



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Solos e Engenharia Rural
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo



**CRESCIMENTO, TEORES FOLIARES E TAXA RELATIVA DE
ABSORÇÃO DE N, P E K EM *Moringa oleifera* Lam. COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA
EM NEOSSOLO FLÚVICO**

FRANCISCO MARTO DE SOUZA

Areia - PB

2018

FRANCISCO MARTO DE SOUZA

**CRESCIMENTO, TEORES FOLIARES E TAXA RELATIVA DE
ABSORÇÃO DE N, P E K EM *Moringa oleifera* Lam. COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA
EM NEOSSOLO FLÚVICO**

Areia - PB

2018

FRANCISCO MARTO DE SOUZA

**CRESCIMENTO, TEORES FOLIARES E TAXA RELATIVA DE
ABSORÇÃO DE N, P E K EM *Moringa oleifera* Lam. COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA
EM NEOSSOLO FLÚVICO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal da Paraíba. Área de concentração: Solos em Agroecossistemas Agrícolas e Naturais.

Orientador: Doutor Walter Esfrain Pereira

Coorientadora: Doutora Jussara Silva Dantas

Areia - PB

2018

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

S729c Souza, Francisco Marto de.

Crescimento, teores foliares e taxa relativa de absorção de N, P e K em *Moringa oleifera* Lam. Com adubação orgânica em Neossolo Flúvico / Francisco Marto de Souza. - João Pessoa, 2018.
59 f. : il.

Orientação: Walter Esfrain Pereira Pereira.
Coorientação: Jussara Silva Dantas Dantas.
Dissertação (Mestrado) - UFCG/CCTA.

1. Adubação orgânica; cama de frango; granulometria. I.
Pereira, Walter Esfrain Pereira. II. Dantas, Jussara
Silva Dantas. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

FRANCISCO MARTO DE SOUZA

**CRESCIMENTO, TEORES FOLIARES E TAXA RELATIVA DE
ABSORÇÃO DE N, P E K EM *Moringa oleifera* Lam. COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA
EM NEOSSOLO FLÚVICO**

Aprovada em: 27/04/2018

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira
PPGCS/CCA/UFPB - Orientador



Profa. Dra. Jussara Silva Dantas
CCTA/UFCG – Coorientadora



Prof. Dr. Flávio Pereira de Oliveira
PPGCS/CCA/UFPB – Examinador Interno

*A Deus,
Aos familiares e amigos,
Aos meus irmãos e
Aos meus pais.*

Dedico!!

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

Aos meus irmãos que não mediram esforços para que eu realizasse essa conquista. Agradeço a todas as formas de ajuda, que não foram poucas. Cada um com seu modo e como podia.

A minha irmã Keila Lidiana de Souza e a minha mãe Maria José de Souza (palavras não descrevem os seus esforços). Sou e serei eternamente grato.

Ao meu pai Darci Pedro de Souza (in memoriam), que sempre me apoiou para seguir nos estudos. Sei que o senhor está ao meu lado, torcendo por mim.

À Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade de estudar numa instituição de ensino de qualidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa.

Aos amigos da pós-graduação, em especial, Ewerton Abrantes, Safyra Yara, Fernando José e Roberto Monteiro.

Ao amigo Jackson Silva Nóbrega que me ajudou incessantemente.

Aos professores Walter Esfrain Pereira (orientador), Jussara Silva Dantas (coorientadora), e Flávio Pereira de Oliveira (Examinador interno), pessoas pelas quais criei respeito e admiração. Vocês fazem jus ao nome de professor que carregam consigo.

A Ellen Caroline Santos Lima, pela sua ajuda diuturna na realização deste trabalho (sua alma é brilhante).

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de forma direta e indireta. Tenham a certeza que vocês tornaram a minha caminhada mais tênue e prazerosa. Forte abraço!

Muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	V
CAPÍTULO I.....	V
CAPÍTULO II.....	V
LISTA DE TABELAS.....	VI
CAPÍTULO I.....	VI
CAPÍTULO II.....	VI
RESUMO GERAL.....	VII
OVERVIEW.....	VIII
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	1
3.1 Necessidade de trabalhar com culturas com potencial para a região Nordeste.....	1
3.2 Origem da Moringa e seus diversos usos.....	1
3.3 Importância do cultivo da <i>Moringa oleifera</i>	2
3.4 Uso da adubação orgânica.....	3
3.5 Uso da cama-de-frango como adubo.....	4
3.5.1 Granulometria da cama-de-frango.....	5
3.6 Neossolo Flúvico.....	6
3.7 Translocação de nutrientes no tecido foliar.....	6
3.7.1 Nitrogênio.....	7
3.7.2 Potássio.....	8
3.7.3 Potássio.....	9
REFERÊNCIAS.....	10
CAPÍTULO I. CRESCIMENTO INICIAL DA <i>Moringa oleifera</i> Lam EM FUNÇÃO DE DOSES E GRANULOMETRIAS DE CAMA-DE-FRANGO.....	16
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
2.1 Caracterização da área experimental.....	18
2.2 Tratamento e delineamento estístico.....	18
2.3 Cama-de-frango.....	18

2.4 Tipo de solo utilizado.....	18
2.5 Análise química e física do solo e da cama-de-frango.....	19
2.6 Sementes.....	19
2.7 Irrigação.....	20
2.8 Variáveis analisadas.....	20
2.9 Análise estatística.....	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4. CONCLUSÕES.....	28
5. REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO II. TEORES FOLIARES E TAXA RELATIVA DE ABSORÇÃO DE N, P E K EM <i>Moringa oleifera</i> Lam. ADUBADAS COM CAMA-DE-FRANGO COM DUAS GRANULOMETRIAS.....	32
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	32
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1 Caracterização da área experimental.....	34
2.2 Cama-de-frango.....	34
2.3 Tipo de solo utilizado.....	34
2.4 Análises físicas e químicas do solo e da cama-de-frango.....	34
2.5 Tratamento e delineamento estatístico.....	35
2.6 Sementes.....	35
2.7 Irrigação.....	35
2.8 Condução das mudas.....	36
2.9 Secagem e trituração do material analisado.....	36
2.10 Determinação dos teores foliares.....	36
2.11 Taxa relativa de absorção de nutrientes.....	36
2.12 Análise estatística.....	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4. CONCLUSÕES.....	43
5. REFERÊNCIAS.....	43

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Altura de plantas de *Moringa oleifera* Lam em função dos dias após a emergência e de doses de cama de frango com granulometria de 1 e 4 mm.....22
- Figura 2.** Diâmetro da raiz e do caule de plantas de *Moringa oleifera* Lam em função dos dias após a emergência e de doses de cama de frango com granulometria de 1 e 4 mm.....23
- Figura 3.** Massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF) e massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de *Moringa oleifera* Lam em função dos dias após a emergência e de doses de cama de frango com granulometria de 1 e 4 mm.....25
- Figura 4.** Massa da matéria seca da raiz (MMSR) de plantas de *Moringa oleifera* Lam em função dos dias após a emergência e de doses de cama de frango com granulometria de 1 e 4 mm.....26
- Figura 5.** Relação da massa da matéria seca da parte aérea e da raiz (RMMSPAR) de plantas de *Moringa oleifera* Lam em função dos dias após a emergência e de doses de cama de frango.....27
- Figura 6.** Índice de qualidade de Dickson em mudas de *Moringa oleifera* em função dos dias após emergência e de doses de cama de frango.....28

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Taxa relativa de absorção de nitrogênio (TRAN) em *Moringa oleifera* Lam adubadas com cama de frango com diferentes granulometrias.....37
- Figura 2.** Taxa relativa de absorção de potássio (TRAK) em *Moringa oleifera* Lam adubada com cama de frango.....39
- Figura 3.** Teores foliares de nitrogênio em *Moringa oleifera* Lam adubadas com cama de frango com diferentes granulometrias.....41
- Figura 4.** Teores foliares de fósforo e potássio em *Moringa oleifera* Lam adubadas com cama de frango com diferentes granulometrias.....42

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado no experimento.....	19
Tabela 2. Atributos físicos do solo utilizado no experimento.....	19
Tabela 3. Atributos químicos da cama de frango.....	19

CAPÍTULO II

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado no experimento.....	35
Tabela 2. Atributos físicos do solo utilizado no experimento.....	35
Tabela 3. Atributos químicos da cama de frango.....	35

FRANCISCO MARTO DE SOUZA. **CRESCIMENTO, TEORES FOLIARES E TAXA RELATIVA DE ABSORÇÃO DE N, P E K EM *Moringa oleifera* Lam. COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM NEOSSOLO FLÚVICO.** Areia-PB. Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Abril de 2018. 59p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Orientador: Professor Doutor Walter Esfrain Pereira.

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar a crescimento, produção de massa, teores foliares e taxa relativa de absorção de N, P e K em *Moringa oleifera* Lam. adubadas com quatro doses de cama de frango (0,0; 40,0; 80,0 e 120,0 g dm⁻³) e duas granulometrias (1 e 4 mm). O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por quatro mudas, produzidas em sacos de poliestireno com capacidade de 5 dm⁻³. Para a análise de crescimento, foram avaliadas a cada 30 dias, altura, número de folhas, diâmetro do caule e da raiz, e massa da matéria fresca e seca e o índice de qualidade de Dickson, até os 120 dias, totalizando quatro avaliações. Os teores e a taxa de absorção de nitrogênio, fósforo e potássio foram avaliadas aos 60 e 120 dias de experimento. O diâmetro da raiz diminui com o aumento das doses de cama de frango; as massas da matéria seca da parte aérea e da raiz aumentaram com o incremento das doses de cama de frango. Verificou-se aumento linear do índice de qualidade de Dickson em função dos dias após a emergência e de doses de cama de frango, atingindo valor máximo de 3,0, com 120 g dm³ de cama de frango. A granulometria 1 mm proporcionou maiores decréscimos na taxa relativa de absorção de nitrogênio. A taxa relativa de absorção de potássio aumentou 50,6% com o aumento das doses de cama de frango, enquanto que houve diminuição nos teores de fósforo em função do aumento das doses de cama de frango com diâmetro de 1 e 4 mm. Houve aumento nos teores foliares de nitrogênio e potássio em função do aumento das doses de cama de frango. Recomenda-se a dose de 120 g dm⁻³ para obtenção dos maiores teores e taxa de absorção.

Palavras-chave: Adubação orgânica; cama de frango; granulometria

FRANCISCO MARTO DE SOUZA. **GROWTH, FOLIARY CONTENTS AND RELATIVE ABSORPTION RATE OF N, P AND K IN MORINGA ELOFERA LAM. WITH ORGANIC FERTILIZATION IN FLOSSY NEOSSOLO.** Areia-PB, Center of Agrarian Sciences, UFPB, April 2018. 60p. Dissertation. Graduate Program in Soil Science. Advisor: Professor Walter Esfrain Pereira.

OVERVIEW

The objective of this study was to evaluate the growth, mass production, foliar contents and relative absorption rate of N, P and K in *Moringa oleifera* Lam. Fertilized with four doses of chicken bed (0.0, 40.0, 80.0 and 120.0 g dm⁻³) and two particle sizes (1 and 4 mm). The experiment was conducted in a randomized complete block design with four replicates. The experimental unit consisted of four seedlings, produced in polystyrene bags with a capacity of 5 dm³. For growth analysis, height, leaf number, stem and root diameter, and fresh and dry matter mass and Dickson quality index were evaluated every 30 days, up to 120 days, with a total of four evaluations. The contents and rate of nitrogen, phosphorus and potassium absorption were evaluated at 60 and 120 days of experiment. Root diameter decreases with increasing doses of chicken litter; the aerial and root dry matter masses increased with increasing doses of chicken litter. There was a linear increase in the Dickson quality index as a function of days after emergence and of chicken bed doses, reaching a maximum value of 3.0, with 120 g dm⁻³ of chicken litter. The 1 mm granulometry provided higher decreases in the relative rate of nitrogen absorption. The relative rate of potassium uptake increased by 50.6% with the increase in chicken litter doses, while there was a decrease in phosphorus levels due to the increase of chicken bed doses with a diameter of 1 and 4 mm. There was an increase in nitrogen and potassium leaf contents due to the increase of chicken bed doses. It is recommended the dose of 120 g dm⁻³ to obtain the highest contents and rate of absorption.

Key words: Organic fertilization; chicken bed; granulometry

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Necessidade de trabalhar com culturas com potencial para a região

Buscar culturas que desempenhem crescimento satisfatório, sobretudo nas condições adversas do semiárido, que apresenta alta evapotranspiração, configurando déficit hídrico em boa parte do ano, é uma atividade que se faz pertinente e interessante. Ademais, os solos da caatinga caracterizam-se por apresentar, em sua maioria, impedimento físico e químico, fato que os tornam merecedores de pesquisas que indiquem a melhor forma de uso e manejo, para que haja melhor uso e conservação associado com o cultivo de plantas que expressem significativo crescimento e desenvolvimento.

