maior incremento para essa razão. Desse modo, essas doses são as mais indicadas para suprir as necessidades nutricionais das plantas de moringa, segundo estes autores.

Nascimento; Souto (2017) ressaltam a importância da utilização de esterco na cultura da moringa em condições semiáridas. O uso destes materiais orgânicos, além de contribuir positivamente com a fertilidade do solo, melhora a retenção de água, reduz os custos da produção, seja ela de frutos ou biomassa, mediante à diminuição do uso de fertilizantes químicos.

2.5 Estudo do Sistema Radicular

Segundo Vega et al. (2005) quando uma planta é objeto de estudo, é de rotina subdividi-la em duas partes: aérea (caule e folhas) e radicular (raízes). As funções do sistema radicular das plantas podem ser classificadas como primárias (fixação, absorção e condução de água e nutrientes) e secundária (armazenamento, sintetizadora de hormônios de crescimento e propagação) (GIBBENS; LENZ, 2001).

A importância do estudo do sistema radicular das espécies vegetais e sua distribuição, extensão e atividade, é fundamental para o entendimento científico sobre sua produção. As raízes das plantas têm distribuição variável de acordo com as tipologias de espécies, idade da planta e as características edafoclimáticas (FRACARO; PEREIRA, 2004).

Os fenômenos sobre o que ocorre na parte aérea das plantas seriam melhores compreendidos se houvesse estudos correlacionando o que acontece no seu sistema radicular. Os autores explicam que as condições físicas, químicas e biológicas do solo afetam o crescimento e a distribuição das raízes no perfil do solo, e os resultados obtidos nesses estudos não condizem com a realidade (VASCONCELOS et al., 2003). Segundo Giacomini et al. (2005), a capacidade de produção de biomassa da parte aérea de uma espécie está relacionada com o que ocorre com seu sistema radicular, de modo que, se algum fator interferir ou limitar o crescimento radicular, afetará diretamente a produção.

Os estudos relacionados ao desenvolvimento radicular são escassos devido à morosidade da execução deste procedimento. Os métodos utilizados nesses estudos são o do monólito, escavação e trado manual, sendo estes os mais usados para o estudo de raiz no Brasil. A avaliação da distribuição das raízes finas de uma determinada cultura é um processo árduo que leva tempo, as informações obtidas são poucas e há uma grande variabilidade dos resultados alcançados (BOHM, 1979).

As raízes da moringa são pivotantes e tuberosas que se desenvolvem rapidamente em poucos dias após a semeadura. Esta particularidade, em seu sistema radicular, permite que a planta acumule água e nutrientes em seus tubérculos, sendo capaz de suportar longos períodos de estiagem, se adequando bem às condições semiáridas do Nordeste brasileiro. O crescimento de sua raiz pivotante possibilita a absorção água e nutrientes nos horizontes mais profundos do perfil solo (CASTRO, 2017).

As plantas de moringa apresentam várias propriedades, usos medicinais e farmacêuticos. Em alguns países, onde esse gênero é nativo, médicos prescrevem as raízes no combate de febres intermitentes, epilepsia, paralisia, reumatismo, hipertrofias do fígado e baço (SANTANA et al., 2010).

3. REFERÊNCIAS

- ALVES, M. C. S.; BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S.; OLIVEIRA, V. C. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleifera* L. em diferentes locais de germinação e submetidas à pré-embebição. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 1083-1087, 2005.
- BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BAKKE, O. A. "Características de Crescimento e Valor Forrageiro da Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) Submetida a Diferentes Adubos Orgânicos e Intervalos de Corte. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 2, p. 133-144, 2010.
- BAPTISTA, A. T. A.; SILVA, M. O.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A. M. S. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com folha de Moringa oleifera. **B.CEPPA**, v. 30, n. 1, p. 65-74, 2012.
- BLAISE, D.; SINGH, J.V.; BONDE, A.N.; TEKALE, K.U.; MAYEE, C.D. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossipium hirsutum*). **Biores. Technol.**, v. 96, p.345-349, 2005.
- BLEAUCLAIR, E.G.F.; OTAVIANO, J.A.; MALAFAIA, C.A. Condicionador orgânico de solo no incremento da produtividade da cana de açúcar. **Idea News**, 2007. p. 30.
- BRASIL BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL**. Energia Renovável (BBER). Disponível em: <http://www.brasilbiomassa.com.br/images/stories/conteudo/energia-renovavel.pdf> . Acesso em: Agosto de 2016
- BRITO, I. C. A.; SOUTO, J. S.; SOUTO, J. C. S.; NASCIMENTO, G. L.; MARQUES, L. F. Uso de sementes de Moringa na melhoria da qualidade da água no semiárido da Paraíba. In: ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA, Aracaju. **Anais...** Aracaju: II ENAM, 2010, p. 3-5.
- BRITO, T. M. L. P.; TEIXEIRA, E. M. B. **Aceitabilidade do pão francês enriquecido com pó da folha da *Moringa oleifera* Lam.** 2009. Disponível em: <www.posgrap.ufs.br/down/Livro_Resumos_17EIC_3EPG.pdf - Similares>. Acesso em 24 jun. 2016.
- CAMARGO, R. Substratos para produção de mudas de *Moringa oleifera* l. em bandejas. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 32, n. 1, p. 72-78, 2011.
- COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E. C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu: I-alterações nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 4, n.32, p. 1591-1599, 2008.
- CASTRO, R. P. **Desenvolvimento de bioprodutos inovadores derivados da moringa (*Moringa oleifera* Lamarck)**. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Inovação) – Escola de Ciências e Tecnologia, 2017.

CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, L. C. F.; REBEQUI, A. M.; NUNES, J. C.; BREHM, M. A. S. Teores foliares de macronutrientes em quiabeiro cultivado sob diferentes fontes e níveis de matéria orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 19-28, 2010.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BOAS, R. L., LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. Avaliação nutricional em folhas de bananeira Prata-anã adubadas com composto orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p.109-112, 2006.

FARIAS, S. G. G.; FREIRE, A. L. O.; SANTOS, D. R.; Respostas de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) inoculadas com fungos micorrízicos e submetidas ao estresse hídrico. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 36-46, 2008.

FIGUEIREDO C. C.; RAMOS M. L. G.; MCMANUS, C. M.; MENEZES A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v.30, n. 1, p.175- 179, 2012.

FOIDL, N.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K.; **The potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial use**. 2001. Disponível em: <http://miracletrees.org/moringadoc/the_potential_of_moringa_oleifera_for_agricultural_and_industrial_uses.pdf> Acesso em: 21 ago. 2016.

FRACARO, A. A.; PEREIRA, F. M. Distribuição do sistema radicular da goiabeira 'Rica' produzida a partir de estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.1, p.183-185, 2004.

FUGLIE, L. **Folhas de moringa secas**. Senegal, 2002. Disponível em: <<http://tilz.tearfund.org/Portugues/Passo+a+Passo+4150/Passo+a+Passo+46/Folhas+de+moringa+secas.htm>>. Acesso em: 08 Set. 2017.

FUGLIE, L. J. **The Miracle Tree - Moringa Oleifera: Natural Nutrition For The Tropics**. Training Manual. Church World Service, 2002.

FUGLIE, L. J. **The miracle tree: Moringa oleifera**. Natural nutrition for the tropics. Ed. Dakar: Church World Service. 1999, 63p.

FUGLIE, L. J. The Moringa Tree: a local solution to malnutrition. **Church World Service**, 2005, 75 p.

GATIBONI, L.C. **Disponibilidade de formas de fósforo de solo às plantas**. 2003. 231 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

GIACOMINI, A. A.; DE MATTOS, W. T.; DE MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; CUNHA, E. A.; DE CARVALHO, D. D. Crescimento de raízes dos capins aruana e tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p. 1109-1120, 2005.

GIBBENS, R. P.; LENZ, J. M. Root systems of some Chihuahuan Desert plants. **Journal of Arid Environments**, v.49, n.2, p. 221-263, 2001.

- GUERRA, M. E. C., MEDEIROS FILHO, S., GALHÃO, M. I. Morfologia de sementes, e plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revista Cerne**, v.12, n. 4, p. 322- 328, 2006.
- KATAYON, S.; NOOR, M.; ASMA, M. Effects of storage conditions of *Moringa oleifera* seeds on its performance in coagulation. **Biorsource Technology**, v. 97, n. 13, p. 1455-1460, 2006.
- LUCENA, A. M. A.; GUERRA, H. O. C.; CHAVES, L. H. G. Desenvolvimento de mudas de leucena e flamboyant em diferentes composições de substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.1, n. 2, p. 16-23, 2006.
- MATHUR, B. S. **Um potencial salvador de vidas**. Organization Tress For Life, 2005. Disponível em: <<http://www.treesforlife.org/our-work/our-initiatives/moringa/moringa-book>>. Acesso em: 20 fev. 2018.
- MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 101-110, 2008.
- MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B. Produção e qualidade de frutos de pitaiia-vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Especial, p.762-766, 2011.
- MUNIZ, G. L.; DUARTE, F. V.; OLIVEIRA, S. B. Uso de sementes de *Moringa oleifera* na remoção da turbidez de água para abastecimento. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.10, n. 2, p. 454-463, 2015.
- NASCIMENTO, J. A. M; SOUTO, J. S. Correção e adubação. In: SOUTO, J. S. **Moringa: 333 perguntas e respostas**. Campina Grande: EDUFCEG, 2017. p. 43.
- NEVES, J.M.G.; SILVA, H.P.; DUARTE, R.F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.1, p.173 – 177, 2010.
- OLIVEIRA JÚNIOR, S.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; SOUTO, P.C.; MAIOR JÚNIOR, S. G. S. Adubação com diferentes esterco no cultivo de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, n.1, p.125-134, 2009.
- OLIVEIRA, D. S.; XAVIER, D. S. F.; FARIAS, P. N.; BEZERRA, V. S.; PINTO, C. H. C., DI SOUZA, L.; MATIAS, L. G. O. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa Oleífera* Lam. **Holos**, v.1, n. 1, p. 49-61, 2012.
- OLIVEIRA, F. T. **Crescimento do sistema radicular da *Opuntia ficus indica* (L) mill (palma forrageira) em função de arranjos populacionais e adubação fosfatada**. 2008. 76 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

PEREIRA, F. S. G; **Viabilidade sustentável de biomassas de Moringa oleifera para produção de biodiesel e briquetes.** 2015. 142 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

RAMOS, L. M.; COSTA, R.S.; MÔRO, F.V.; SILVA, R.C. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p.156- 160, 2010.