3.2 Origem da moringa e seus diversos usos

A *Moringa oleifera* Lam. é uma planta da família da Moringaceae, caracterizada como hortaliça arbórea, tendo sua origem no nordeste indiano Gallão et al. (2006), que foi introduzida no Brasil pelo estado do Maranhão na década de 1950 com finalidade de uso paisagístico, certamente pela Secretaria de Agricultura (Damasio, 2015). No entanto, com base em Silva & Kerr (1999) ela foi introduzida no Brasil para combater problemas nutricionais, como à avitaminose A, pois sua exacerbada quantidade de vitamina A, é uma excelente fornecedora dessa vitamina. Suas folhas são ricas em vitamina C, vitamina B6, cálcio e magnésio (Bharali et al., 2003).

A moringa se caracteriza por sua ampla gama de uso, como na nutrição humana Teixeira et al. (2012), no processo de usinagem Souza et al. (2015), como purificadora de água e fitorremediadora Oliveira (2010), mostrando-se uma excelente alternativa para recuperar áreas degradadas.

Com base em Lenhari & Hussar (2010), o uso da moringa para o tratamentos físicoquímico de efluentes da indústria alimentícia se mostrou satisfatório, podendo esta vir a ser uma alternativa ambientalmente correta, socialmente justo e economicamente viável. De acordo com Bakke et al. (2010) a importância da planta como produtora de forragem de excelente qualidade para vacas leiteiras é devido a expressiva quantidade de proteína bruta e aminoácidos solúveis.

3.3 Importância do cultivo da moringa

A moringa tem apresentado real destaque e possui potencial para se tornar uma planta de expressivo valor econômico nos trópicos e subtropicais por causa da sua vasta aplicação para fins medicinais (Peixoto et al., 2011).

Ela é uma planta caracterizada pela sua multifuncionalidade, uma vez que sua praticamente todas as suas partes são aproveitadas. Suas folhas, vagens, sementes e raízes são utilizadas para os mais diversos fins, com potencial destaque em cada área que se use. Ela pode ser utilizada para fins alimentícios humano e animal (Fugli, 2001) e melífero (Oliveira 1999), além de poder ser utilizada para produção de biogás e biopesticida (Igwilo et al., 2013).

Além da variada gama de aplicação, o seu cultivo na região do Nordeste do Brasil se destaca, pois a planta tolera bem e produz satisfatoriamente nas condições edafoclimáticas da região, como altas temperaturas, baixo índice pluviométrico, alta evaporação e variações significativas na quantidade de precipitação (Almeida et al., 1999). Ela se destaca por sua diversidade de uso e facilidade de adaptação às condições semiáridas (Vieira et al., 2008).

Outro fator de destaque do uso da planta é na purificação de água. Segundo Amagloh e Benang (2009) a aplicação do pó da semente na água, que, por possuir cargas positivas, faz com que a argila e o silte, que possuem cargas negativas, floculem e sedimentem, deixando a água com aspecto apreciável. As suas sementes podem ser empregadas em substituição ao sulfato de alumínio (Silva e Matos, 2008), produto largamente utilizado na indústria para a limpeza de piscinas.

O uso de espécies que possam implementar a renda de moradores do semiárido é de grande valia, pois estará contribuindo com o desenvolvimento socioeconômico da população (Bezerra, 2004). Lenhari & Hussar (2010) destacam que o seu uso além de ser uma fonte de exploração econômica gerando além de benefícios ambientais, promove vantagens econômicas.

Agustini et al. (2015) destacam que o seu potencial crescimento em solos pobres, que enfrentam períodos significativos de estiagem, fazem com que essa planta se destaque. Adicionalmente Gualberto et al. (2014) enfatizam que a moringa pode ser plantada nos mais variados tipos de solos, sendo esta apenas não tolerante a solos que apresentam possibilidade de encharcamento em alguma época do ano.

Salienta-se o seu incipiente uso no semiárido como cobertura morta para proteção do solo contra efeitos nocivos da incidência direta dos raios solares, que oxidam incessantemente

a pouca matéria orgânica que existe nos solos do semiárido. Contudo, vale ressaltar, que o seu crescimento rápido, e expressiva produção de matéria seca, podendo chegar a 5 metros de altura no primeiro ano de cultivo Bakke et al. (2010), faz com que a sua exploração focada nesse viés possa ser viabilizada.

Em estudos realizados por Castro (2017), algumas cidades do Rio Grande do Norte cultivam a moringa com finalidade econômica e ambiental. Na cidade de Pureza, cidade localizada no Litoral Nordeste do Estado, o seu cultivo é focado para a alimentação bovina; na cidade de Nísia Floresta sua produção é voltada para a produção de farinha, chá e cápsulas para nutrição humana; na cidade de Upanema, seu uso tem sido focado na recuperação de áreas degradadas. Ainda com base no mesmo autor, mudas estão sendo plantadas em áreas que estão passando por processo de desertificação, mais precisamente na região Seridó do Rio Grande do Norte.

3.4 Uso da adubação orgânica

A prática da adubação é tão antiga quanto a própria história do homem. A sua aplicação nas culturas era feita de forma empírica, baseando-se apenas no fato de que o seu deixava as plantas mais vigorosas e produtivas, sendo esta uma assertiva dos nossos ancestrais. Contudo, adicionalmente, hoje sabe-se que o seu fornecimento ao solo promove inúmeros benefícios ao mesmo, e não apenas o de fornecer nutrientes, como pensava-se há algumas décadas.

Mas o negligenciamento da MOS (matéria orgânica do solo) por parte da população numa forma geral, faz com haja depauperação dos solos, sobretudo relacionado a perda de sua fertilidade química. Já pensou-se erroneamente que era necessário apenas manter a fertilidade química do solo para que houvesse expressiva produção. No entanto, verifica-se hoje que as três fertilidades (química, física e biológica) têm que estar entrelaçadas, para que haja produção desejada, e a MOS contribui expressivamente para elas andem juntas.

É comum o uso de esterco em sistemas de produção agrícola. No entanto, boa parte dos produtores desconhecem o real benefício do seu uso. Em muitos casos ela é negligenciada pelo produtor, sendo doada ou até vendida a baixo custo para àqueles que detém conhecimento do seu real benefício.

Inúmeros benefícios ocorrem no solo quando o esterco é aplicado em sua constituição. Silva et al. (2012) destacam que o poder cimentante da matéria orgânica faz com que ocorra maior porosidade e aeração do solo, diminuindo o escoamento superficial. Já

Salles et al. (2017) destacam o seu efeito residual ao longo do tempo em detrimento aos adubos minerais.

Acrescenta-se o seu papel de fornecer energia aos solos, deixando-o mais propício para o crescimento e desenvolvimento das plantas, além de aumentar a diversidade biológica, mantendo sua qualidade e funcionalidade nos ecossistemas (Wendling et al., 2010).

O uso da adubação orgânica é indiscutivelmente benéfica para o meio, pois contribui substancialmente para a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Com base em Valadão et al. (2011) o seu uso melhora estruturalmente o solo. Se um solo estiver compactado, a adição de esterco e com um correto manejo, haverá maior infiltração de água e aeração do solo, como consequência, a planta estará mais resistente as possíveis intempéries que possam acontecer.

Em termos químicos, a aplicação de compostos orgânicos aumenta de forma considerável a capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos, pois, segundo Bayer e Mielniczuc (2008), a (CTC) da matéria orgânica está em torno de 400 a 800 cmolc kg^{-1} , o que reflete em maior adsorção de nutrientes e menor lixiviação. Outro fator a ser levado em consideração é que há fornecimento de macronutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas, como o N, P e S, por causa do processo de mineralização (Moreti et al., 2007).

Biologicamente, quando o esterco possui nutrientes que podem ser usados pelos microrganismos, como o N, P e S na proporção adequada para que haja eficiente decomposição e mineralização dos nutrientes, aliado a fatores como temperatura, umidade e aeração suficientes, há eficiente ação dos microrganismos, além de fornecer condições consideradas ótimas para o pleno desenvolvimento dos microrganismos que são benéficos às plantas, e suprimir os maléficos ou infestantes (Fernandes, 1999). Uma parte dos microrganismos, além de decompor e mineralizar esses nutrientes e deixá-los prontamente disponíveis as plantas, servem para formar associações micorrízicas e realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Além de serem usados para suprir as necessidades das plantas, o uso de esterco é uma forma de diminuir as despesas com insumos agrícolas, como os adubos sintéticos, uma vez que esses são responsáveis pelo encarecimento da produção agrícola. Esses adubos na maioria das vezes é caro por causa do alto gasto de energia para serem fabricados, como os fertilizantes nitrogenados.

3.5 Uso da cama-de-frango como adubo

O aumento de produção de carne de frango e em virtude da proibição do seu uso para alimentação dos animais, houve aumento substancial da geração de resíduos, como a cama de frango. A prática direta e racional que se pode fazer para gerenciar essa grande quantidade de resíduos é aplicar na agricultura como fonte de nutrientes.

A cama de frango nada mais é do que o esterco gerado pelas criações, misturados com o material que é colocado no piso da granja para manter numa umidade adequada, que gira em torno de 20 a 35% (Almeida, 1986). Geralmente usa-se casca de arroz, amendoim, café e feijão, para que o ambiente permaneça menos encharcado por causa da umidade gerada pelo esterco. Além de ser regulador de umidade, o material precisa ter boa capacidade de amortecimento, mesmo em grandes lotações, ter baixa condutividade térmica e ser de fácil aquisição.

O seu uso pode ser considerado uma alternativa consideravelmente importante, pois ela pode fornecer nutrientes às plantas (Lima et al., 2007) e diminuir os custos com produção, chegando, em alguns casos, a diminuir ou até zerar os custos com adubação. Ela propicia maior retenção de água e melhor aeração, além de favorecer a atividade microbiana do solo (Luz et al., 2009).

3.5.1 Granulometria da cama de frango

O correto manejo do adubo orgânico é uma prática que visa manter sua permanência e ação sobre o solo e planta por maior tempo possível. A granulometria do esterco pode influenciar a taxa de decomposição e liberação de nutrientes para as plantas. Segundo Kiehl (1985) a dimensão granulométrica é de crucial importância para o processo de decomposição, uma vez que quanto menor a partícula, maior será a área superficial específica (ASE), aumentando o contato dos microrganismos decompositores.

Contudo, partículas que possuem granulometria inferior a 2 mm dificultam o processo de aeração, uma vez que as partículas ficam em contato mais íntimo, o que dificulta a circulação e renovação do ar, ao passo que partículas maiores que 16 mm facilitam a circulação natural do ar (Russo, 2003). Então, faz-se necessário encontrar um diâmetro que facilite a decomposição e fornecimento de nutrientes de forma constante, mas que não haja detrimento do processo.

Segundo Cotta et al. (2015) partículas com diâmetro pequeno causam compactação, enquanto que partículas grandes desaceleram a decomposição. Mudrek & Massoli Júnior

(2014) relatam que quanto maior a fragmentação, mais rápida será a decomposição. É preciso averiguar até que ponto a granulometria beneficia ou prejudica o desenvolvimento das plantas. Silva et al. (2011a) avaliando doses de lodo de esgoto e diferentes granulometrias de adubação na cultura do milho, constaram que a granulometria mais fina favoreceu maior acúmulo de massa seca e translocação de nutrientes, devido o maior contato do lodo com a fração mineral e maior exposição ao ataque dos microrganismos.

Tavares Júnior (2004) avaliando volume e granulometria na formação de mudas de café, sugere que a menor granulometria do substrato torna as mudas mais propícias as crescimento e desenvolvimento das mudas, uma vez que este favorece a estabilidade do conjunto muda-substrato, propiciando maior qualidade das mudas e segurança no transplântio.

Silva et al. (2011b) avaliando o efeito da casca de mamona moída e de forma natural e doses de fertilizantes químicos na adubação do mamoneiro, constaram que a casca fornecida de forma moída propiciou incremento em todas as variáveis analisadas. Com base no autor, possivelmente ocorreu rápida mineralização e fornecimento de nutrientes as plantas, favorecendo seu crescimento. Gonçalves e Poggiani (1996) Destacam que é preciso ter cuidado com partículas com diâmetro menor ou igual ao tamanho dos macroporos, uma vez que estes podem bloquear a macroporosidade, e conseqüentemente a circulação de água e ar.

Do ponto de vista conservacionista, é interessante o pouco fracionamento do material, uma vez que este permanece por mais tempo no ambiente solo, mas em se tratando em termos de fornecimento de nutrientes às plantas, faz-se necessário partículas menores, para que haja considerável decomposição e mineralização do nutriente para que as plantas possam absorver.

3.6 Neossolo Flúvico

Neossolos flúvicos são solos formados por sedimentos aluviais. Esses tipos de solos são caracterizados por não possuir relações pedogenéticas no seu perfil, por isso apresentam espessura e granulometria diversificada.

Geralmente são solos de natureza profunda e ocorrem em ambientes de várzea. Os Neossolos flúvicos possuem atributos físicos bastante diversificados, podendo sua fertilidade química ser baixa, média ou alta. São solos que requerem atenção com a prática agrícola, pois os nutrientes e a água aplicados são perdidos facilmente devido ao seu caráter arenoso (Embrapa, 2011).

3.7 Translocação de nutrientes para o tecido foliar

Os macronutrientes são requeridos em grandes quantidades pelas plantas, quando comparado ao consumo de micronutrientes. Mas isso não implica dizer que os macronutrientes são essencialmente mais importantes na nutrição vegetal, uma vez que tanto os macro como os micronutrientes desempenham funções singulares nas plantas. No entanto, a concentração de macronutrientes é significativamente superior nos tecidos das plantas, pois esses são extraídos dos solos em grandes quantidades.

Faz-se pertinente o esclarecimento sobre a condição nutricional das plantas (Verão et al. 2016). Ribeiro et al. (2012) relatam que essa prática é indispensável o entendimento do ciclo nutricional das plantas para que haja correta gestão da produção. Com base em Gatto et al. (2014) quantificar a translocação de nutrientes em todas as partes do vegetal podem servir como base para a adoção de estratégias de manejo nutricional.

A análise da concentração de nutrientes nas plantas é um indicativo da fertilidade química do solo em que as plantas foram cultivadas. Comumente os nutrientes encontrados em maiores quantidades são o N, K e Ca, sendo típico encontrar a valores entre 10 e 50 g kg⁻¹ nas plantas. Eles valores são encontrados na parte foliar, uma vez que é o local mais ativo do vegetal. Viera et al. (2010) relatam que os órgãos mais novos das plantas são os que possuem maiores concentrações de nutrientes, mesmo após a senescência dos tecidos.

Ademais, o uso da análise de nutrientes no tecido vegetal é uma ferramenta para averiguação do estado nutricional da planta em determinada época de crescimento em plantas. Segundo Bataglia et al. (2004) é recomendado o uso de análise foliar para que aja práticas de adubação mais equilibradas e economicamente viáveis. Bernardi et al. (2000) relatam que é importante a nutrição sobre o efeito do desenvolvimento das folhas, pois é a partir delas que há captar da luz solar para realização de fotossíntese e produção de compostos orgânicos.

A translocação de nutrientes não serve apenas para suprir a planta de suas necessidades nutricionais, para que estas possam expressar o potencial produtivo. A avaliação da taxa de translocação também serve para práticas de fitorremediação, para saber se as plantas fitorremediadoras estão extraíndo os metais pesados de determinada área. Silva et al. (2015d) utilizaram espécies do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia* para extrair Zn de área contaminada. Contudo, plantas com caráter remediador têm que se possuir bom crescimento mesmo em condições de solo contaminado, e acumular o contaminante em seus tecidos (Pajevic, et al. 2009).

3.7.1 Nitrogênio

O nitrogênio compõe cerca de 80% da atmosfera. Este elemento de natureza diatômica encontra-se fortemente retido devido a ligação tripla covalente, o que o torna impossível de ser absorvido pelos seres consumidores na forma de gás (Marchetti & Barp, 2015). Comumente as formas de N disponíveis aos seres consumidores são através de combinações amoniacais, nítricas ou orgânicas, sendo estes usados para a produção de biomassa (Lessa, 2007). Com base na mesma autora, o N é um elemento que tem relação direta com a produção agrícola.

O nitrogênio (N) é um macronutriente exigido em grandes quantidades pela maioria das culturas. Sua deficiência na planta é facilmente detectada, uma vez que a falta deste provoca amarelecimento nas folhas mais velhas, pois este é altamente móvel, sendo translocado para as folhas mais novas, que são fotossinteticamente mais ativas (Malézieux & Bartholomew, 2003).

É um elemento fornecido em grandes quantidades para que as necessidades das culturas por N possam ser supridas. A grande demanda por N pelas culturas é devido ao fato dele participar da constituição dos aminoácidos, proteínas, ter função estrutural, transferência de energia, além de atuar nos processos de respiração, multiplicação e diferenciação celular e fotossíntese (Malavolta et al., 1997).

A sua dinâmica é muito complexa, sendo muito variada devido as condições edafoclimáticas, solo, textura, fonte de N e práticas de manejo (Lins et al., 2017). Ernani (2003) considera o N o elemento mais difícil de ser manejado, pois sua dinâmica é muito complexa e elevada instabilidade no sistema solo tornam dificultoso o seu uso.

Por causa de sua elevada instabilidade no sistema solo, seus teores nos tecidos das folhas podem variar de forma significativa, pois a dosagem aplicada no solo muitas vezes não é aproveitada pelas plantas. Vieira et al. (2008) avaliando os teores de macronutrientes em plantas de moringa submetidas ao cultivo sob omissão de macronutrientes, encontraram valores de N próximos a 80 g kg^{-1} . Oliveira Júnior et al. (2009) avaliando diferentes esterco na produção de moringa, obtiveram maior teor de N nas plantas adubadas com cama de galinha, com valor próximo a 25 g kg^{-1} .

3.7.2 Fósforo

O fósforo é um macronutriente que desempenha papel preponderante no metabolismo vegetal, uma vez que atua na síntese e transferência de energia, além de compor ácidos nucleicos e várias coenzimas Grant (2001), atuando também no crescimento e desenvolvimento das raízes (Marques, 2014).

Deve-se atentar para o fato do fósforo ser o nutriente que mais limita a produção agrícola no Brasil (Melo et al., 2014). Essa limitação está intimamente associada ao fato desse elemento ficar adsorvido as partículas de solo, tornando necessário a aplicação de doses acima do recomendado pela cultura Novais & Smyth (1999), para poder atenuar o déficit de P no sistema solo-planta. Por isso torna-se pertinente a adoção de práticas de manejo que visem que visem o máximo rendimento do fósforo presente no solo.

O fornecimento de fósforo através da adubação com esterco é uma prática comum, uma vez que este pode ser liberado gradativamente devido ao poder residual que o esterco apresenta. Felini & Bono (2011) avaliando a produção de soja e milho sob adubação com cama de frango, constaram que esse esterco proporcionou efeito residual para as culturas. De acordo com Raij (1991) o fornecimento de P logo no início do crescimento vegetativo estimula o desenvolvimento do sistema radicular.

Magalhaes et al. (2017) destacam que o a adubação com esterco de galinha promove aumento no teor de P nas folhas de feijão-vagem. Abreu et al. (2010) constataram que o esterco de aves é mais rico nutricionalmente do que o esterco bovino, composto orgânico e o húmus de minhoca, especialmente por ser rico em N, P e Ca.

3.8.3 Potássio

O potássio desempenha funções essenciais no metabolismo das plantas. Este nutriente realiza funções como regulação estomática, controle da quantidade de água nos tecidos vegetais, além de ser importante como transportador de fotoassimilados Souza et al. (2016b) e ativador enzimático (Figueiredo et al., 2008).

A alta mobilidade do potássio nos tecidos vegetais faz com que ocorra sintomas de deficiência nas folhas mais velhas, devido ao aumento do teor de putrescina e baixo teor de açúcar e amido nos órgãos de reserva vegetal (Hawkesford et al., 2011; Malavolta, 2006), além de ocasionar clorose seguida de necrose em casos mais avançados de deficiência.

O potássio é um elemento que desempenha importante função no crescimento e desenvolvimento das plantas florestais. Com base em Epstein & Bloom (2006), o potássio é responsável por até 10% da produção de massa seca das plantas. Esse elemento é um dos mais

exigidos pelas plantas, e quando ocorre deficiência nas mesmas, é porque o solo não foi capaz de suprir a demanda das plantas (Vargas & Marques 2017).

Em estudos realizados por Prazeres et al. (2015) constatou que o potássio é um elemento que atenua o estresse salino em plantas, pois além de ser vital no processo biológico das células, ajuda a regular o balanço hídrico nas plantas. Vale destacar que o uso desse macronutriente pode aumentar a competição de absorção com outros elementos, em detrimento a absorção de outros elementos, como o Na⁺ (Heidari & Jamshid, 2010).

REFERÊNCIAS

ABREU, I. M. O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, A. S. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 108-118, 2010.

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

ALMEIDA, M. A. C. Fatores que afetam a umidade da cama. **Avicultura Industrial**, v.76, n.919, p.16-18, 1986.

ALMEIDA, V. M.; SOUTO, J. S.; ARAÚJO, L. V. C.; PEREIRA, J. M.; SANTOS, R. V. Composição Química-Bromatológica da Moringa (*Moringa oleifera*) no semiárido paraibano. In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 26, 1999. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande.1999.

AMAGLOH, F. K; BENANG. A. Effectiveness of *Moringa oleifera* seed as coagulant for water purification. **African Journal of Agricultura Research**, Nairobi, v.4, n.1, p.119-123, 2009.

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**, v. 7, n. 2, p. 133-144, 2010.

BARICHELLO, L. R.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Macronutrients Content in Biomass of *Acacia mearnsii* De Wild. **Revista Acadêmica de Curitiba**, v.4, n.2, p. 11-20, abr, 2006.

BAYER, C.; MIELNICZUC, J. Dinâmica e função da matéria orgânica In: SANTOS, G. A. et al. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 597-624.

BERNARDI, A. C. C.; CARMELLO, Q. A. C.; CARVALHO, S. A. Desenvolvimento de mudas de citros cultivadas em vaso em resposta à adubação NPK. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.733-738, 2000.

BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 295-299, 2004.

BHARALI, R.; TABASSUM, J.; AZAD, M. R. H. Chemomodulatory Effect of Moringa Oleifera, Lam, on Hepatic Carcinogen Metabolising Enzymes, Antioxidant Parameters and Skin Papillomagenesis in Mice. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v. 4, p. 131-139, 2003.

COTTA, J. A. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. S.; REZENDE, M. O. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 165-178, 2015.

DAMASIO, F. Q. **Remoção de diclofenaco do meio aquoso utilizando sementes de Moringa oleifera**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós Graduação em química, Uberlândia, 2015.

EPSTEIN, E. & BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Editora Planta, Londrina. 403p. 2006.

ERNANI, P. R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para macieira**. Lages: Graphel, 2003. 76p.

FELINI, F. Z. & BONO, J. A. M. Produtividade da soja e milho, em sistema de plantio com uso de cama de frango na região de Sidrolândia-MS. **Ensaio e Ciência**, v. 15. n. 5. p. 9-18, 2011.

FERNANDES, P. A. L. **Estudo Comparativo e Avaliação de Diferentes Sistemas de Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos**. 1999. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Coimbra.

FIGUEIREDO, M.A.; PASQUAL, M.; ARAUJO, A.G.; JUNQUEIRA, K.P.; SANTOS, F.C.; RODRIGUES, V.A. Fontes de potássio no crescimento in vitro de plantas de orquídea *Cattleya loddigesii*. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.255-257, 2008.

GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de Moringa. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.106-109, 2006.

GATTO, A.; BUSSINGUER, A. P.; RIBEIRO, F. C.; AZEVEDO, G.B.; BUENO, M.C.; MONTEIRO, M.M.; SOUZA, P.F. Ciclagem e balanço de nutrientes no sistema solo-planta em um plantio de *Eucalyptus* sp., no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 38, p. 879-887, 2014.

GUALBERTO, A. F., FERRARI, G. M.; ABREU, K. M. P.; PRETO, B. L.; FERRARI, J. L. Características, propriedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Aspectos agroecológicos. **Revista Verde**, v 9, n. 5, p. 19 - 25, 2014.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substrato para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996, Águas de Lindóia, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Latino Americano de Ciência do solo, 1996. CD-ROM.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ D. J.; SHEPPARD, S. C.; **A Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta.** Informações agronômicas, Piracicaba, SP. Ed 95: 1-5, 2001.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.J.; KICHEY, T.; WHITE, P.J. Functions of macronutrients. In: Marschner, P. (Ed). **Mineral nutrition of higher plants.** 3.ed. London: Academic Press, 2011. p. 135-189.

HEIDARI, M.; JAMSHID, P. Interaction between salinity and potassium on grain yield, carbohydrate content and nutrient uptake in pearl millet. **ARPN Journal of Agricultural and Biological Science**, v. 5, n. 6, p. 39-46, 2010.

IGWILO, I. O.; OGOKE, T. J.; OGBU, D. O.; IGWILO, S. N.; OBI, E. Effect of Soaked Moringa oleifera Seeds on Growth Rates and the Levels of Some Biochemical Parameters in Albino Rats. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 16, n. 1, p. 48-50, 2013.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LENHARI, J. L.; HUSSAR, G. J. Comparação entre o uso da *Moringa oleifera* Lam e de polímeros industriais no tratamento físicoquímico do efluente de indústria alimentícia. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 4, pag. 033-042, 2010.

LESSA, R. N. T. **Ciclo do nitrogênio.** Setembro, 2007. Pelotas.

LIMA, J. J.; MATA, J. V. D.; PINHEIRO NETO, R.; SCAPIM, C. A. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*. **Acta Scientifica**, v. 29, p. 715-719, 2007.

LINS, F. J. A.; FERREIRA, P. V.; ASSUNÇÃO, M. C.; SANTOS, D. F.; CARVALHO, A. P. V.; SANTOS, N. E. A. Crescimento de genótipos experimentais de milho em função de doses crescentes de nitrogênio. **Ciência Agrícola**, v. 15, n. 2, p. 19-27, 2017.

LUZ, J. M. Q.; MORAIS, T. P. S.; BLANK, A. F.; SODRÉ, A. C. B.; GUEDMILLER, S. Teor, rendimento e composição química do óleo essencial de manjerição sob doses de cama de frango. **Horticultura brasileira**. v. 27, n. 3, p. 349-353, 2009.

MAGALHÃES, I. P. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; SILVA, F. D. B.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; LOPES, I. P. C. Produtividade e exportação de nutrientes em feijão-vagem adubado com esterco de galinha. **Revista Ceres**, v. 64, n.1, p. 098-107, 2017.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997.