SALAZAR, F.J.; CHADWICK, D.; PAIN, B.F.; HATCH, D.; OWEN, E. Nitrogen budgets for three cropping systems fertilised with cattle manure. **Bioresource Technology.**, n. 96, p. 235-245, 2005.

SANTANA, C. R.; PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N.; CAVALCANTI, E. B.; SILVA, G. Caracterização físico-química da *Moringa oleifera* Lam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p. 55-60, 2010.

SCHIEDECK, G.; MEDEIROS, M. de; SCHWENGBER, J. E. **Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar.** Embrapa Clima Temperado: Circular técnica, 2006. 12 p.

SILVA, A.R.; KERR, W.E. **Moringa: uma nova hortaliça para o Brasil.** UFU/DIRIU, 95 p. 1999.

SILVA, J. M.; VIANA, N. R. **Projeto Moringa oleifera:** plantio de árvores da saúde. Belo Horizonte: Associação Internacional de Lions Clubes, 2009. Disponível em: <<http://www.lionslc4.org.br/PROJETO%20MORINGA%20DISTRITO%20LC4.pdf>>. Acesso em: 27 junho. 2016.

SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SILVEIRA, L.M. Adubação orgânica da batata com esterco e/ou *Crotalaria juncea*. I - Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n. 1, p.39-49, 2007.

SOUSA, T. A.; SOUZA, T. M. A.; OLIVEIRA NETO H. T.; DUTRA FILHO, J.; SOUTO, L. S. **Efeito da adubação orgânica no crescimento e desenvolvimento inicial da cultura da moringa.** In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Ceará, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CONTECC, 2015.

VASCONCELOS, A. C. M.; CASAGRANDE, A. A.; PERECIN, D.; JORGE, L. A. C.; LANDELL, M. G. A. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n.5, p. 849-858, 2003.

VEGA, F.V.A.; BOVI, M.L.A.; GODOY JÚNIOR, G.; BERTON, R.S. Lodo de esgoto e sistema radicular da pupunheira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 2, p. 259-268, 2005.

TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: Santos, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2.ed., p.113-136, 2008.

CAPÍTULO I

ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CRESCIMENTO DE PLANTAS, PRODUÇÃO DE FRUTOS DE *Moringa oleifera* LAM.

Adubação orgânica no crescimento de plantas, produção de frutos de Moringa oleifera Lam.

Organic fertilization on plant growth, fruit production of Moringa oleifera Lam.

RESUMO

A Moringa é uma espécie perene, arbórea que se adaptou às condições semiáridas produzindo, satisfatoriamente, em baixa pluviosidade. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do esterco bovino no crescimento e na produção de frutos *Moringa oleifera* Lam. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos, correspondendo às doses de esterco bovino (0,0 g; 300 g; 600g; 900g e 1200g de EB), com quatro repetições. A parcela experimental foi composta por 12 plantas de moringa, com espaçamento 3,0 m x 3,0 m. Foram avaliados altura da planta, diâmetro do caule, produção de biomassa e produção de frutos. As variáveis estudadas não sofreram efeito significativo (5%) das diferentes doses de esterco bovino. Conclui-se que altura, diâmetro, produção de frutos e biomassa das plantas moringa não foram afetados significativamente pelas diferentes doses de esterco bovino utilizados.

Palavras-chave: Adubação orgânica, produção de biomassa, caracterização biométrica

ABSTRACT

Moringa is a perennial, arboreal species that has adapted to semi-arid conditions producing satisfactorily in low rainfall. The objective of this study was to evaluate the influence of bovine manure on the growth and yield of *Moringa oleifera* Lam fruits. The experimental design was a randomized complete block design with five treatments, corresponding to the doses of bovine manure (0,0 g, 300 g, 600 g, 900g and 1200g of EB), with four replications. The experimental plot was composed by 12 moringa's plant with 3.0 m x 3.0 m spacing. Plant height, stem diameter, biomass production and fruit yield were evaluated. The studied variables did not suffer significant effect (5%) of the different doses of bovine manure. It was concluded that the height, diameter, fruit yield and biomass of the moringa plants were not significantly affected by the different doses of bovine manure used.

Key words: Organic fertilization, biomass production, biometric characterization

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família das Moringaceae, a *Moringa oleifera* é a mais conhecida dentre as quatorze espécies do gênero *Moringa*. É uma espécie arbórea de origem indiana, cultivada em todo o mundo devido ao seu alto valor alimentício, que se desenvolveu plenamente nas condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro (MADRONA, 2009). Alcança aproximadamente 10 metros de altura, tem crescimento rápido, produz frutos do tipo lucolida, de coloração marrom-esverdeado com cerca de 20 a 24 sementes aladas em seu interior (AGUSTINI et al., 2015).

Tolerante à seca, a moringa vem sendo introduzida em regiões áridas e semiáridas, apresentando-se como uma cultura bastante viável economicamente nessas condições. O cultivo é realizado devido ao seu valor alimentar, sendo consumíveis folhas, frutos verdes, flores e sementes, possui potencial forrageiro, medicinal, melífero, na indústria de alimentos, cosméticos, combustível e no tratamento de água (SANTANA et al., 2010).

Sua taxa de crescimento pode alcançar até 1,5 cm diariamente, em função dos cuidados prestados ao seu cultivo. Isso lhe permite atingir até quatro metros de altura, produzindo flores e frutos logo em seu primeiro ano de plantio (KWAAMBWA; MAIKOKERA, 2008). A produtividade média da cultura da moringa pode chegar a 45 toneladas de frutos por hectare em plantios estabelecidos nas condições do Nordeste brasileiro (SILVA et al., 2009).

A colheita da moringa deve ser executada de acordo com a finalidade da produção, podendo ser realizada em plantas jovens, cortando todas as folhas tenras, flores, frutos verdes e sementes. Em produções intensivas, a planta pode atingir até 650 toneladas de massa verde por hectare. No que se refere às sementes, a produção é de três gramas por planta, totalizando três toneladas por hectare (FUGLIE, 2002).

A substituição de fertilizantes minerais por materiais orgânicos, seja ele de origem animal ou vegetal, seria uma alternativa viável e de baixo custo. O aporte desses materiais ao solo, além de contribuir positivamente com a nutrição do solo, reduz os danos ao meio ambiente (PIRES et al., 2008). A adubação orgânica promove alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, sendo esses efeitos refletidos na produtividade da determinada cultura (SANTOS et al., 2011). Cavalcante et al. (2010) afirmam que, independente da fonte, quando se adiciona material orgânico no solo, haverá, conseqüentemente, o aumento do teor de magnésio nas plantas.

A adubação orgânica com esterco bovino é uma prática milenar, tendo perdido prestígio com a introdução da adubação mineral, em meados do século 19 e retomado a importância, nas

últimas décadas, com o crescimento da preocupação com o ambiente, com a alimentação saudável e com a necessidade de dar um destino apropriado às grandes quantidades produzidas em alguns países (BLAISE et al., 2005; SALAZAR et al., 2005).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do esterco bovino no crescimento e na produção de frutos *Moringa oleifera* Lam.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura, em área experimental da Universidade Estadual da Paraíba/UEPB/Campus IV- Cajueiro (Figura 1), localizada no município de Catolé do Rocha/Paraíba, sob as coordenadas geográficas 6°20'38" latitude S e 37°44'48" longitude W, com altitude média de 272 m (IBGE, 2013).

Figura 1 – Mapa de localização da área experimental da UEPB, localizada no município de Catolé do Rocha/PB.



Fonte – (Google Earth Pro, 2016).

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo BSw (quente e seco), sendo que o período de estiagem varia em 5 a 7 meses. O período chuvoso inicia-se no mês de fevereiro até o mês de junho, com pluviosidade média entre 500 mm a 800 mm e a temperatura média anual entre 25 a 38°C (CPTEC, 2016).

Segundo a classificação da Embrapa (2013), os solos predominantes da UEPB/Campus IV- Cajueiro são classificados como Neossolos e Argissolos, cujos atributos químicos estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo da área experimental em Catolé do Rocha/PB.

pH	M.O.	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	H + Al	CTC	V
CaCl ₂	g kg ⁻¹	mg.dm ⁻³	-----			cmol _c dm ⁻³	-----		%
6,0	14,96	3,1	6,3	4,7	0,19	0,17	1,3	12,66	89,73

CTC = Capacidade de troca catiônicas = $SB + (H^+ + Al^{+3})$; SB = Soma de bases = $(Na^+ + K^+ + Ca^{+2} + Mg^{+2})$; M.O. = Matéria orgânica; V = Valor de saturação por bases = $(100 \times SB/CTC)$.

Fonte – (L A S A G- Laboratório de solos e água/UFCG/CSTR/Patos).

2.1 Produção de mudas

As sementes de moringa utilizadas nesse experimento foram coletadas em matrizes da Universidade Federal do Piauí- Campus- Professora Cinobelina Elvas, na cidade de Bom Jesus. Os frutos foram colhidos diretamente na copa das árvores, com podão e armazenados para o transporte em sacos de náilon com capacidade de 30 kg até o campus da UFCG, onde foram beneficiados no LabNut (Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas) na cidade de Patos-Paraíba.

Os frutos foram pré-selecionados pela sua estrutura física, sendo descartados aqueles que apresentarem sinais de ataque de patógenos ou com má formação. Após a pré-seleção, as sementes foram extraídas dos frutos e armazenadas em sacos de papel e em ambiente controlado para que não haja perda na viabilidade do embrião. As sementes selecionadas foram utilizadas na produção de mudas, sendo estas escolhidas aleatoriamente para compor cada tratamento.

As mudas necessárias para este experimento foram produzidas em telado de láilon da UEPB. O substrato utilizado foi solo de subsolo, que, após análise, se fez necessário acrescentar matéria orgânica a sua composição devido ao baixo teor desse componente ao solo (Tabela 2).

Tabela 2 – Atributos químicos do solo utilizado como substrato para produção de mudas.

pH	M.O.	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	H + Al	CTC	V
CaCl ₂	g kg ⁻¹	mg.dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----				----- %		
6,9	14,06	123	5,8	1,1	1,01	0,08	0,00	7,99	100

CTC = Capacidade de troca catiônicas = $SB + (H^+ + Al^{+3})$; SB = Soma de bases = $(Na^+ + K^+ + Ca^{+2} + Mg^{+2})$; M.O. = Matéria orgânica; V = Valor de saturação por bases = $(100 \times SB/CTC)$.

O material orgânico usado foi o esterco bovino devidamente curtido na proporção 2:1 (para cada duas partes de solo foi adicionada uma parte de esterco). Após adubação, o substrato foi acondicionado em sacos de polipropileno de 11,0 litros, com capacidade de campo a 70%.

A semeadura foi efetuada com três sementes por saco, a 1,0 cm de profundidade equidistante entre si. O desbaste foi realizado aos 15 dias após a germinação, deixando apenas uma planta por saco plástico (Figura 2).

Figura 2 – Mudas de *Moringa oleifera* aos 15 dias após a semeadura.

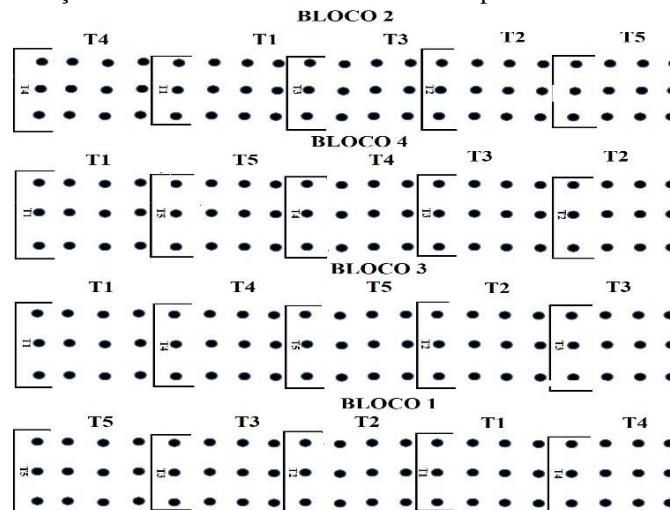


Fonte – (PINTO, 2018).

2.2 Delineamento e instalação

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos, correspondendo às doses de esterco bovino (0,0 g; 300 g; 600g; 900g e 1200g de EB), com quatro repetições. A parcela experimental foi composta por 12 plantas de moringa com espaçamento 3,0 m x 3,0 m, sendo avaliadas apenas as oito plantas centrais (Figura 3).

Figura 3 – Croqui de distribuição dos tratamentos e blocos na área experimental em Catolé do Rocha/PB.



Para a instalação, foi realizada a supressão vegetal de espécies arbustivas e arbóreas presentes na área experimental. Para o preparo do solo, foram necessárias 2 horas de grade

hidráulica e uma hora de grade niveladora. As covas foram perfuradas com auxílio de um trado mecânico acoplado ao trator, com dimensões de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m.

A adubação mineral de fundação e aplicação das doses de esterco bovino foram realizadas de acordo como descrito no delineamento (Figura 4).

Figura 4 – Plantio de moringa na área experimental em Catolé do Rocha-PB.



Fonte – (PINTO, 2018).

Foram utilizados 300 g de superfosfato simples (SS) por cova devido aos baixos teores deste nutriente no solo e, como fonte de matéria orgânica, foi utilizado o esterco bovino em diferentes doses (T1= 0,0 g; T2= 300 g; T3= 600g; T4= 900g; T5= 1200 g), com os atributos químicos demonstrados na tabela 3.

Tabela 3 – Atributos químicos do esterco bovino utilizado como fonte de matéria orgânica para composição dos tratamentos.

pH	Inertes %	N	P	K	Corg.	C/N
H ₂ O	----- g. kg ⁻¹ -----					
-	0,87	6,48	4,38	7,98	84,84	13,10

pH em água: Medição direta no sobrenadante 1:5; N, P, K, Ca e Mg: Digestão por H₂O₂ e H₂SO₄ com mistura de digestão; Corg : Combustão seca e gravimetria; Zn, Cu, Fe e Mn

2.3 Manutenção e condução do experimento

Mensalmente foi realizada a ceifa do mato por meio de roçadeira elétrica na área onde as plantas estavam estabelecidas (Figura 5).

Figura 5 – Vegetação ceifada na área experimental de Catolé do Rocha-PB.



Fonte – (PINTO, 2018).

Após a conclusão da ceifa, foram realizados os coroamentos das plantas que estavam estabelecidas na área experimental (Figura 6).

Figura 6 – Coroamento das plantas de moringa na área experimental de Catolé do Rocha-PB.



Fonte – (PINTO, 2018).

2.4 Variáveis analisadas

2.4.1 Crescimento

Na determinação do crescimento das plantas de moringa, em função aos tratamentos, foram coletados os dados biométricos (diâmetros e altura) com auxílio de régua graduada em centímetros e paquímetro digital em milímetros, sendo estas avaliações realizadas mensalmente (Figuras 7A e 7B).

Figura 7 – Avaliações mensais das variáveis altura (A) e diâmetro (B) das plantas de moringa na área experimental em Catolé do Rocha/PB.



Fonte – (PINTO, 2018).

2.4.2 Produção de biomassa da parte aérea

Cinco meses após o plantio das mudas no campo, foi efetuado o corte de uniformização a uma altura de 2,10 m para estimar a produção de biomassa. Foram cortadas oito plantas por tratamento. O material foi acondicionado em sacos plásticos com capacidade de 20 Lm e estes foram pesados em balança de precisão para obtenção dos valores da produção por tratamento.

2.4.3 Produção de Frutos

A contagem mensal dos frutos teve início no mês de julho de 2017, quando a primeira planta apresentou fruto. Quando os frutos atingiram a maturidade fisiológica, foram coletados manualmente, armazenados em sacos plásticos devidamente identificados de acordo com o tratamento, sendo posteriormente contabilizados e pesados, determinando a produção em kg/hectare (Figuras 8A e 8B).

Figura 8 – Colheita manual dos frutos maduros de moringa submetidos às diferentes doses de esterco bovino na área experimental em Catolé do Rocha/PB.



Fonte – (PINTO, 2018).

2.4.4 Caracterização biométrica dos frutos e sementes

Foram coletados 40 frutos maduros com coloração castanho claro, por tratamento, na área experimental, totalizando 200 frutos, os quais foram avaliados quanto ao seu comprimento (mm), à largura (mm), à massa (g), observando assim quais tratamentos proporcionaram o maior número de sementes por fruto (Figuras 9A e 9B).

Figura 9 – Caracterização biométrica de frutos de moringa submetidos a diferentes doses de esterco bovino.

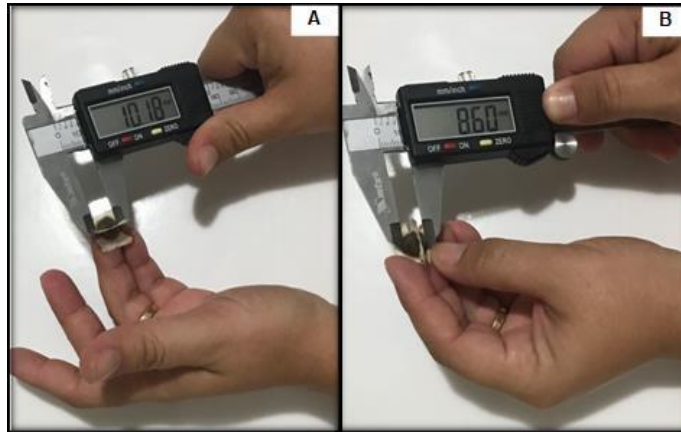


Fonte – (PINTO, 2018).

Das sementes obtidas em cada tratamento, foram retiradas, de forma aleatória, 200 unidades para efetuar as determinações de comprimento (mm), largura (mm) e massa de 1000

sementes (g) com e sem casca, observando assim, qual ou quais tratamentos proporcionaram o maior peso de sementes (Figuras 10A e 10B)

Figura 10 – Avaliações biométricas de comprimento (A), largura (B) de sementes de moringa.



Fonte – (PINTO, 2018).

2.4.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão para avaliar os efeitos dos níveis de esterco bovino, ajustando-se até o modelo de segunda ordem e com coeficiente de determinação (R^2) até 50%. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

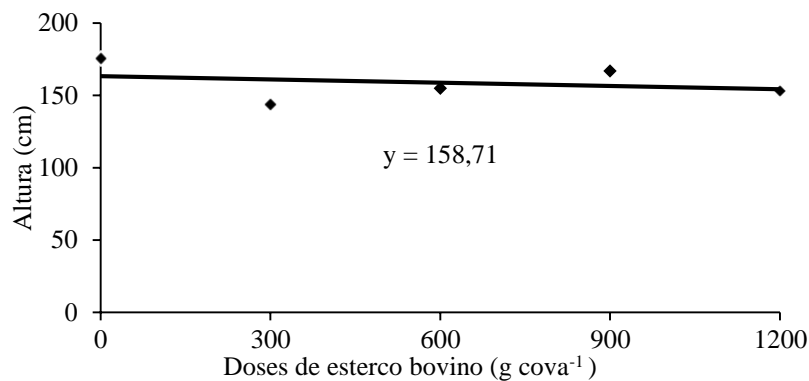
Os dados de biometria de frutos e sementes foram analisados mediante distribuição de frequência com os números de classes, sendo obtidos pela fórmula de Sturges.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Crescimento

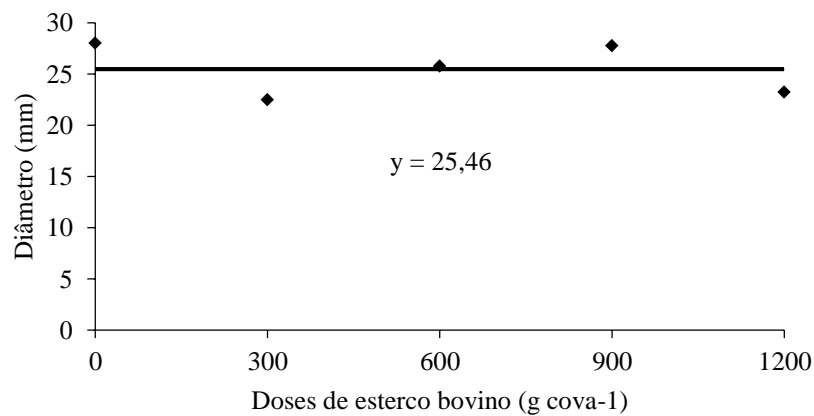
Os valores médios de altura e diâmetro das plantas de moringa, submetidas às diferentes doses de esterco bovino, aos cinco meses de avaliações, estão ilustrados nas figuras 11 e 12.