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

MALÉZIEUX, E., BARTHOLOMEW, D. P. Plant Nutrition. In: BARTHOLOMEW, D. P.; PAUL, R. E., ROHRBACH, K. G. (eds.) The Pineapple-Botany, Production and Uses. Honolulu: CABI Publishing. 2003. 143-165 p.

MARCHETTI, M. M. & BARP, E. A. Efeito rizosfera: a importância de bactérias fixadoras de nitrogênio para o solo/planta – revisão. **Ignis**, v. 4, n. 1, p. 61-71, 2015.

MELO, N. C.; SOUZA, L. C.; SILVA, V. F. A.; GOMES, R. F.; OLIVEIRA NETO, C. F.; COSTA, D. L. P. Cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) hidropônico sob diferentes níveis de fósforo e potássio em solução nutritiva. **Agroecossistemas**, v. 6, n. 1, p. 10-16, 2014

MORETI, D. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 167-175, 2007.

MARQUES, D. J.; BIANCHINI, H. C.; ROEWER L. A.; Fosfito de potássio contribui para enchimento de grãos. **Campo & Negócios**, ed. 141, 2014.

MUDREK, J. R. & MASSOLI JUNIOR, E. V. Estrutura da comunidade de artrópodes de solo em diferentes fitofisionomias da reserva particular do patrimônio natural – sesc pantanal, Brasil. **HOLOS**, Ano 30, v. 01, 2014.

OLIVEIRA, J. T. A.; SILVEIRA, S. B.; VASCONCELOS, I. M.; CAVADA, B. S.; MOREIRA, R.A. Compositional and nutritional attributes of seeds from the multiple purpose tree *Moringa oleifera* Lamarck. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, n.6, p.815-820, 1999.

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**. v.4, n.1, p.125 – 134, 2009.

OLIVEIRA, Z. L. **Avaliação do uso da *Moringa oleifera* Lam para fitorremediação e tratamento de lixiviados de aterros sanitários**. 2010. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco. 2010.

PAJEVIC, S., BORISEV, M., NIKOLIC, N., KRISTIC, B., PILIPOVIC, A., ORLOVIC, S. Phytoremediation capacity of poplar (*Populus* spp.) and willow (*Salix* spp.) clones in relation of photosynthesis. **Archives of Biological Science Belgrade**, v. 61, n. 2, p. 239-247, 2009.

PEIXOTO, R. O. J.; SILVA, G. C.; COSTA, R. A.; FONTENELLE, J. R. L. S.; VIEIRA, G. H. F.; FILHO A. A. F.; VIEIRA, H. S. F. R. *In vitro* antibacterial effect of aqueous and ethanolic *Moringa leaf* extracts. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. V. 4, n. 3, p.201-204, 2011.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ISABEL ARAUJO, C. S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@ambiente**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Potafós. 343p, 1991.
- RIBEIRO, C.; MADEIRA, M.; ARAÚJO, M. C. Decomposition and nutrient release from leaf litter of *Eucalyptus globulus* grown under different water and nutrient regimes. **Forest Ecology and Management**. v. 171, p. 31–41, 2002.
- RUSSO, M. **Tratamento de resíduos sólidos**. Coimbra: Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra. 2003. 196 p.
- SALLES, J. S.; STEINER, F.; ABAKER, J. E. P.; FERREIRA, T. S.; MARTINS, G. L. M. Resposta da rúcula à adubação orgânica com diferentes compostos orgânicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 35-40, 2017.
- SILVA, A. R.; KERR, W.E. **Moringa: uma nova hortaliça para o Brasil**. Uberlândia: UFU/DIRIU, 1999, 95 p.
- SILVA, M. A.; SILVA, F. E. A.; NUNES JUNIOR, E. S.; COSTA, F. X.; MELO FILHO, J. S. Combinação de casca de mamona e fertilizantes químicos na adubação da mamoneira BRS Energia. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas* v. 5, n. 1, p. 48, 2011b.
- SILVA, F. J. A.; MATOS, J. E. X. Sobre Dispersões de *Moringa oleifera* para o Tratamento de Água. **Revista Tecnologia**, v. 29, n. 2, p. 157-163, 2008.
- SILVA, R. F.; WEIRICH, S. W.; ROS, C. O.; SCHEID, D. L.; GROLLI, A. L.; VIEL, P. Acumulação e translocação de zinco em mudas de espécies do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19, n.11, p.1114–1120, 2015d.
- SILVA, J. Pimenta: Adubação orgânica. Brasília–DF: Ageitec, Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2012. 2p. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/>>. Acesso em 21 Jan. 2018.
- SOUZA, M. C.; LUTIF, S. Y. S.; GONÇALVES, J. F. S.; CARDOSO, K. P.; GOMES, J. O. O potencial uso do óleo de amendoim, moringa e pinhão-manso para o setor metal mecânico. **Revista Tecnológica – Edição Especial**, p. 285-293, 2015a.
- SOUZA, F. G.; CHAVES, L. H. G.; ALVES, A. N. Diagnose por subtração para deficiências de nitrogênio e potássio em gergelim cultivado com solução nutritiva. **Revista Verde**, v. 11, n.3, p.171-176, 2016b.
- TAVERES JÚNIOR, E. T. **Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de café**. 2004. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- TEIXEIRA, C. M. L. L.; KIRSTEN, F. V.; TEIXEIRA, P.C.N. 2012. Evaluation of *Moringa oleifera* seed flour as a flocculating agent for potential biodiesel producer microalgae. **Journal of Applied Phycology**, v. 24, p. 557-563.
- VALADÃO, F. C. A. Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2073-2082, 2011.

VARGAS, G. & MARQUES, R. Crescimento e Nutrição de Angico e Canafístula sob Calagem e Gessagem. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

VERÃO, D. S.; BLEICH, M. E.; MARTINS, N. P.; BASSOTTO, J. M.; MORTAT, A. F.; SANTOS, A. F. A. Concentração de nutrientes em *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T Blake) com sete anos de idade na borda sul da Amazônia. **Biodiversidade**, v. 15, n. 3, p. 35, 2016.

VIEIRA, H.; CHAVES, L. H. G.; VIÉGAS, R. A. Acumulação de nutrientes em mudas de moringa (*Moringa oleifera* Lam) sob omissão de macronutrientes. **Revista de Ciências Agronômicas**. v. 39, n. 01, p. 130-136, 2008.

VIERA, M.; CALDATO, S. L.; ROSA, S. F.; KANIESKI, M. R.; ARALDI, D. B.; SANTOS, S. R.; SCHUMACHE, M. V. Nutrientes na serapilheira em um fragmento de floresta estacional decidual, Itaara, RS. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 611-619, 2010.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONCA, E.S.; ALVARENGA, R.C. Organic-matter pools of soil under pines and annual cultures. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 41, 1707–1722, 2010.

CAPÍTULO I

CRESCIMENTO INICIAL DA *Moringa oleifera* Lam. EM FUNÇÃO DE DOSES E GRANULOMETRIAS DE CAMA DE FRANGO

RESUMO: Há poucos trabalhos na literatura sobre o efeito da granulometria do esterco sobre o crescimento de plantas. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o crescimento inicial de mudas de *Moringa oleifera* adubadas com doses de esterco de frango com diferentes granulometrias. Foram avaliadas duas granulometrias (1 e 4 mm) e quatro doses de cama de frango (0,0; 40,0; 80,0 e 120,0 g dm⁻³), com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por quatro mudas. O experimento foi conduzido por 120 dias. A cada 30 dias foram avaliadas as variáveis: altura de plantas, diâmetro da raiz e do caule, massa da matéria seca da folha, do caule, da parte aérea, da raiz, a relação massa da matéria seca da parte aérea/raiz e o índice de qualidade de Dickson. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e regressão polinomial para as doses de cama de frango, enquanto as médias das granulometrias foram comparadas com o teste F. A granulometria não influenciou as variáveis estudadas, exceto a altura de plantas, na granulometria de 1 mm. O diâmetro da raiz diminuiu com o aumento das doses de cama de frango. A massa da matéria seca da parte aérea e da raiz aumentaram com o incremento da cama de frango, até a dose de 120 g dm³. Verificou-se aumento linear do índice de qualidade de Dickson em função dos dias após a emergência e de doses de cama de frango. Recomenda-se a dose de 120 g dm⁻³ de cama de frango para a adubação de plantas de moringa.

Palavras-chave: Adubação orgânica; massa seca; índice de qualidade de Dickson.

ABSTRACT: There are few studies in the literature on the effect of manure granulometry on plant growth. The objective of this research was to evaluate the initial growth of *Moringa oleifera* seedlings fertilized with doses of manure of chicken with different granulometry. Two grades (1 and 4 mm) and four chicken bed doses (0.0, 40.0, 80.0 and 120.0 g dm³) were evaluated, with four replications. The experimental unit consisted of four seedlings. The experiment was conducted for 120 days. Every 30 days, the following variables were evaluated: plant height, root and stem diameter, dry leaf mass, stem, shoot, root, mass dry matter ratio of aerial part / root and Dickson quality index. The data obtained were submitted to analysis of variance and polynomial regression for the chicken litter doses, while the mean values of the granulometry were compared with the F test. The granulometry did not influence the studied variables, except the height of plants, in the granulometry of 1 mm. The root

diameter decreases with increasing doses of chicken litter. The dry matter mass of the aerial part and the root increased with the increment of the chicken bed, until the dose of 120 g dm³. There was a linear increase in Dickson quality index as a function of days after emergence and of chicken bed doses. The dose of 120 g dm³ of chicken bed is recommended for the fertilization of moringa plants.

KEY WORDS: Organic fertilization; dry mass; Dickson quality index

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil se caracteriza, sobretudo na região semiárida, por apresentar irregularidades nas chuvas (Clemente et al., 2017), deixando o produtor à mercê das variações climáticas. As plantas muitas vezes deixam de produzir satisfatoriamente nessas condições adversas de clima. Então torna-se necessário o cultivo de espécies que expressem significativa produção, mesmo em condições de escassez hídrica e de solos rasos em sua maioria, atendendo a necessidades dos produtores.

A moringa (*Moringa oleífera* Lam.), é uma espécie da família da moringaceae, com potencial econômico de exploração para a região Nordeste (Carvalho et al., 2017). É uma planta considerada como hortaliça arbórea e tem sido implantada em diversos países devido ao seu alto potencial produtivo, principalmente em solos que apresentam baixa fertilidade natural. Acrescenta-se isso ao fato de ser uma planta fitorremediadora do solo e água, além de ser usada em recuperação de áreas degradadas (Leite et al., 2010) Ademais, se destaca por seu potencial econômico, nutricional e medicinal, pois todas as suas partes são fontes de proteínas, vitaminas e carotenóides (Olayemiv et al., 2016).

Uma das formas de maximizar a produção agrícola é aplicando fontes de matéria orgânica ao solo, melhorando substancialmente as condições físicas, químicas e biológicas do solo e favorecendo ao crescimento e desenvolvimento das plantas. O uso de esterco de galinha na produção agrícola se faz pertinente, uma vez que este é um excelente fornecedor de matéria orgânica para o solo (Fernandes et al., 2013).

Outro aspecto que maximiza seu uso é a baixa relação C:N Santos et al. (2010), o que possibilita a rápida mineralização e liberação dos nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Essa característica associada ao baixo preço e grande oferta (Campos et al., 2017), fazem com que esse insumo seja uma alternativa viável para a produção agrícola.

O cuidado com o uso de esterco com distintas granulometrias para a prática da adubação não é tão comum de observar. Partículas com diâmetro pequeno causam

compactação Cotta et al. (2015), ao passo que fornecem nutrientes com maior rapidez, isto em função da superfície de contato ser maior, possibilitando a rápida decomposição. Já as partículas grandes desaceleram a decomposição, fornecendo nutrientes compassadamente, ao passo que favorece maior aeração às raízes das plantas. Segundo Nascimento et al. (2011), o espaço poroso, a densidade do solo, a umidade entre outros fatores podem favorecer ou não o crescimento das plantas. Então faz-se necessário averiguar até que ponto a granulometria beneficia ou prejudica o crescimento das plantas.

Com base no exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o crescimento inicial de plantas de *Moringa oleífera* adubadas com doses de cama de frango apresentando duas granulometrias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA, UFCG) Campus de Pombal, localizado no Sertão paraibano, apresentando as coordenadas de 06°46'13''S e 37°48'06''W, e altitude em torno de 242 m. O clima predominante, com base na classificação de Köppen, é do tipo Bsh (semiárido) quente e seco, possuindo pluviosidade em torno de 700 mm por ano, com chuvas torrenciais ao longo do período chuvoso.

2.2 Tratamento e delineamento estatístico

Foram avaliadas duas granulometrias (1 e 4 mm) e quatro doses de esterco de frango (0,0; 40,0; 80,0 e 120,0 g dm⁻³). O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por quatro mudas.

2.3 Cama de frango

A coleta da cama de frango foi realizada no município de Equador, RN. O material foi peneirado em peneira com 1 mm de malha, para o esterco com diâmetro de 1 mm. Para o esterco com diâmetro de 4 mm, realizou-se o peneiramento em malha de 4 mm; em seguida, o material foi novamente peneirado, desta vez em peneira com malha de 3 mm, para que todo o substrato com granulometria inferior a 4 mm fosse eliminado.