Figura 11 - Altura média de plantas de moringa em função de diferentes doses de esterco bovino.



Fonte – (PINTO, 2018)

Figura 12– Diâmetro médio de plantas de moringa aos 05 meses de avaliações em função de diferentes doses de esterco bovino.



Fonte – (PINTO, 2018)

Aplicado o teste de F ao nível de 5%, verificou-se que não houve efeito das doses de esterco bovino nas variáveis altura e diâmetro das plantas de moringa, apresentando média de 158,71 cm de altura e 25,46 mm aos 05 meses de campo.

As plantas do tratamento controle apresentaram resultados semelhantes aos demais tratamentos que receberam doses de esterco bovino. Provavelmente, este fato ocorreu mediante a não mineralização do esterco bovino, devido à baixa pluviosidade no período estudado, não ocorrendo a liberação total dos nutrientes presente no esterco bovino para a nutrição das plantas de moringa.

Segundo Holanda (1990), a principal limitação, quanto ao uso dos tipos de esterco no semiárido, está estreitamente ligada com precipitação pluviométrica da região. Sem água no solo, estes adubos orgânicos não são completamente decompostos, impedindo a imobilização de nutrientes para o solo.

Resultados divergentes ao deste estudo foram encontrados por Sousa et al. (2015), dado que a altura e o diâmetro do caule das plantas de moringa foram influenciados pelas diferentes doses de esterco bovino. A altura de plantas foi crescente de acordo com o aumento das doses de esterco, obtendo maiores alturas no tratamento com 1728,0 g vaso⁻¹ de esterco bovino, demonstrando assim que, para as condições do estudo, o nível com 1728,0 g vaso⁻¹ de esterco bovino é suficiente para o máximo crescimento das plantas de moringa.

Em pesquisa realizada por Oliveira Júnior et al. (2009), constataram que as plântulas apresentaram maiores diâmetros quando aplicaram o esterco bovino como fertilizante. No entanto, baseado no valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,8141$), maiores doses do esterco bovino proporcionariam decréscimo no diâmetro das plântulas.

Bakke et al. (2010), estudando os efeitos da adubação orgânica na cultura da moringa, constataram que não houve diferença significativa para os incrementos médios de altura da planta e diâmetro do caule. Apesar de não ter exercido efeito significativo, o esterco bovino e o composto orgânico foram os tratamentos que proporcionaram o maior incremento na altura das plantas.

Oliveira et al. (2009), avaliando o crescimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica (esterco bovino e esterco ovino; 0, 10, 20, 30 e 40%), observaram que, para a altura das plantas, não houve resposta crescente de acordo com o aumento das doses de matéria orgânica independente da fonte utilizada, no entanto os maiores valores de altura foram observados nas plantas que receberam o esterco bovino em teores superiores a 30% no substrato. O diâmetro do caule das plantas de mamoneira foi influenciado pelas doses crescentes de matéria orgânica na composição do substrato para ambas as fontes de matéria orgânica (esterco bovino e ovino).

Camargo et al. (2011), avaliando seis níveis de esterco bovino no desenvolvimento de mudas de moringa, constataram que as variáveis não foram influenciadas significativamente em função dos níveis de esterco bovino aplicados.

3.2 Produção de biomassa fresca

Os dados referentes à produção de biomassa aos cinco meses de campo estão ilustrados na tabela 4.

Tabela 4. Produção de biomassa da parte aérea *Moringa oleifera* Lam ao primeiro corte submetidas a diferentes doses de esterco bovino (g cova⁻¹).

Doses de esterco bovino	Biomassa (kg)
0	6,466
300	1,680
600	1,680
900	3,695
1200	1,850

Fonte – (PINTO, 2018)

Apesar de não ser verificada diferença significativa para as doses de esterco bovino, pode-se observar na tabela 4 que os tratamentos T1 (0,0 g de esterco) e T4 (900 g de esterco) apresentaram valores maiores de biomassa em relação aos outros tratamentos. Este resultado pode estar relacionado à fertilidade natural do solo onde estas plantas foram estabelecidas. Nos demais tratamentos, estes resultados podem ser atribuídos à baixa pluviosidade, limitando o conteúdo de água no solo, supondo assim a não mineralização destes adubos.

Segundo Castro (2017), as plantas de moringa devem ser podadas 105 dias após a emergência das plântulas. Esta poda estimula a planta a desenvolver uma “armação” (estrutura de produção) forte, fazendo com que a planta produza uma maior quantidade de frutos e, conseqüentemente, com maior número de sementes, a uma altura que facilite a colheita. O mesmo autor alerta que a não realização da poda de condução implicará no crescimento de forma indeterminada do ramo principal, e a planta pode atingir 15 metros de altura, dificultando a colheita de frutos e tombamento devido à baixa densidade do seu tronco.

Nouman et al. (2014) explicam que, para que a moringa alcance a máxima produção de biomassa, vários fatores devem ser considerados, como a idade do primeiro corte, a frequência, a altura e a densidade do plantio.

O espaçamento utilizado neste estudo foi o 3,0 m x 3,0m, com densidade de 1.111 plantas por hectare. Tendo em vista que o intuito do presente estudo é a produção de frutos, o número reduzido de plantas justifica a baixa produção de biomassa fresca.

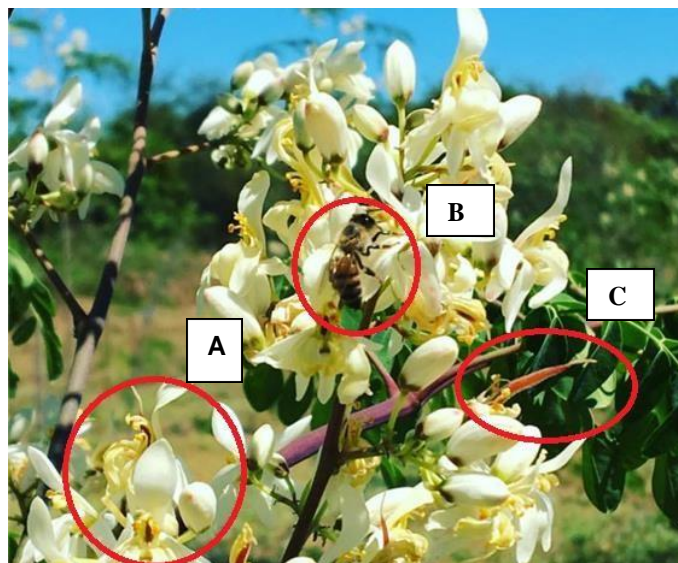
Em estudo realizado por Sánchez et al. (2006), os autores afirmam que, para uma produção ideal de biomassa fresca de moringa, é recomendada a densidade de 500.000 plantas por hectare. Os mesmos autores recomendam que seja intercalada a frequência de corte de acordo com a estação chuvosa (a cada 45 dias) e estação seca (a cada 60 dias).

Em pesquisa realizada por Castro (2017), no município de Pureza-RN, na propriedade pertencente ao Grupo Roriz da Rocha Agronegócios, em sistema convencional de cultivo em uma área de 1,5 hectares, com espaçamento de 1,6 x 0,25 m, a produtividade estimada foi de 10 toneladas de matéria fresca no primeiro corte aos 120 dias após o plantio. Sendo realizados cortes subsequentes em intervalos de 3 a 4 meses, espera-se aumento gradativo da produtividade até o segundo ano, quando o plantio atingir seu potencial produtivo, estimando uma produção de 90 toneladas de matéria fresca/ano.

3.3 Produção de frutos

Após a fecundação das flores, foi observado, aos 57 dias, o surgimento de frutos nas plantas de moringa. No mês de julho de 2017, com 90 dias em campo, 11 plantas de moringa apresentaram frutos jovens. No final do mencionado mês, foram contados 39, cerca de 3,5 frutos por planta (Figura 13).

Figura 13 – Inflorescência (A) das plantas de moringa sendo polinizada pela *Apis melífera* (B) e flores já fecundadas com frutos (C) na área experimental em Catolé do Rocha/PB.



Aos 45 dias após o plantio, as plantas de moringa apresentaram botões florais e, logo após o surgimento, a primeira planta floresceu. A inflorescência da moringa é de tipo cimosa, sendo encontrada, em maior quantidade, nos ramos apicais secundários. Por ser uma planta alógama, para completar seu ciclo reprodutivo, foi constatada a presença de agentes polinizadores como *Xylocopa spp* e *Apis melifera*.

Informações divergentes às expostas neste trabalho foram relatados por Jesus et al. (2013), em que os autores afirmam que os primeiros frutos de moringas surgem entre 6 a 8 meses após o plantio e em pequenas quantidades.

Estas informações são importantes, pois demonstram diferentes estágios fenológicos da cultura em resposta às condições ambientais presentes nas diferentes regiões. Os dados de produção média de frutos no decorrer dos meses são demonstrados na tabela 3.

Tabela 5 - Número de frutos de moringa colhidos mensalmente em função das doses de esterco bovino, em Catolé do Rocha/PB.

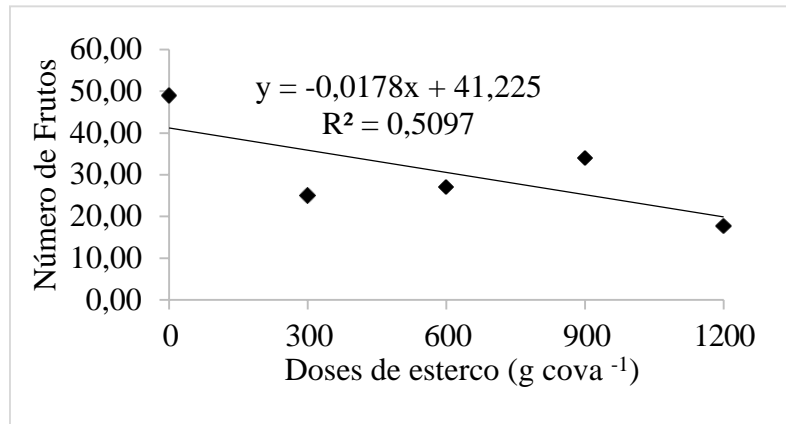
Doses de esterco bovino (g cova ⁻¹)	Número de frutos colhidos				
	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média
0	40	78	42	61	55,25
300	17	76	20	60	43,25
600	26	72	41	60	49,75
900	15	57	33	74	44,75
1200	39	44	16	46	36,25

Fonte – (PINTO, 2018).

As médias de produção de frutos em função das doses de esterco bovino não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de confiança. Embora não tenha havido significância após a poda ocorrida em setembro/2017, podemos observar que houve aumento no número de frutos em todas as doses de esterco bovino e testemunha, destacando os tratamentos 1 e 3 os que apresentaram maiores médias de frutos colhidos, sendo o tratamento 1 o que apresentou o maior número médio de frutos no período avaliado.

Para o número médio de frutos, observa-se que houve efeito linear negativo para a aplicação das doses de esterco bovino, de modo que houve diminuição no número de frutos à medida que se aumentou a dose de esterco (Figura 14). Esta constatação pode ter ocorrido devido ao curto período de tempo de crescimento das plantas de moringa, não tendo havido a completa mineralização do esterco aplicado nas covas e posterior absorção de nutrientes pelas raízes.

Figura 14 – Número médio mensal de frutos de moringa em função de diferentes doses de esterco bovino na área experimental em Catolé do Rocha/PB.



Fonte – (PINTO, 2018).

Após a poda de uniformização, foi verificado o surgimento de ramificações laterais contribuindo para a formação da copa das plantas de moringa. Com maior número de galhos, houve aumento de flores e, conseqüentemente, maior número de frutos (Figura 15).

Figura 15 – Contagem de frutos de moringa antes (A) e depois (B) da poda de uniformização na área experimental em Catolé do Rocha/PB.



Fonte – (PINTO, 2018)

Na tabela 6, podem-se visualizar os valores médios de produção de frutos de moringa por hectare.

Tabela 6 – Produção média de frutos de moringa (kg/hectare) na área experimental em Catolé do Rocha/PB.

Doses de esterco bovino (g cova ⁻¹)	Produção média de frutos				
	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média
	-----2017-----				
0	17,12	33,22	16,26	25,21	22,95
300	15,21	23,71	6,86	14,93	15,18
600	11,80	23,05	17,05	23,19	18,77
900	11,91	23,20	13,78	34,45	20,83
1200	29,95	27,46	16,38	24,63	24,61

Conforme a tabela 6, a produção média de frutos (kg/ha) se elevou conforme o aumento das doses de esterco bovino. Embora não tenha havido efeito do tratamento na variável produção de frutos, pode-se observar que o T5 foi o tratamento que proporcionou a maior produção em kg/hectare de frutos dentre o período estudado.

Possivelmente a não expressão dos efeitos da adubação orgânica nas doses incorporadas pode estar relacionada com o teor de matéria orgânica do solo (14,96 g dm⁻³) que, mesmo apresentando-se baixa, segundo a análise de solo, foi suficiente para a nutrição e desenvolvimento das plantas de moringa.

São escassos os trabalhos voltados para a produção de frutos de moringa sob adubação orgânica. Devido a essa limitação literária, não há fontes para comparação dos dados obtidos nesse estudo.

4.2.4 Biometria de frutos e sementes de moringa

No interior dos frutos de moringa são encontradas, em média, 14,3 sementes. O peso dos frutos varia de acordo com o grau de maturação. Quando maduros, pesam, em média, 9,561 g. Os frutos apresentaram comprimento médio de 31,20 cm e largura média de 17,141 mm (Tabela 7).

Tabela 7 - Caracterização biométrica de frutos de moringa em Catolé do Rocha/PB.

Características Biométricas do Fruto	Mínimo	Máximo	Média ± Erro padrão	Desvio	CV (%)
Comprimento (cm)	14,5	44,20	31,201 ± 0,358	5,058	16,21
Largura (mm)	10,20	25,5	17,141 ± 0,217	3,16	18,71
Peso (g)	4,05	15,68	9,561 ± 0,161	2,27	23,74
Nº de Sementes/fruto	7,00	21,00	14,00 ± 0,2	3,0	21,38

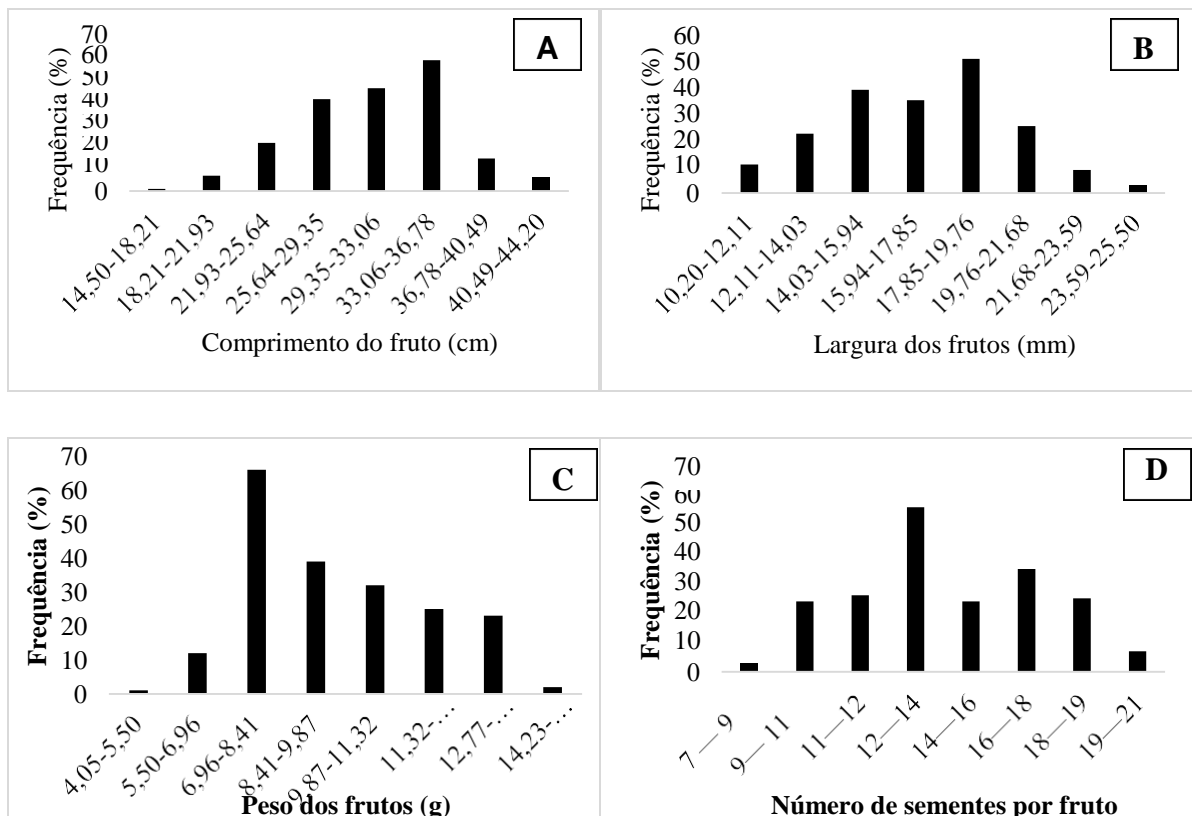
CV: Coeficiente de variação;

Resultados semelhantes foram encontrados por Ramos et al. (2010), que, ao estudar as características morfológicas de frutos de moringa, observaram que os frutos apresentaram comprimento médio de 28,50 cm de comprimento e 2,21 cm de largura, pesando 9,91g e com aproximadamente 12 sementes no seu interior.

Os valores dos coeficientes de variação remetem a maior heterogeneidade para o número de sementes/fruto (7,00 a 21,00), seguido pelo peso dos frutos (4,05 a 15,68 g), largura (10,20 a 25,5 mm) e comprimento dos frutos (14,5 a 44,20cm).

Observando a figura 16, a maior frequência do comprimento dos frutos (60) variou entre 33,06 a 36,78 cm, para a largura (52) variando entre 17,85 a 19,76mm, para o peso dos frutos (66) variou de 6,96 a 8,41 g e número de sementes por fruto (56) variando 14,05 a 15,88 sementes.

Figura 16 - Frequência do comprimento (A), largura (B), peso (C) e número de sementes por fruto (D) de moringa em Catolé do Rocha/PB.



Ramos et al. (2010) afirmam que as características morfológicas dos frutos podem variar de acordo com o ambiente, adquirindo particularidades do local onde a planta se desenvolve.

As sementes são globóides, de coloração castanho média, possuem três alas castanho claro. Realizando o corte longitudinal da semente, é possível visualizar uma amêndoa de coloração branca em seu interior. Os dados biométricos das sementes de moringa são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Estatística descritiva das dimensões biométricas das sementes de moringa em Catolé do Rocha/PB.

Características Biométricas da semente	Mínimo	Máximo	Média ± Erro padrão	Desvio	CV (%)
Comprimento (cm)	0,840	2,310	1,135 ± 0,252	0,356	27,72
Largura (cm)	0,716	1,334	0,910 ± 0,094	0,133	14,33
Peso (g)	0,10	0,37	0,20 ± 0,004	0,053	25,83

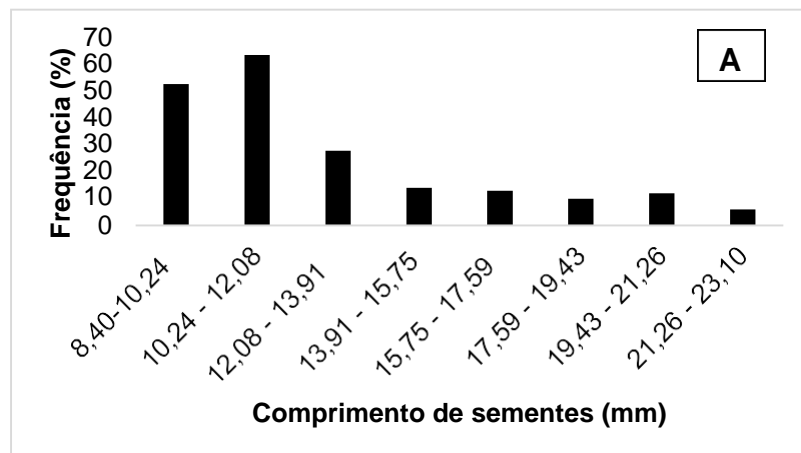
CV: Coeficiente de variação.