2.4 Tipo de solo utilizado

O solo utilizado foi o Neossolo Flúvico Ta Eutrófico (RYve), de acordo com Dantas et al. (2017), que ocorre em regiões de elevada restrição hídrica, sendo distribuídos principalmente em regiões semiáridas. São solos que apresentam caráter eutrófico, com presença significativa de minerais primários.

2.5 Análise física e química do solo e da cama de frango

O substrato e o solo foram analisados no Laboratório de Solos da Universidade Federal da Paraíba, sendo realizada a caracterização física e química, com base no Manual de Métodos de Análise de Solo (Embrapa, 2011).

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado no experimento

pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M.O.
	---- mg kg ⁻³ ?---				----- cmol _c /dm ³ -----					g/kg
6,5	148,9	263,70	0,07	1,34	0,0	3,0	1,34	5,09	6,42	7,1

Tabela 2. Atributos físicos do solo utilizado no experimento

Areia	Silte	Argila	AD	GF	DS	DP	PT	Umidade			Classe
2-005	0,06-0,002	<0,002						0,01	0,33	1,50	textural
mm	mm	mm						----- MPa	-----		
----- g/kg	-----	-----	g/kg	kg/dm ³	g/cm ³	kg/dm ³	m ³ /m ³	----- g/kg	-----		Areia
801	140	59	0,0	1000	1,54	2,65	0,42	118	125	24	franca

AD: argila dispersa; GF: grau de floculação; DS: densidade do solo; DP: densidade de partículas; PT: porosidade total.

Tabela 3. Atributos químicos da cama de frango.

N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn	CO	CTC	C:N
----- g kg ⁻¹ -----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	%	cmol _c /dm ³	
19,3	2,10	19,8	12,8	7,94	4,92	57	30	21,9	262	23,6	229,7	12:1

CO = Carbono orgânico; CTC= Capacidade de troca de cátions.

2.6 Sementes

As sementes de moringa foram coletadas de plantas matrizes sadias localizadas na UFPG, Campus Pombal. As sementes foram semeadas em recipientes de poliestireno com capacidade de 5,0 dm³. Semearam-se oito sementes por recipiente, realizando aos 10 dias após a semeadura o desbaste para deixar quatro plantas por recipiente.

2.7 Irrigação

As irrigações foram feitas nas primeiras horas da manhã e nas últimas horas da tarde, de modo a deixar o solo com umidade próximo à capacidade de campo, com base na equação 1:

$$V_a = L_a - D$$

Em que: V_a : volume aplicado; L_a : lâmina anterior; D = drenagem.

2.8 Variáveis analisadas

A cada 30 dias após a emergência (DAE) realizou-se a avaliação das seguintes variáveis:

- Altura de planta: realizada medindo-se a partir do colo até o ápice da planta com o auxílio de uma régua graduada, com os resultados expressos em (cm);
- Diâmetro da raiz e do caule, obtido com o auxílio de um paquímetro digital, sendo seus resultados expressos em mm;

Posteriormente, separou-se as partes da planta e acondicionou-as em sacos de papel Kraft e postas em estufa de circulação e renovação de ar à 65° C até o material vegetal atingir peso constante. Em seguida, realizou-se a pesagem em balança de precisão para a determinação da massa da matéria seca da raiz, do caule, folha e da parte aérea da planta a partir do somatório dos valores obtidos para a massa seca do caule e das folhas. Os resultados foram expressos em g por planta.

- Relação massa da matéria seca parte aérea/raiz: a relação foi obtida dividindo-se os valores obtidos para massa seca da parte aérea pela massa seca da raiz;
- Índice de qualidade de Dickson: a cada 30 dias retiraram-se quatro plantas por tratamento) para avaliação da qualidade morfológica, expressa, conforme Dickson et al. (1960).

$$IQD = \frac{MST}{H \text{ (cm)}/DC \text{ (mm)} + MSPA \text{ (g)} / MSR \text{ (g)}}$$

Em que: MST = massa seca total; H = altura; DC= diâmetro do caule; MSPA = massa da matéria seca da parte aérea; MSR = massa da matéria seca da raiz.

2.9 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e regressão polinomial para as doses de esterco de frango, enquanto as médias das granulometrias foram comparadas com o teste F. Foi utilizado o software SAS University (Cody, 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na granulometria de 1 mm verificou-se aumento na altura de plantas até os 100 dias, chegando à altura máxima de 170 cm. As plantas produzidas na granulometria de 4 mm, tiveram maior altura até 120 dias, com a dose de 120 g dm^{-3} . Em ambas as granulometrias o efeito das doses de cama de frango foi linear.

O rápido crescimento da moringa pode ser justificado pela sua possível adaptação as condições do semiárido e melhorias em função da aplicação de esterco de aviário. Resultados semelhantes foram obtidos por Medeiros et al. (2016), avaliando doses de composto orgânico na produção de mudas de moringa, quem verificaram maior crescimento em altura das plantas adubadas com composto.

O maior crescimento das plantas adubadas com a granulometria de 4 mm pode ser explicado devido ao fornecimento gradativo dos nutrientes às plantas, favorecendo o seu crescimento por um período de tempo maior. Felini e Bono (2011) destacam que uma das vantagens do uso de esterco em detrimento ao adubo sintético, é o seu poder residual, o qual assume o papel de fornecer nutrientes ao longo do tempo, sendo mais persistente com granulometrias maiores.

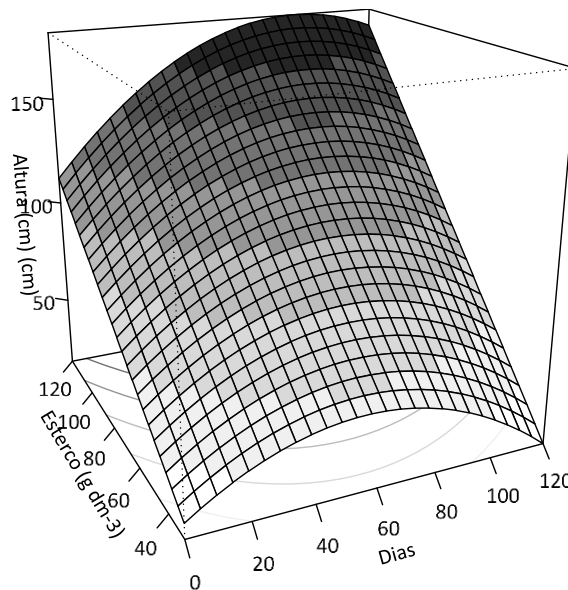
Observa-se que o máximo diâmetro da raiz foi de 27 mm. Em seguida, observou-se redução até os 120 dias. Acredita-se que isso seja uma adaptação desenvolvida pelas plantas para armazenar fotoassimilados nas raízes das plantas que passam por algum tipo de estresse, para poder supri-la nos períodos da carência, devido a provável falta de fornecimento de nutrientes as plantas, causa da não mineralização imediata do esterco (Figura 2A).

Padayachee e Baijnathet (2012) destacam que as raízes tuberosas das plantas de moringa são uma adaptação para a sobrevivência a condições adversas, como em condições áridas. Como possivelmente os tratamentos não surtiram efeito nas plantas inicialmente, para

as plantas passarem por esse estresse temporário, concentrou suas reservas nas raízes, para retirar seu

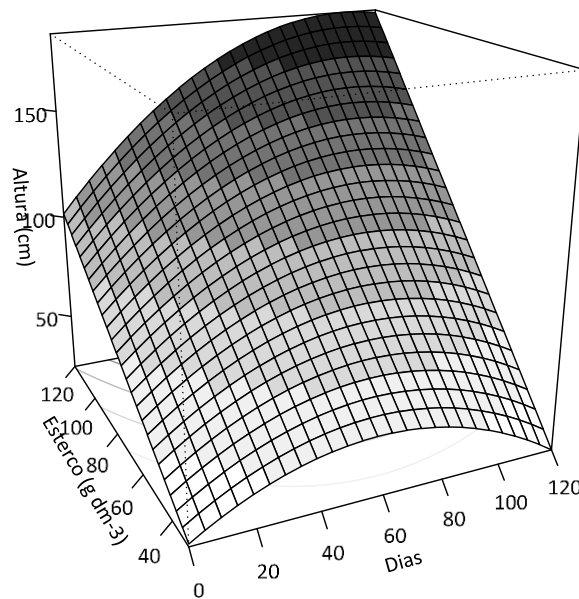
1 mm

$$\hat{y} = -5.34 + 0.782^{**}E + 0.979^{**}D - 0.0085^{**}E^2 + 0.006^{**}D^2; R^2 = 99,5\%$$



4 mm

$$\hat{y} = -0.91 + 0.63^{**}E + 0.85^{**}D - 0.0072^{**}E^2 - 0.0076^{**}D^2; R^2 = 99,5\%$$



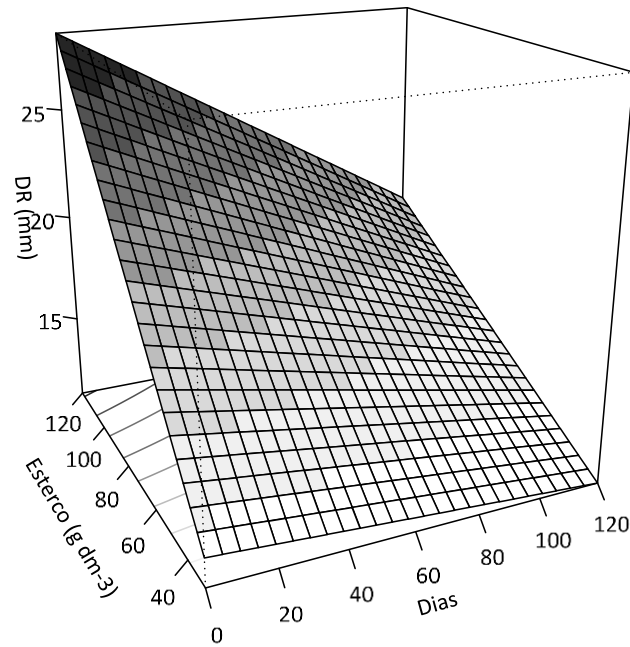
** : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 1. Altura de plantas de *Moringa oleifera* Lam. em função dos dias após emergência e de doses de cama de frango com granulometrias de 1 e 4 mm.

sustento no período crítico de sua sobrevivência. Suassuna et al. (2012) observaram aumento na massa seca das raízes de citros quando submetidos ao estresse hídrico.

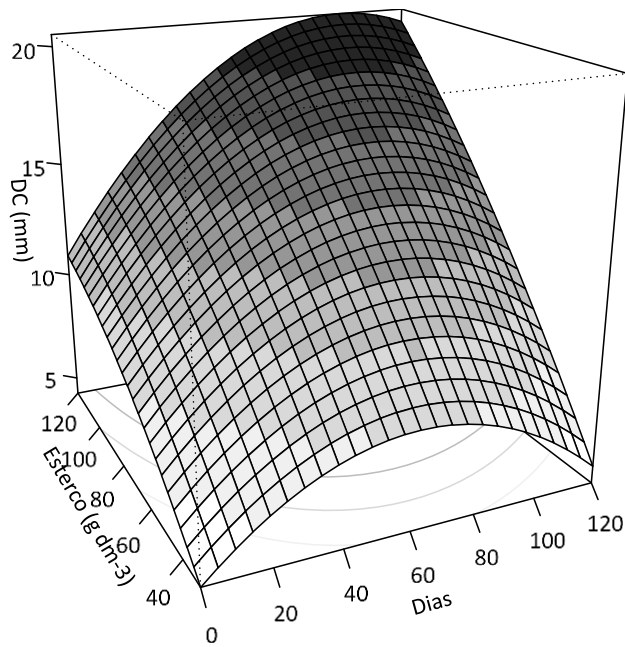
A

$$\hat{y} = 7,09 + 0,012**E + 0,17**D - 0,00078**E^2; R^2 = 86\%$$



B

$$\hat{y} = 0,35 + 0,10**E + 0,15**D + 0,00076**E^2 - 0,0010D^2 - 0,00046E^2; R^2 = 97\%$$

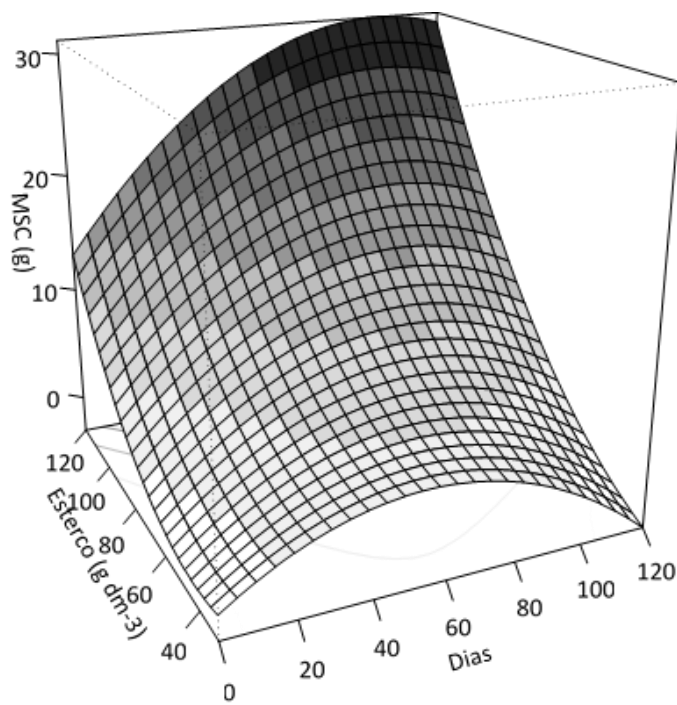


** : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 2. Diâmetro da raiz (DR) e do caule (DC) de *Moringa oleifera* Lam. em função dos dias após emergência e de doses de cama de frango com granulometrias de 1 e 4 mm.