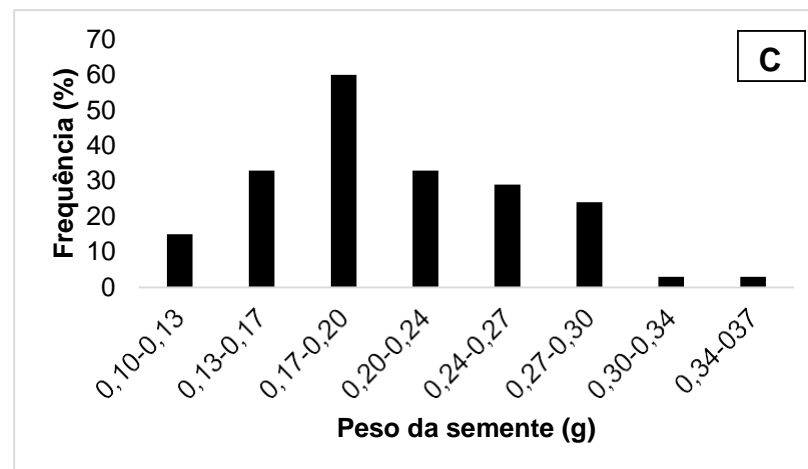
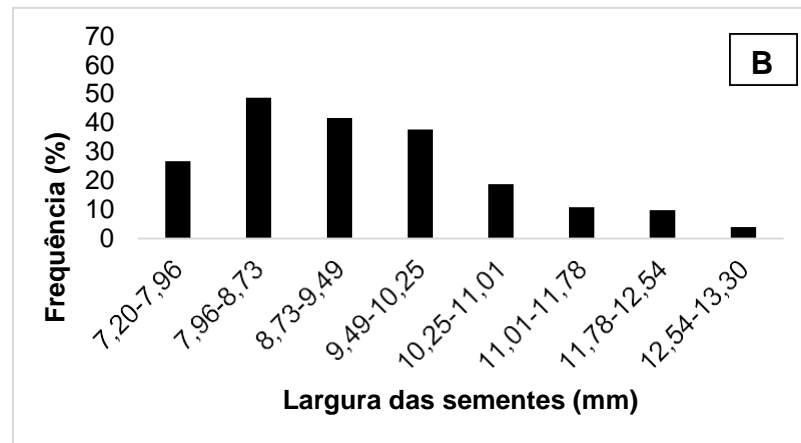
Os valores dos coeficientes de variação remetem maior heterogeneidade para o comprimento (8,39 a 23,10 mm), peso (0,10 a 0,37 g), e largura (8,13 a 16,15mm) com maiores variações, em relação ao valor médio. A análise das características biométricas das sementes da moringa apresentou grande variabilidade.

Em trabalho realizado por Xavier et al. (2014), as variáveis biométricas de sementes de moringas foram semelhantes às encontradas neste estudo, sendo que o comprimento das sementes variou de 1,0 a 2,4 centímetros (cm), a largura variou de 0,75 a 1,2 cm, tendo o diâmetro médio de 0,93 cm. O peso das sementes variou de 0,15 a 0,29 gramas.

Observando a Figura 17 (A, B e C), pode-se notar que a maior parte dos dados morfométricos das sementes apresentaram frequências para o comprimento de (64) variando entre 10,03 e 11,77mm, largura (49) variando 8,56 a 9,23mm e para o peso (60) variando de 0,19 a 0,22g.

Figura 17 - Frequência do comprimento (A), largura (B) e peso (C) de sementes de moringa em Catolé do Rocha/PB.





Para Rodrigues et al. (2006), as características biométricas de frutos e sementes são questionáveis, pois estas variáveis sofrem influência do local onde a planta está estabelecida. Para Gusmão et al. (2006), a caracterização biométrica dos frutos e sementes de uma dada espécie fornece informações para sua conservação e exploração, de modo que permita uso eficaz e sustentável (CARVALHO et al., 2003).

As informações referentes ao peso médio de 1000 sementes com e sem cascas em função das doses de esterco bovino se encontram descritos na tabela 9.

Tabela 9 - Peso médio de 1000 sementes de moringa com casca e sem casca em função das doses de esterco bovino, em Catolé do Rocha/PB.

Doses de esterco bovino (g cova ⁻¹)	Peso médio de 1000 sementes (g)			Porcentagem (%)	
	Com casca	Sem casca	Casca	Amêndoa	Casca
0	217,32	163,56	53,76	75,26	24,74
300	204,94	152,21	52,73	74,27	25,73
600	174,86	120,82	54,03	69,10	30,90
900	205,08	151,74	53,33	74,00	26,00
1200	204,26	154,31	49,95	75,55	24,45
Média	201,30	148,52			

Conforme a tabela 9, as plantas do tratamento controle apresentam o maior peso médio de sementes com casca (217,32g) e sem casca (163,56). O tratamento com adição de 600g de esterco bovino apresentou os mesmos valores para ambas as variáveis. O peso médio de 1000 sementes com casca e sem casca neste experimento foram de 201,3g e 148,52, respectivamente.

Resultados que corroboram com o deste estudo foram encontrados por Ramos et al. (2010), em que o peso médio de 1000 sementes de moringa foi de 197g.

Os estudos sobre a morfologia de frutos, sementes e plântulas de moringa contribuem para compreensão dos processos reprodutivos, propiciando subsídios para a produção de mudas e estabelecimento das plantas de moringa em condições de campo (LEONARDO; SOUTO, 2017). Diante disso, conhecer os aspectos morfológicos de frutos e sementes de moringa oleífera trazem novas informações que auxiliam os estudos sobre sua qualidade genética e fisiológica das sementes e mudas.

4.3 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem afirmar que:

A aplicação de esterco bovino, por ocasião do plantio das mudas de moringa, não proporcionou maior crescimento das plantas e nem aumento na produção de frutos;

As características das sementes de moringa também não foram afetadas pelo uso do esterco bovino.

4.4 REFERÊNCIAS

- 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.
- BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BAKKE, O. A. Características de Crescimento e Valor Forrageiro da Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetida a Diferentes Adubos Orgânicos e Intervalos de Corte. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 2, p. 133-144, 2010.
- BLAISE, D.; SINGH, J.V.; BONDE, A.N.; TEKALE, K.U.; MAYEE, C.D. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossipium hirsutum*). **Bioresource Technology**, n.96, p. 345-349, 2005.
- BRITO, K. S. A.; LAIME, E. M. O.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, D. C. S. Crescimento e produção de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 134-142, 2013.
- CAMARGO, R. Substratos para produção de mudas de *Moringa oleifera* Lam. em bandejas. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 32, n. 1, p. 72-78, 2011.
- CASTRO, R. P. **Desenvolvimento de bioprodutos inovadores derivados da moringa (*Moringa oleifera* Lamarck)**. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Inovação) – Escola de Ciências e Tecnologia, 2017.
- CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, L. C. F.; REBEQUI, A. M.; NUNES, J. C.; BREHM, M. A. S. Teores foliares de macronutrientes em quiabeiro cultivado sob diferentes fontes e níveis de matéria orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 19-28, 2010.
- CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC)**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 25 de set de 2017.
- EMBRAPA. "Sistema brasileiro de classificação de solos." **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**. n.35, v.6, p.1039-1042, 2011.
- FUGLIE, L. J. **The Miracle Tree - Moringa Oleifera: Natural Nutrition For The Tropics**. Ed. Training Manual. Church World Service, Dakar, 2002. 63p.
- HOLANDA, J. S. **Esterco de curral: composição, preservação e adubação**. Natal: EMPARN, 1990. 69p.
- IBGE. **Censo demográfico 2013: características da população e dos domicílios: resultados do universo. Região Nordeste**: IBGE, 2013. 270 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf>. Acesso em 12 de jul. 2016.

JESUS, A.; MARQUES, N. D. S.; SALVI, E.; TUYUTY, P. L. M.; PEREIRA, S. A. **Dossiê técnico – Cultivo da Moringa Oleífera**. 2013. 23p.

KWAAMBWA, H.; MAIKOKERA, R. Infrared and circular dichroism spectroscopic characterisation of secondary structure components of a water treatment coagulant protein extracted from **Moringa oleifera** seeds. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.64, p.118-125, 2008. Disponível em: http://ac.els-cdn.com/S0927776508000179/1-s2.0-S0927776508000179-main.pdf?_tid=41cd5d08-8900-11e7-bf57-00000aacb35f&acdnat=1503602165_7eaa25e78f22fda2a1484daac68fed8c. Acesso em: 21 maio. 2017.

LEONARDO, F. A.P; SOUTO, P. C. Botânica e fisiologia. In: SOUTO, J. S. **Moringa: 333 perguntas e respostas**. Campina Grande: EDUFPG, 2017. p.27.

LIMA, B.V.; CAETANO, B.S.; SOUZA, G.G.; SOUZA, C.S.S. A adubação orgânica e a sua relação com a agricultura e o meio ambiente. In: Encontro Científico e Simpósio de Educação Unisalesiano, Lins. **Anais...** São Paulo: V ECSEU, 2015, p. 1-12.

MADRONA, G. S. **Estudo da extração/purificação do composto ativo da semente da Moringa Oleifera Lam. e sua utilização no tratamento de água de abastecimento**. 2009. 197 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

NOUMAN, W.; BASRA, S. M. A.; SIDDIQUI, M. T.; YASMEEN, A.; GULL, T.; ALCAYDE, M. A. C. Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: a review. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.38, n.1, p.1-14, 2014.

OLIVEIRA JÚNIOR, S.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; SOUTO, P.C.; MAIOR JÚNIOR, S. G. S. Adubação com diferentes esterco no cultivo de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, n.1, p.125-134, 2009.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F. D.; MEDEIROS, J. F. D.; BEZERRA DE ALMEIDA JÚNIOR, A.; FERREIRA LINHARES, P. C. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p. 206 – 211, 2009.

PIRES, A. A.; MONNERAT, H. P.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 197-205, 2008.

RAMOS, L. M.; COSTA, R.S.; MÔRO, F.V.; SILVA, R.C. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p.156- 160, 2010.

- RODRIGUES, A. C.; OSUNA, J. T. A.; QUEIROZ, S. R. D. O. D.; RIOS, A. P. S. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan Var. cebil (Griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v.4, n.8, p. 1-15, 2006.
- SALAZAR, F.J.; CHADWICK, D.; PAIN, B.F.; HATCH, D.; OWEN, E. Nitrogen budgets for three cropping systems fertilised with cattle manure. **Biores. Technol.** n. 96, p. 235-245, 2005.
- SANCHEZ, N. R.; SPORNDLY, E.; LEDIN, I. Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. **Livestock Science**, v. 101, n. 1, p. 24-31, 2006.
- SANTANA, C. R.; PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N.; CAVALCANTI, E. B.; SILVA, G. Caracterização físico-química da *Moringa oleifera* Lam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p. 55-60, 2010.
- SANTOS, P. C.; LOPES, L. C.; FREITAS, S. J.; SOUSA, L. B.; CARVALHO, A. J. C. Crescimento inicial e teor nutricional do maracujazeiro amarelo submetido à adubação com diferentes fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Especial, p.722-728, 2011.
- SILVA, J. M.; VIANA, N. R. **Projeto Moringa oleífera**: plantio de árvores da saúde. Belo Horizonte: Associação Internacional de Lions Clubes, 2009. Disponível em: <<http://www.lionslc4.org.br/PROJETO%20MORINGA%20DISTRITO%20LC4.pdf>>. Acesso em: 27 junho. 2016.
- SOUSA, T. A.; SOUZA, T. M. A.; OLIVEIRA NETO H. T.; DUTRA FILHO, J.; SOUTO, L. S. Efeito da adubação orgânica no crescimento e desenvolvimento inicial da cultura da moringa. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Ceará, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CONTECC, 2015.
- XAVIER, G L.; GUEDES, A L M.; PEREIRA, M D. Análise das características morfométricas de sementes de *Moringa oleífera* Lam. In: Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife. **Anais...** Recife: VIII SBPCF 2014, p. 489- 492.

CAPÍTULO II

ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA DISTRIBUIÇÃO E CRESCIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DE *Moringa oleifera* Lam. EM DUAS PROFUNDIDADES

**Adubação orgânica na distribuição e crescimento do sistema radicular de
Moringa oleifera Lam em duas profundidades.
Organic fertilization in the distribution and growth of the *Moringa oleifera* Lam root
system at two depths.**

RESUMO

Estudos sobre o sistema radicular de espécies arbóreas são escassos devido ser um processo moroso. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do esterco bovino da distribuição do sistema radicular de plantas de *Moringa oleifera* Lam. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos, correspondendo a cinco doses de esterco bovino (0,0 g; 300 g; 600g; 900g e 1200g de esterco bovino), com quatro repetições. A parcela experimental foi composta por 04 plantas de moringa com espaçamento 3,0 m x 3,0 m. Foram avaliados densidade e comprimento das raízes finas em duas profundidades (0,0 cm -10,0 cm e 10,0 cm – 20,0 cm). As diferentes doses de esterco bovino não influenciaram significativamente a densidade e comprimento das raízes de plantas de moringa. Houve efeito significativo ao nível de 10% para a profundidade 0,0 -10,0 cm. Conclui-se que as variáveis não foram afetadas pelas diferentes doses de esterco bovino utilizados.

Palavras-chave: Densidade radicular, raízes tuberosas, semiárido.

ABSTRACT

Studies on the root system of tree species are scarce because it is a lengthy process. The objective of this study was to evaluate the influence of bovine manure on the distribution of the root system of *Moringa oleifera* Lam. The experimental design was randomized blocks with five treatments, corresponding to five doses of bovine manure (0.0 g, 300 g, 600g, 900g and 1200g of bovine manure), with four replicates. The experimental plot was composed by 04 moringa plants with 3.0 m x 3.0 m spacing. Density and length of fine roots were evaluated at two depths (0.0 cm - 10.0 cm and 10.0 cm - 20.0 cm). The different doses of bovine manure did not significantly influence the density and length of roots of moringa plants. There was a significant effect at the 10% level for the depth 0.0 -10.0 cm. It was concluded that the variables were not affected by the different doses of bovine manure used.

Key words: Root density, tuberous roots, semi-arid.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos voltados para a distribuição, a extensão e as atividades fisiológicas do sistema radicular das espécies vegetais são importantes, pois, através destas pesquisas, novas informações científicas são fornecidas no intuito de se compreenderem os processos produtivos e fenológicos das espécies, como também, informações sobre a interferência do meio nessas variáveis (FRACARO; PEREIRA, 2004).

É de suma importância estudar a dinâmica do sistema radicular e interação solo-planta-água, porém poucos estudos são realizados nesse sentido devido aos obstáculos encontrados na aplicação destas metodologias e toda a complexidade e as variações do sistema radicular (SILVA-OLAYA et al., 2017).

As pesquisas voltadas sobre o sistema radicular de uma cultura são realizadas basicamente de duas maneiras: coleta de raízes pelo método destrutivo onde a planta é ceifada, e o método qualitativo que permite a coleta diretamente no perfil do solo, sem prejudicar a planta (OLIVEIRA, 2010). Esses estudos são realizados utilizando os métodos de amostragem descritos por Bohm (1979), de acordo com a precisão, custos e tempo gasto na análise no método escolhido (JORGE; RODRIGUES, 2008).

Quando se estuda raiz, uma série de cuidados são imprescindíveis para que o método adotado possa representar adequadamente as características reais do sistema radicular estudado (MARTINS, 2002). Os métodos utilizados nesses estudos são o do monólito, a da escavação e o do trado manual, sendo estes os mais usados para o estudo de raiz no Brasil. A avaliação da distribuição das raízes finas de uma determinada cultura é um processo árduo que leva tempo, as informações obtidas são poucas e há uma grande variabilidade dos resultados alcançados (BOHM, 1979). Segundo Guimarães et al. (1997), as dificuldades em se estudar o sistema radícula contribui para que haja mais pesquisas referentes à parte aérea das plantas do que sobre as raízes.

Segundo Ivo (1999), o método do monólito consiste na retirada de um volume de solo em forma de bloco, e as raízes são separadas do solo com jatos de água visando à determinação da densidade da raiz de uma cultura. Este método possui algumas adaptações que foram realizadas no intuito de facilitar a retirada da amostra e reduzir o tempo gasto no procedimento de análises. O monólito é considerado padrão por Kopke (1981) por possibilitar a maior estimativa de quantidades de raízes, resultando em melhor exatidão dos dados.

O método da escavação segundo Benjamin; Nielsen (2004) é bastante informativo, pois é possível analisar completamente a distribuição do sistema radicular, permitindo a visualização

das raízes principais, laterais e verticais da planta. Por ser um método destrutivo, dificulta-se a utilização de repetições dentro da parcela estudada.

O método do trado (uso de sonda), em resumo, é a retirada de amostras de solo em diferentes profundidades através de um tubo metálico de dimensões conhecidas. Posteriormente, estas amostras são lavadas em água corrente para a separação das raízes da porção do solo fornecendo informações sobre alguns parâmetros radiculares como o peso, o comprimento e a densidade das raízes finas. Este método vem sendo empregado por muitos pesquisadores que estudam o sistema radicular de árvores, possibilitando a retirada de um maior número de amostras sem destruir a planta (MARTINS, 2002).

Segundo Silva-Olaya et al. (2017), o método de coleta de raiz, através de sonda, é uma alternativa viável nas avaliações do sistema radicular, pois esse método permite a quantificação da massa de raízes em um volume menor de solo, reduzindo o tempo de análise e esforço no ato da coleta das amostras. Otto et al. (2009) indicam o uso do método da sonda, pois sua precisão é equiparável ao método do monólito, não havendo diferenças significativas nestes dois métodos.

A identificação de um método de amostragem para os estudos do sistema radicular que forneça resultados confiáveis e com metodologia de fácil de aplicação é um parâmetro importante a se descobrir, pois tais informações trariam subsídios para alavancar as pesquisas nesta área de conhecimento.

Os estudos voltados ao desenvolvimento do sistema radicular, em função da adubação orgânica, são escassos; pouco se sabe sobre as influências destes adubos, sobre a densidade e o comprimento das raízes finas. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar influência de esterco bovino na distribuição do sistema radicular da *Moringa oleifera* Lam.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 *Área Experimental*

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura, em área experimental da Universidade Estadual da Paraíba/UEPB/Campus IV- Cajueiro, localizada no município de Catolé do Rocha/Paraíba, sob as coordenadas geográficas 06°20'38" latitude S e 37°44'48" longitude W, com altitude média de 272 m (IBGE, 2013).

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo BSW (quente e seco), com pluviosidade média entre 500 mm a 800 mm e a temperatura média entre 25 a 38°C (CPTEC, 2016).

Os solos predominantes na UEPB/Campus IV- Cajueiro são classificados como Neossolos e Argissolos (EMBRAPA, 2013).

2.2 *Coleta de amostras de solo*

Para a coleta de solo, foi realizada ceifa do mato nas espécies daninhas três dias antes da coleta, para que as raízes de outras plantas não interferissem na contagem das raízes da Moringa oleífera.

A coletada das amostras de solo foi efetuada aos 180 dias após o plantio em campo, com auxílio do trado manual. Foram coletadas 4 amostras de solo por planta para determinar comprimento radicular e densidade radicular aos seis meses após o plantio. O trado utilizado tinha formato cilíndrico ($\varnothing = 3,6$ cm e $h = 20,0$ cm) com capacidade para retirar amostras indeformáveis de solo.

A coleta do material foi efetuada na parcela útil, em quatro plantas centrais, quatro amostras de solo na profundidade de 0-10 cm e outras quatro na profundidade de 10-20 cm, com idêntico procedimento nos demais tratamentos, totalizando, ao final do trabalho, com a retirada de 640 amostras de solo na área experimental para avaliação do sistema radicular. As amostras foram individualmente acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em ambiente sob refrigeração a -18°C e mantidas nele até o momento das avaliações no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas– UFCG (Figura 1).