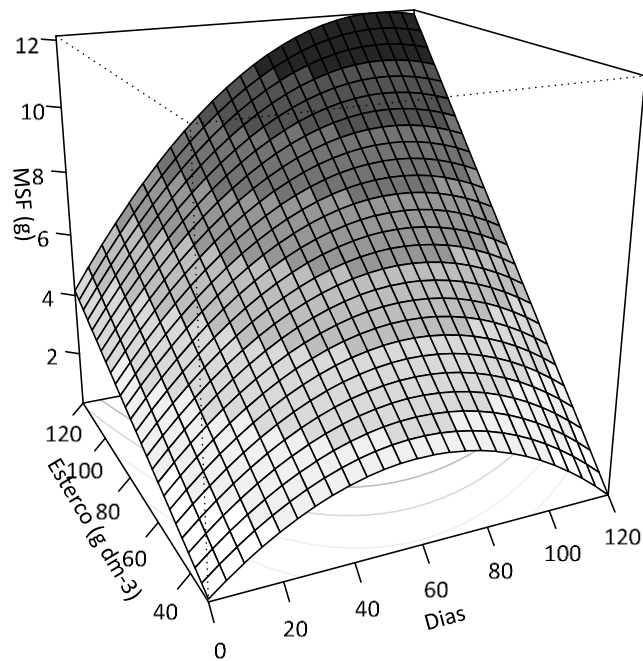
A

$$\hat{y} = 3,38 + 0,15 * E + 0,22 ** D + 0,0017 ** E^2 - 0,0018 ** D^2 + 0,0025 ** E^2; R^2 = 96\%$$



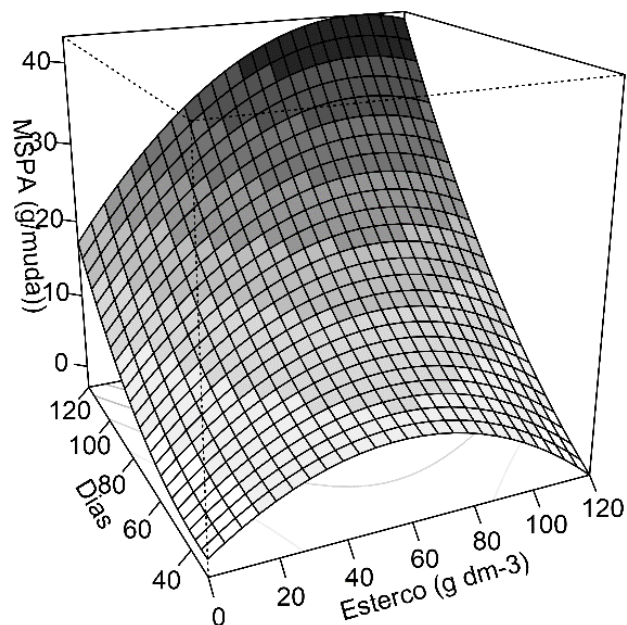
B

$$\hat{y} = -0.92 + 0.062**E + 0.042**D - 0.0007**E^2 + 0.00073**D^2; R^2 = 94\%$$



C

$$\hat{y} = 2.04 + 0.22**E - 0.17**D^2 + 0.0025**E^2 - 0.0025**D^2 + 0.0024**E^2; R^2 = 96\%$$



** : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 3. Massa da matéria seca do caule (MSC), da folha (MSF) e da parte aérea (MSPA) de *Moringa oleifera* Lam. em função dos dias após emergência e de doses de cama de frango com

granulometrias de 1 e 4 mm.

Para o diâmetro do caule, a dose de 120 g dm^{-3} proporcionou valor de aproximadamente 21 mm aos 105 dias após a semeadura. Isso está possivelmente relacionado aos benefícios que a cama de frango propiciou ao solo, como aumento na retenção de água, aeração e fornecimento de nutrientes, deixando-o mais favorável ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

Farias et al. (2016), avaliando o uso de macrófitas aquáticas em substrato para a produção de mudas de moringa, obtiveram aumento significativo do diâmetro do colo quando as o substrato foi formado com 100% de *Pistia stratiotes* e 100% de *Typha domingensis*. Já Bakke et al. (2010) não obtiveram diferença entre os diâmetros de plantas de moringa adubadas com vários adubos orgânicos. Segundo Carneiro (1995), quanto maior o diâmetro do colo, maior será o equilíbrio de crescimento da parte aérea.

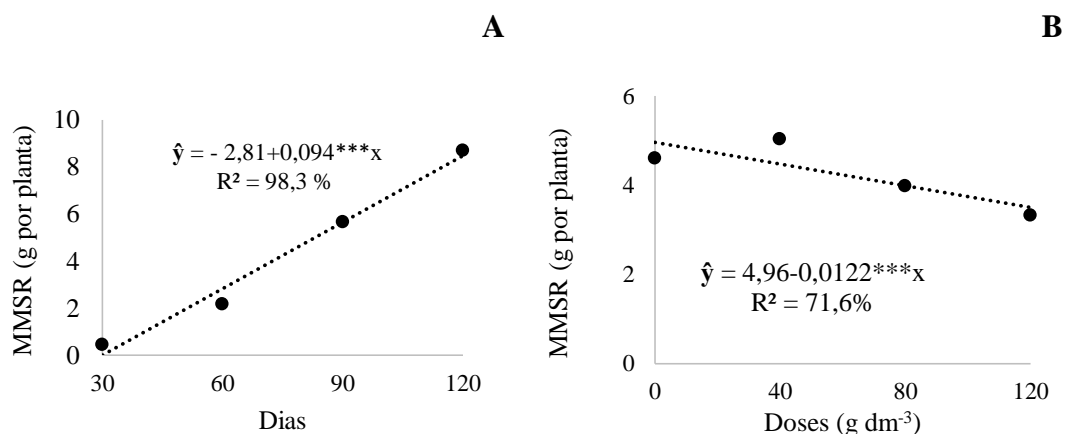
Para a variável massa da matéria seca do caule constatou-se incremento máximo no acúmulo de biomassa até a dose de 120 g dm^{-3} de esterco aplicado, ao passo que o pico foi aos 120 de condução do experimento (Figura 3A). Já para a variável da massa de matéria seca da folha verificou-se que a dose de $105,9 \text{ g.dm}^{-3}$ forneceu maior valor, aos 119 dias após a emergência (Figura 3B).

É possível observar que a massa da matéria seca da parte aérea apresentou respostas significativas de produção com o aumento das doses de cama de frango, onde a dose 105 g.dm^{-3} proporcionou maior incremento de massa de matéria seca.

Com relação à massa de matéria seca da raiz em função dos dias, constatou-se comportamento linear crescente, ocorrendo o acúmulo máximo de biomassa radicular aos 120 dias com 8,46 g por planta (Figura 4A). Este efeito pode ter ocorrido em função da maior mineralização do esterco em função do tempo, possibilitando maior suprimento de nutrientes o longo do ciclo avaliado.

É comum o aumento da massa de matéria seca da raiz com o decorrer da condução do experimento, a não ser quando a planta passa por algum estresse. Concordando com Souza et al. (2015b) encontraram resultados positivos de aumento da massa seca da raiz de plantas de moringa. No entanto, Cavalcante et al. (2016) avaliando doses de esterco bovino na produção de mudas de *Gliricidia sepium* não encontraram diferença na massa de matéria seca da raízes das plantas.

O acúmulo da massa de matéria seca radicular (MMSR) em função das doses de cama de frango (Figura 4B), apresentou comportamento distinto ao obtido para o acúmulo em função dos dias (Figura 4A). Observa-se que o aumento das doses de cama de frango diminuiu linearmente a MMSR, valor correspondente a 70,7% na maior dose avaliada.



*: Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

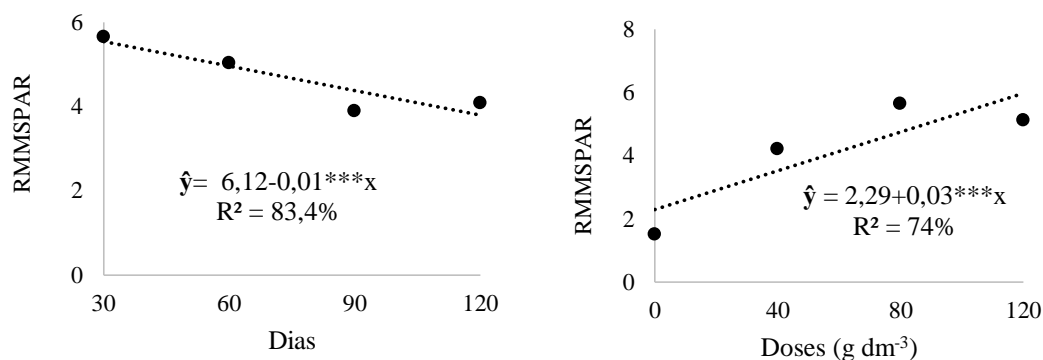
Figura 4. Massa da matéria seca da raiz (MMSR) em mudas de *Moringa oleifera* em função dos dias após emergência e de doses de cama de frango.

Verificou-se comportamento linear decrescente em função dos dias na relação massa da matéria seca da parte aérea/raiz em função dos dias (Figura 5A). Houve redução na relação de 6,1 a 3,8 ao atingir 120 dias após a emergência das plântulas. Isso indica que houve diminuição da parte aérea em função do decorrer dos dias, podendo estar relacionado ao impedimento físico que a planta começou a sofrer, fazendo com que ocorresse diminuição devido à limitação física que a raiz.

Os valores da relação massa da matéria seca da parte aérea/raiz em função das doses de esterco, aumentaram de forma linear crescente com o aumento das doses, com valores de 2,3 e 6,0 na menor e maior dose aplicada (Figura 5B), ocorrendo aumento superior com a dose máxima de 120 g.dm³. Este efeito indica que o suprimento de nutrientes por meio das doses de

A

B



*; Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

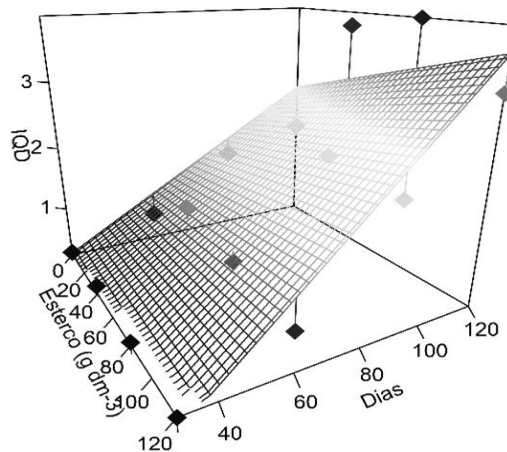
Figura 5. Relação da massa da matéria seca da parte aérea e da raiz (RMMSPAR) em mudas de *Moringa oleifera* em função dos dias após emergência e de doses de cama de frango.

esterco aplicado, proporcionaram maior crescimento radicular e, conseqüentemente, maior disponibilidade para o crescimento e acúmulo de massa da matéria seca da parte aérea, como destaca Souza et al. (2017c) na produção de *Sálvia officinalis* L. sob doses de esterco avícola.

No entanto, Valadares et al. (2015) avaliando doses de P na produção *Acacia mangium*, verificaram diminuição na relação parte aérea/raiz. Ainda segundo o mesmo autor, essa diminuição ocorre devido ao maior desenvolvimento da parte aérea, por causa do desenvolvimento de órgãos mais ativos fotossinteticamente. Carneiro (1995) destaca que a relação massa da matéria seca da parte aérea/raiz é uma importante variável para prever a qualidade das mudas, sendo o valor 2,0 o mais recomendado.

Os valores obtidos para o índice de qualidade de Dickson se ajustaram de forma linear crescente em função dos dias, ocorrendo o valor máximo do índice (3,0) aos 120 dias (Figura 6). Esse efeito indica que as mudas têm sua qualidade prolongada em função do aumento do tempo, isto em função de uma maior disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, melhores condições para o crescimento da planta. Com base em Caldeira et al. (2012), quanto maior o IQD, maior a qualidade das mudas produzidas.

$$\hat{y} = -0.56 - 0.0055^{**}E + 0.025^{**}D^2 + 0.00011^{**}E^2; R^2 = 88\%$$



** : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 6. Índice de qualidade de Dickson em mudas de *Moringa oleífera* em função dos dias após emergência e de doses de cama de frango.

Salles et al. (2017) relatam que a adubação com cama de frango favorece o aumento da biomassa microbiana no solo, sendo esta uma das responsáveis pelo fomento a formação da estrutura do solo, além de aumentar a retenção de água e aeração. Em pesquisa avaliando a composição de resíduos orgânicos de origem diversificada, Melo et al. (2008) destacam a superioridade de N-NO₃ em cama de frango, quando comparado a outras fontes. Esses autores encontraram 58 mg kg⁻¹ de N-NO₃ em cama de frango, ao passo que no esterco de codorna foi obtido 17 mg kg⁻¹ N-NO₃, evidenciando a qualidade da cama de frango como fonte de adubação.