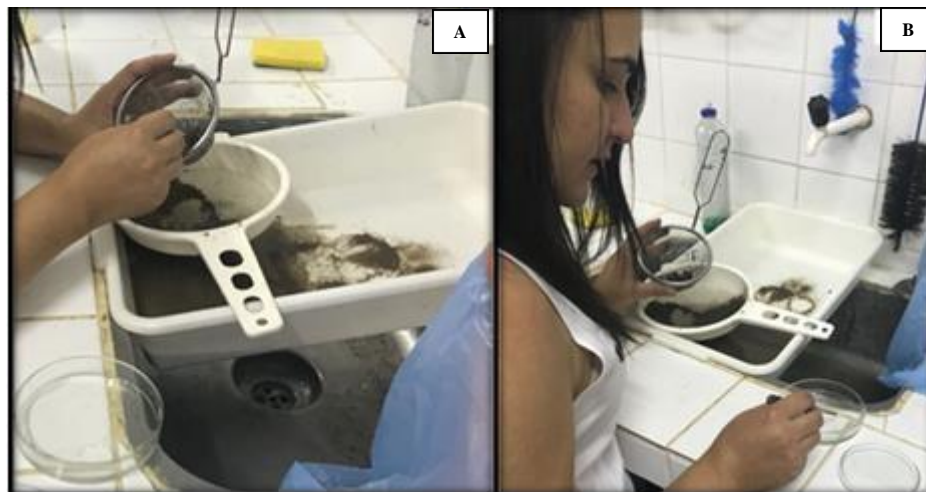
Figura 1 – Coleta das amostras de solo (A), posição das coletas (B), acondicionamento das amostras 10 – 20 cm (C) e 0-10 cm (D) para determinação de comprimento e densidade radicular de plantas de moringa.



Fonte – (PINTO, 2018).

No procedimento de análises, as amostras foram transferidas para uma peneira com malha de 1,0 mm e lavadas em água corrente até separar as raízes do solo agregado a elas (Figura 2).

Figura 2 – Lavagem das amostras em água corrente (A) seleção das raízes (B) para contagem pelo método de TENNANT.



Fonte – (PINTO, 2018).

Após a lavagem, as raízes de moringa foram separadas e transferidas para placa de petri e submetidas à avaliação, utilizando-se o método da interseção descrito por Tennant (1975). A placa, contendo as raízes, foi colocada sobre folha de papel quadriculado (grade) de 0,5 cm e, por

meio de uma lupa com iluminação, foram contadas as intersecções de raízes com as linhas horizontais e verticais da grade (Figura 3).

Figura 3 – Avaliação utilizando-se o método da intersecção descrito por TENNANT.



Fonte – (PINTO, 2018).

Para o cálculo do comprimento de raízes, foi utilizada a fórmula de Tennant, para a grade de 0,5 cm:

$$R = 11/14.N.G$$

Onde:

R = Comprimento de raízes (cm)

N = Número de intersecções

G = Tamanho da grade

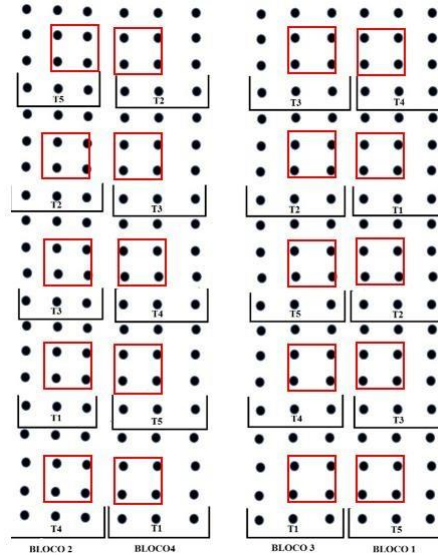
O cálculo da densidade de raízes ($\text{cm} \cdot \text{cm}^{-3}$) foi realizado dividindo-se o comprimento (R) obtido pelo volume da amostra de solo ($101,7876 \text{ cm}^{-3}$).

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 5x2, correspondendo a cinco níveis de esterco bovino (0,0 g; 300 g; 600g; 900g e 1200g de esterco bovino) e duas profundidades (0 -10 cm ;10 - 20 cm) em quatro repetições. A parcela

experimental foi composta por 12 plantas de moringa com espaçamento 3,0 m x 3,0 m, sendo avaliadas apenas as quatro plantas centrais (Figura 4).

Figura 4 – Croqui da parcela onde foram coletadas as amostras de solo para análise de comprimento e densidade radicular de plantas de moringa.



Fonte – (PINTO, 2018).

2.4 Análise estatística

As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas por meio do programa SISVAR (2011).

Inicialmente, os resultados coletados foram submetidos à análise de variância e a significância das profundidades, sendo avaliadas pelo teste F, ao nível de 10% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à densidade de raízes de moringas submetidas a diferentes doses de esterco bovino (g cova^{-1}) e profundidades estão ilustrados nas tabelas 1.

Tabela 1 – Densidade radicular (cm.cm^{-3}) de moringa em função das doses de esterco bovino (g cova^{-1}) aos 180 dias após o plantio (DAP).

Doses de esterco bovino	Densidade		
	0 – 10 cm	10 – 20 cm	Média
0	0,1261	0,0864	0,1062
300	0,1008	0,1014	0,1011
600	0,1031	0,1052	0,1041
900	0,1211	0,0966	0,1102
1200	0,1102	0,1034	0,1063
Média	0,1127a*	0,0985a	
CV %	1265,94		

*Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas pelo teste F a 10% de probabilidade.

Observa-se, na tabela 1, que não houve diferença significativa a 10%, tanto para doses de esterco como para profundidade. Face à ausência de dados na literatura no que tange ao sistema radicular da moringa, fez-se uma discussão comparativa entre valores médios de densidade de raízes.

Na camada 0-10,0 cm a densidade média de raízes foi superior (59,34%) a camada 10,0 – 20,0 cm (40,66%). Nota-se que os valores são baixos quando comparados com o sistema radicular de outras culturas cultivadas em regiões semiáridas, a exemplo da palma forrageira. Oliveira (2008) trabalhando com sistema radicular da palma forrageira no semiárido da Paraíba verificou que a maior densidade de raízes encontrada foi de $1,23 \text{ cm.cm}^{-3}$, na camada de 0-10,0 cm, quando a cultura foi adubada com 15 g de superfosfato simples, o que correspondeu a menor dose aplicada.

No caso da densidade do sistema radicular da moringa, Leonardo; Souto (2017) justificam essa baixa densidade de raízes a arquitetura da raiz da moringa, classificada como pivotante, tuberosa e com poucas raízes laterais.

Os resultados de comprimento de raízes de moringa, em função das doses de esterco e profundidades do solo, aos 180 dias após o plantio, estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Comprimento radicular (cm) de moringa em função das doses de esterco bovino (g cova^{-1}), aos 180 dias após o plantio (DAP).

Doses de esterco bovino	Comprimento		
	0 – 10 cm	10 – 20 cm	Média
0	12,8354	8,7902	10,8128
300	10,2573	10,3186	10,2879

600	10,4905	10,7054	10,5979
900	12,3259	9,8337	11,2183
1200	11,2210	10,5273	10,8246
Média	11,4812a*	10,0350b	
CV %	93,14		

*Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas pelo teste F a 10% de probabilidade

Constata-se, nessa tabela, que houve efeito significativo apenas para profundidade do solo, tendo o comprimento do sistema radicular na camada superficial do solo sido superior à camada 10-20 cm.

Os dados obtidos no presente estudo foram inferiores aqueles obtidos por Oliveira (2008) ao pesquisarem o comprimento do sistema radicular da palma forrageira (*Opuntia ficusindica* (L) Mill).

O conhecimento sobre a quantidade e distribuição das raízes de moringa é importante visando sua produção, fornecendo informações sobre localização correta para a aplicação de adubos, espaçamento de acordo com a finalidade do plantio, manejo adequado do solo e irrigação. Este trabalho é um dos pioneiros no estudo sobre o comprimento e densidade de raízes da moringa em função da adubação orgânica, por esse motivo ainda não há fontes de comparação para as variáveis estudadas.

4. CONCLUSÕES

As doses de esterco bovino não exerceram influência no comprimento e na densidade de raízes de moringa;

A adubação orgânica, para a cultura da moringa, deve ser realizada na camada superficial do solo, até 10,0 cm de profundidade.

5. REFERÊNCIAS

BENJAMIN, J.G.; NIELSEN, D.C. A method to separate plant roots from soil and analyze root surface área. **Plant and Soil**. v. 267 p. 225–234, 2004

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC).

Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 25 de set de 2017.

EMBRAPA. "Sistema brasileiro de classificação de solos." **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**, 2013.

EMBRAPA. "Sistema brasileiro de classificação de solos." **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**, 2013.

FRACARO, A. A.; PEREIRA, F. M. Distribuição do sistema radicular da goiabeira 'Rica' produzida a partir de estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.1, p.183-185, 2004.

GUIMARÃES, M.F.; JORGE, L.C.A.; MARIA, I.C. de; TAVARES FILHO, J.; BICUDO, S.J.; CRESTANA, S. Três metodologias de avaliação de raízes: descrição, limitações e vantagens. In: Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária, São Carlos, **Anais...** São Paulo: Embrapa CNPDIA, 1996, p.295-304.

IBGE. **Censo demográfico 2013**: características da população e dos domicílios: resultados do universo. Região Nordeste: IBGE, 2013. 270 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf>. Acesso em 12 de jul. 2016.

IVO, W. de M. Monólito com placas de pregos. In: FERNANDES, M.F et al. (eds). **Workshop sobre desenvolvimento do sistema radicular: Metodologias e estudos de casos**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. p. 269-274.

JORGE, L. A. C.; RODRIGUES, A. F. O. **Safira**: sistema de análise de fibras e raízes. Embrapa Instrumentação Agropecuária-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - INFOTECA-E. São Carlo: EMBRAPA, 2008, 21p.

KÖPKE, V. **Methods for studyng root growth**. In: SYMPOSIUM ON THE SOIL/ROOT SYSTEM. 1981, 303 - 318p.

MARTINS, L. F. S. **Configuração do sistema radicular das árvores de Eucalyptus grandis em resposta à aplicação de doses crescentes de biossólido**. 2002. 92 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.

OTTO, R.; TRIVELIN, P. C. O.; FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C. Root system distribution of sugar cane as related to nitrogen fertilization, evaluated by two methods: monolith and probes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 33, n. 1, p. 601-611, 2009.

SILVA-OLAYA, A. M.; CERRI, P.; EDUARDO, C.; CERRI, C. C. Comparação de métodos de amostragem para avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar. **Revista de Ciências**

Agrícolas, v.1, n. 34, p. 7-16, 2017.

LEONARDO, F. A.P; SOUTO, P. C. Botânica e fisiologia. In: SOUTO, J. S. **Moringa: 333 perguntas e respostas**. Campina Grande: EDUFPG, 2017. p.27.

TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **Journal Ecology**, v. 63, p. 995-1001, 1975.

LANDELL, M.G.A. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 849-858, 2003.