Vários fatores podem ter contribuído para o aumento do índice de qualidade de Dickson em função do aumento das doses aplicadas de cama de frango. A matéria orgânica do solo tem a capacidade de reter água Costa et al. (2013), fazendo com que esta permaneça no solo por mais tempo, podendo ser aproveitada pelas plantas. Com base em Conceição et al. (2005), a matéria orgânica apresenta a capacidade de diminuir a oscilação da temperatura diuturna, fazendo com as raízes cresçam de forma constante, sobretudo em épocas de veranicos. Ainda com base no mesmo autor, vale destacar que sob essas condições há o favorecimento do trabalho dos microrganismos de forma mais eficiente na mineralização da matéria orgânica.

4. CONCLUSÕES

Com aplicação de cama de frango com 4 mm de diâmetro à altura das plantas foi maior em comparação ao de 1mm de diâmetro;

O diâmetro da raiz diminui com o aumento das doses de cama de frango;

A massa da matéria seca da parte aérea e da raiz aumentaram com o incremento das doses de cama de frango.

Verificou-se aumento linear do índice de qualidade de Dickson em função dos dias após a emergência e de doses de cama de frango, atingindo valor máximo de 3,0.

Recomenda-se a dose de 120 g dm⁻³ de cama de frango para a adubação de mudas de moringa.

5. REFERÊNCIAS

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**, v. 7, n. 2, p. 133-144, 2010.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. 2012. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77 – 84, 2012.

CAMPOS, S. A.; LANA, R. P.; GALVÃO, J. C. C.; SOUZA, M. N.; TAVARES, V. B. Efeito do esterco de galinha poedeira na produção de milho e qualidade da silagem. **Revista Ceres**, v. 64, n.3, p. 274-281, 2017.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Editora UFPR/FUPEF, Curitiba, Brasil. 1995, 451p.

CARVALHO, A. A.; MONTENEGRO, A. A. A.; SANTOS, C. S. SILVA, T. G. F. Zoneamento agrometeorológico da moringa para o Estado de Pernambuco em condições atuais e projeções futuras. **Journal of Environmental Analysis and Progress**. v.02, n.03, pag. 194-202, 2017.

CAVALCANTE, A. C. P.; SILVA, A. G., SILVA, M. J. R.; ARAÚJO, R. C. Produção de mudas de *Gliricídia* com diferentes substratos orgânicos. **Revista Agrarian**. v.9, n.33, p.233-240, 2016.

CODY R. **An Introduction to SAS®**, University Edition. 368p. SAS Institute. 2015.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, 2005.

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.9, n.17; p. 1842, 2013

COTTA, J. A. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. S.; REZENDE, M. O. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.20, n.1 Rio de Janeiro Jan./Mar. 2015.

CLEMENTE, C. M. S.; PEREIRA, D. M.; LEAL, T. L. M. C.; REIS, M. F. T. Análise espacial da precipitação pluviométrica na microbacia do Rio Carnaíba de dentro e seu entorno no semiárido baiano entre 2009 a 2014. **Caderno de Geografia**, v.27, n.49, pag. 353-367, 2017.

DANTAS, J. S.; SOUTO, B. C. C.; SILVA, F. A.; BARROSO, R. F.; FREITAS, D. F. Descrição e classificação de um perfil de solo na Fazenda Experimental do CCTA/UFMG. In XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 30 de Junho a 04 de Agosto de 2017, **Anais eletrônicos...** Belém do Pará, 2017.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **For. Chron.**, v. 36, p. 10 -13,1960.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2011, 230 p. (Embrapa – CNPS. Documentos, 132).

FELINI, F. Z; BONO, J. A. M. Produtividade de soja e milho, em sistema de plantio com uso de cama de frango na região de Sidrolândia-MS. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**. v. 15, n. 5, p. 09-18, 2011.

FARIAS, W. M.; ANDRADE, L. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; CUNHA, J. R. Utilização de macrófitas aquáticas em substrato para a produção de mudas de moringa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, p. 25-30, 2016.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R. T.; SANTINATO, R. Adubação orgânica do cafeeiro, com uso do esterco de galinha, em substituição à adubação mineral. **Coffee Science**, 8:486-499, 2013.

LEITE, E. M. L.; SANTOS, R. V.; SOUTO, P. C.; VITAL, A. D. F. M. ARAÚJO, J. L. Crescimento inicial de espécies arbóreas em solo degradado do semi-árido tratado com corretivos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.5, n.3, p.179-187. 2010.

MEDEIROS, R. L. S.; CAVALCANTE, A. G. CAVALCANTE, A. C. SOUZA, V. C. Crescimento e qualidade de mudas de *Moringa oleifera* lam em diferentes proporções de composto orgânico. **Revista Ifes Ciência**, v. 3, n. 1, p. 304-316, 2017.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origem diversificada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 101-110, 2008.

NASCIMENTO, A. L.; SAMPAIO, R. A.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; ZUBA JÚNIOR, G. R.; FERNANDES, L. A. Crescimento e produtividade de semente de mamona tratada com lodo de esgoto. **Revista Caatinga**. v. 24, n. 4, pag. 145-151, 2011.

OLAYEMIV, A. T.; OLANREWaju, M. J.; OLORUNTOBA, A. C. Toxicological evaluation of *Moringa oleifera* Lam seeds and leaves in Wistar rats. **Pharmacogn. Commn.** v. 6, n. 2, p. 100-111, 2016.

OLIVEIRA JÚNIOR, S.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; SOUTO, P. C.; MAIOR JÚNIOR, S. G. S. ADUBAÇÃO COM DIFERENTES ESTERCOS NO CULTIVO DE MORINGA (*Moringa oleifera* LAM.). **Revista Verde**. v.4, n.1, p.125 – 134, 2009.

PADAYACHEE, B & BAIJNATH, H. An overview of the medicinal importance of Moringaceae. **Journal of Medicinal Plants Research**. v. 6, n. 48, pag.5831–5839, 2012

PINTO, A. V. F.; ALMEIDA, C. C. S.; BARRETO, T. N. A.; SILVA, W. S.; PIMENTEL, D. J. O. Efeitos de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.F. Ex S.Moore. **Revista Biociências**. v. 22, n.1, p.100-109, 2016.

SALLES, J. S.; STEINER, F.; ABAKER, J. E. P.; FERREIRA, T. S.; MARTINS, G. L. M. Resposta da rúcula à adubação com diferentes compostos orgânicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 02, p. 35-40, 2017.

SANTOS, F. G.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; RODRIGUES, L. B. Qualidade de compostos de esterco de ave poedeira submetido a dois tipos de tratamento de compostagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.10, p.1101–1108, 2010.

SANTOS, A. R. F. (2010) **Desenvolvimento inicial de *Moringa oleífera* Lam. sob condições de estresse**. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/ SE. Mestrado em agroecossistema), 77f.- (Dissertação de mestrado).

SOUZA, F. M. LIMA, E. C. S.; SÁ, F. V. S.; SOUTO, L. S.; ARAÚJO, J. E. S.; PAIVA, E. P. Doses de esterco de galinha e água disponível sob o desenvolvimento inicial do milho. **Revista Verde**. v. 11, n.5, p.64-69, 2016a.

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

SOUZA, G. S.; LIMA, J. C.; SANTOS, A. R.; OLIVEIRA, U. C.; BEZERRA, M. N. Produção de fitomassa de *Sálvia officinalis* L. cultivada sob malhas coloridas e doses de esterco avícola. **Revista Verde**, v. 12, n.2, p.182-186, 2017c.

SUASSUNA, J. F. FERNANDES, P. D.; NASCIMENTO, R.; OLIVEIRA, A. C. M. BRITO, K. A.; MELO, A. S. Produção de fitomassa em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico na formação do porta-enxerto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.12, p.1305–1313, 2012.

TEDESCO, M. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos/UFRGS, 1995. 174 p.

VALADARES, S. V.; SILVA, L. F.; VALADARES, R. V.; FERNANDES, L. A.; NEVES, J. C. L.; SAMPAIO, R. A. Plasticidade fenotípica e frações fosfatadas em espécies florestais como resposta à aplicação de fósforo. **Revista Árvore**, v.39, n.2, p.225-232, 2015.

CAPÍTULO II

TEORES FOLIARES E TAXA RELATIVA DE ABSORÇÃO DE N, P E K EM *Moringa oleifera* Lam. ADUBADAS COM CAMA DE FRANGO COM DUAS GRANULOMETRIAS

RESUMO: É importante a análise do tecido foliar para avaliar o estado nutricional das plantas, uma vez que se faz necessário verificar a quantidade de nutrientes por unidade de tempo e não somente a concentração de elementos. Objetivou-se avaliar o teor foliar e a taxa relativa de absorção de N, P e K em *Moringa oleifera* Lam. adubadas com cama de frango. Foram avaliadas duas granulometrias (1 e 4 mm) e quatro doses de cama de frango (0,0; 40,0; 80,0 e 120,0 g dm⁻³), com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por quatro mudas. A granulometria 1 mm proporcionou maiores decréscimos na taxa relativa de absorção de nitrogênio. A taxa relativa de absorção de potássio aumentou 50,6% com o aumento das doses de cama de frango, enquanto que houve diminuição nos teores de fósforo em função do aumento das doses de cama de frango com diâmetro de 1 e 4 mm. Houve aumento nos teores foliares de nitrogênio e potássio em função do aumento das doses de cama de frango. Recomenda-se a dose de 120 g dm⁻³ para obtenção dos maiores teores e taxa de absorção.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação orgânica; Macronutrientes; Nutrientes

ABSTRACT: It is important to analyze the foliar tissue to evaluate the nutritional status of the plants, since it is necessary to verify the amount of nutrients per unit of time and not only the concentration of elements. The objective was to evaluate the foliar content and the relative absorption rate of N, P and K in *Moringa oleifera* Lam. Fertilized with chicken litter. Two grades (1 and 4 mm) and four chicken bed doses (0.0, 40.0, 80.0 and 120.0 g dm⁻³) were evaluated, with four replications. The experimental unit consisted of four seedlings. The 1 mm granulometry provided higher decreases in the relative rate of nitrogen absorption. The relative rate of potassium uptake increased by 50.6% with the increase in chicken litter doses, while there was a decrease in phosphorus levels due to the increase of chicken bed doses with a diameter of 1 and 4 mm. There was an increase in nitrogen and potassium leaf contents due to the increase of chicken bed doses. It is recommended the dose of 120 g dm⁻³ to obtain the highest contents and rate of absorption.

KEY WORDS: Organic fertilization; Macronutrients; Nutrient

1. INTRODUÇÃO

A *Moringa oleifera* Lam. é uma planta da família da Moringaceae, caracterizada como hortaliça arbórea, tendo sua origem no Nordeste indiano Gallão et al. (2006), que foi introduzida no Brasil, pelo estado do Maranhão na década de 1950 com finalidade de uso paisagístico, certamente pela Secretaria de Agricultura (Damasio, 2015). No entanto, com base em Silva & Kerr (1999) ela foi introduzida no Brasil para combater problemas nutricionais.

A moringa (*Moringa oleífera*) é utilizada para produção de biodiesel, purificação de água, alimentação humana e animal, proteção e conservação do solo, entre outros (Paliwal et al., 2011). O seu cultivo em regiões áridas é expressivo, tendo em vista que as suas raízes tuberosas dão suporte ao crescimento e desenvolvimento das plantas nessas condições (Padayachee & Baijnathet, 2012).

No entanto, para avaliar se os nutrientes aplicados via adubação estão sendo translocados para as plantas, deixando-as mais vigorosas nutricionalmente, é preciso que haja avaliação do teor de nutrientes na mesma. Farias et al. (2016) relatam que é preciso que haja avaliações periódicas de crescimento, assim como no teor de macronutrientes no tecido vegetal, para selecionar o substrato mais adequado para a produção vegetal.

A planta necessita de uma certa quantidade de macronutrientes e micronutrientes para o seu pleno crescimento e desenvolvimento. Os macronutrientes como o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K), de maneira geral são requeridos em grandes quantidades pelas plantas. O nitrogênio tem várias funções na planta, como na constituição de aminoácidos, proteínas e função estrutural, assim como na diferenciação celular e fotossíntese Malavolta et al. (1997), além de constituir enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e clorofila (Santos et al., 2010).

O fósforo possui papel expressivo nas plantas Bonfim-Silva et al. (2016), pois atua na síntese e transferência de energia Meneghette et al. (2017), além de participar ativamente na divisão de células, fotossíntese e respiração (Malavolta, 1985). Já o K tem como função atuar como ativador enzimático de mais de 50 enzimas, assim como na regulação de abertura e fechamento dos estômatos e transporte de açúcares Malavolta (2006).

Para que a planta apresente boas condições nutricionais e de crescimento, é necessário a prática da adubação orgânica, pois esta melhora a fertilidade do solo, a CTC e a qualidade

das plantas (Faria et al., 2016). O uso de cama de frango é comum como forma de substituir a adubação mineral, uma vez que essa apresenta quantidades significativas de nutrientes essenciais às plantas. Souza et al. (2016) destaca o seu uso uma alternativa plausível para a produção agrícola. Contudo, não é comum trabalhos que avaliem o efeito da granulometria do esterco para a produção vegetal.

Como são escassos na literatura trabalhos que pesquisem sobre o uso do de esterco com diferentes granulometrias sobre a translocação de nutrientes nas plantas, objetivou-se com esta pesquisa avaliar os teores e as taxas de absorção de N, P e K em *Moringa oleifera* Lam. adubadas com doses de cama de frango com granulometrias de 1 e 4 mm.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi instalado em casa de vegetação da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), Campus de Pombal, localizado no sertão paraibano, nas coordenadas de 06°46'13''S e 37°48'06''W, e altitude em torno de 242 m. O clima predominante, com base na classificação de Köppen, é do tipo Bsh (semiárido) quente e seco, possuindo pluviosidade em torno de 700 mm/ano, com chuvas torrenciais ao longo do período chuvoso.

2.2 Cama de frango

Após a coleta da cama de frango no município de Equador-RN, o material foi peneirado em peneira com 1 mm de malha, para o esterco com granulometria de 1 mm. Para o esterco com diâmetro de 4 mm, realizou-se o peneiramento em malha de 4 mm; em seguida, o material foi novamente peneirado, desta vez em peneira com malha de 3 mm, para que todo o substrato com granulometria inferior a 4 mm fosse eliminado.

2.3 Tipo de solo utilizado

O solo utilizado foi o Neossolo Flúvico Ta Eutrófico (RYve), de acordo com Dantas et al. (2017), que ocorre em regiões de elevada restrição hídrica, sendo distribuídos principalmente em regiões semiáridas. São solos que apresentam caráter eutrófico, com presença significativa de minerais primários.

2.4 Análises físicas e químicas do solo e da cama de frango

O substrato e o solo foram analisados no Laboratório de Solos da Universidade Federal da Paraíba, sendo realizada a caracterização física e química, com base no Manual de Métodos de Análise de Solo (Embrapa, 2011).

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado no experimento

pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M.O.
	---- mg	kg ³ ----	----- cmol _c /dm ³ -----							g/kg
6,5	148,9	263,70	0,07	1,34	0,0	3,0	1,34	5,09	6,42	7,1

Tabela 2. Atributos físicos do solo utilizado no experimento

Areia	Silte	Argila	AD	GF	DS	DP	PT	Umidade			Classe
2-005	0,06-0,002	<0,002	-----					0,01	0,33	1,50	textural
mm	mm	mm					-----	MPa	-----		
----- g/kg -----			g/kg	kg/dm ³	g/cm ³	kg/dm ³	m ³ /m ³	-----	g/kg	-----	Areia
801	140	59	0,0	1000	1,54	2,65	0,42	118	125	24	franca

AD: argila dispersa; GF: grau de floculação; DS: densidade do solo; DP: densidade de partículas; PT: porosidade total.

Tabela 3. Atributos químicos da cama de frango

N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn	CO	CTC	C:N
----- g kg ⁻¹ -----				----- mg kg ³ -----					%	cmol _c /dm ³		
19,3	2,10	19,8	12,8	7,94	4,92	57	30	21,9	262	23,6	229,7	12:1

CO = Carbono orgânico; CTC= Capacidade de troca de cátions.

2.5 Tratamento e delineamento estatístico

Foram avaliadas duas granulometrias (1 e 4 mm) e quatro doses de esterco de frango (0,0; 40,0; 80,0 e 120,0 g dm⁻³), com quatro repetições. O experimento foi organizado no delineamento em blocos casualizados com quatro blocos. A unidade experimental foi constituída por quatro mudas.

2.6 Sementes

As sementes de moringa foram coletadas de plantas matrizes sadias localizadas na UFCG, Campus Pombal. As sementes foram semeadas em recipientes de poliestireno com capacidade de 5,0 dm³. Semearam-se oito sementes por recipiente, realizando aos 10 dias após a semeadura o desbaste para deixar quatro plantas por recipiente.

2.7 Irrigação

As irrigações foram feitas diurnamente nas primeiras horas da manhã e nas últimas horas da tarde, de modo a deixar o solo com umidade próximo à capacidade de campo, com base na equação 1:

$$Va = La - D$$

Em que: Va: volume aplicado; La: lâmina anterior; D = drenagem

2.8 Condução das mudas

As mudas foram conduzidas por 120 dias após a emergência (DAE). Aos 60 DAE, retiraram-se 32 plantas, sendo oito de cada bloco, do total de quatro blocos, para a realização das análises de teores foliares e taxa relativa de absorção de nutrientes. O material coletado foi separado em folhas e caules, para que somente as folhas fossem analisadas. O mesmo procedimento foi realizado aos 120 DAE, para novas análises.

2.9 Secagem e trituração do material a ser analisado

Em seguida, apenas as folhas foram levadas à estufa de circulação e renovação de ar, por 72 horas até a obtenção do peso constante. Para a trituração, utilizou-se um moinho tipo Willey, deixando-o com granulometria adequada para a realização das análises.

2.10 Determinação dos teores foliares

O material triturado foi levado ao Laboratório de Análise de Solo e Planta, vinculado ao Departamento de Solos e Engenharia Rural, pertencente a Universidade Federal da Paraíba, no Centro de Ciências Agrárias, Campus II. Utilizou-se cerca de 5,0 g de tecido vegetal para a análise de N, P e K, com base na metodologia de Tedesco et al. (1995).

2.11 Taxa relativa de absorção de nutrientes

A taxa relativa de absorção de nutrientes (TRAN) foi realizada comparando os dados de plantas coletados aos 60 e 120 dias após a emergência, com base na metodologia proposta por Kpakpo et al. (1997):

$$TRAN = \frac{(\ln U_2 - \ln U_1)}{(T_2 - T_1)}$$

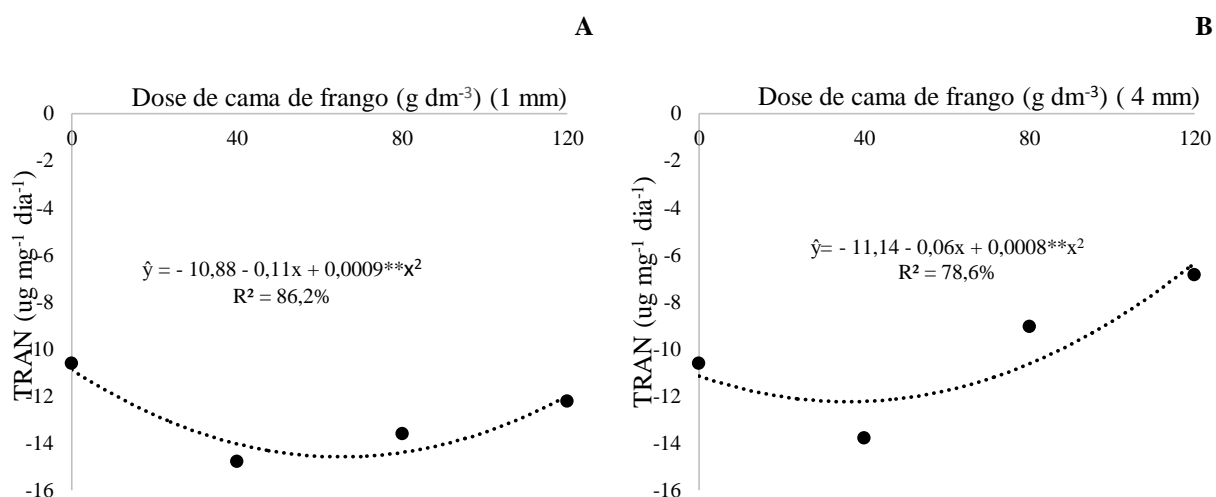
Em que: TRAN = Taxa relativa de absorção de nutrientes; U = teor de nutrientes nos tempos 1 e 2; T = tempo.

2.12 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância. Os efeitos das doses de cama de frango foram avaliados aplicando regressão polinomial, enquanto as médias das duas granulometrias foram comparadas com o teste F, utilizando o software SAS University (Cody, 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1A encontram-se os valores de nitrogênio absorvido pelas plantas adubadas com cama de frango de 1 mm, ao passo que a figura 1B representa os valores de nitrogênio de plantas adubadas com cama de frango com granulometria de 4 mm.



*; **: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 1. Taxa relativa de absorção de nitrogênio (TRAN) em *Moringa oleifera* lam. adubadas com cama de frango com diferentes granulometrias.

Nota-se na Figura 1A e B que houve decréscimo inicial da taxa de absorção de nitrogênio conforme o aumento das doses aplicadas de cama de frango, com posterior aumento a partir das doses 63 e 39 g dm^{-3} . Observa-se que na dose 0 g dm^{-3} ocorreu absorção de -10,9 (A) e -11,1 TRAN $\text{ug mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (B). A mínima absorção de nitrogênio ocorreu na dose na dose de 62 g dm^{-3} na granulometria de 1 mm, com taxa de absorção de -14,1 TRAN ($\text{ug mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), ao passo que a granulometria de 4 mm rendeu uma taxa mínima de absorção de -12,3 $\text{ug mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na dose de 38 g dm^{-3} , proporcionando, com o aumento das doses fornecidas, decréscimo de absorção de 23,1 e 6,9%.

Os valores negativos da taxa de absorção do nitrogênio foram devido aos menores teores foliares verificados aos 120 dias após a semeadura (Figura A e B), possivelmente como resultado do efeito de diluição, que acontece quando o fornecimento do mineral não

acompanha o crescimento da matéria seca das plantas, fazendo com que ocorra diminuição da concentração de nutrientes, que, segundo Antunes et al. (2016), pode estar relacionado a maior produção de matéria seca das plantas.

Carnevali et al. (2016) avaliando nitrogênio e fósforo na nutrição de *Stryphnodendron polyphyllum* relatam que houve efeito de diluição da concentração de nutrientes em função do aumento das doses de fósforo, ao passo que Ramos & Leonel (2014) evidenciaram que as menores doses de composto orgânico proporcionaram maiores taxas de nitrogênio, ocorrendo decréscimo com o aumento das doses.

A maior área de contato entre as partículas de cama de frango de 1 mm com o solo pode ter influenciado no maior ataque microbiano, uma vez que esta está muito mais fragmentada quando comparada as partículas com granulometria de 4 mm. Partículas de maior tamanho não favorecem o contato solo resíduo, refletindo em menor decomposição do resíduo pela biota do solo (Souza et al., 2016b). Lima et al. (2006) ressaltam que material grosseiro, como a casca de amendoim não triturada, que foi utilizada na pesquisa, facilita a aeração, no entanto, não contribui significativamente como fornecedor de nutrientes.

Por a cama de frango possuir estreita relação C:N (Tabela 3), o que facilita a decomposição, acredita-se que houve rápida oferta de N as plantas. Havendo rápida decomposição do resíduo aplicado, o fornecimento dos nutrientes as plantas se torna mais rápido e eficiente, contribuindo para melhor nutrição. Ademais, quando o resíduo é rico em nitrogênio, há o favorecimento da absorção de nutrientes como P, K, Ca e Mg (Souza et al., 2015c).

Houve aumento linear da taxa de absorção de potássio em virtude do aumento das doses de cama de frango aplicadas (Figura 2). Na menor dose, a taxa relativa de absorção de potássio (TRAK) foi de $-6,1 \text{ ug mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, ao passo que na maior dose (120 g dm^3), verificou-se valor de $-3,0 \text{ ug mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, ou acréscimo de 50,6%.

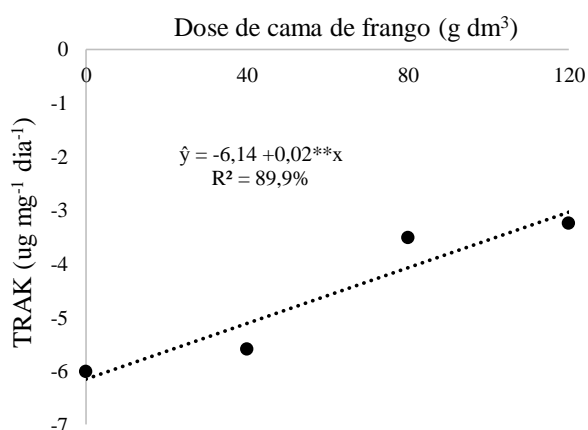
Possivelmente o aumento da taxa de absorção de potássio pode estar relacionada com a presença de outros elementos no meio, como o amônio (NH_4^+). Em estudos desenvolvidos por Garrone et al. (2016), observou-se que houve aumento na concentração de K nos tecidos nas plantas de pinhão-manso quando aplicou-se menos N-NH_4^+ devido ao efeito da inibição competitiva entre K^+ e NH_4^+ . Antunes et al. (2016) observaram que o uso de vermicompostos proporcionaram aumento nos de potássio nas folhas de acácia-negra.

Dania et al. (2014) associam os melhores resultados de crescimento e conteúdo de nutrientes, como o potássio, de plantas de moringa quando estas foram adubadas com esterco

de aves. Em pesquisa avaliando o uso de diferentes esterco para a produção de moringa, Oliveira Júnior et al. (2009) constataram que a moringa extrai mais potássio que as espécies forrageiras comumente encontradas na Caatinga, como jurema e leucena.

Não observou-se diferença estatística entre a taxa relativa de absorção de fósforo (TRAP) em plantas de moringa adubadas com cama de frango com duas granulometrias. Os valores obtidos com a pesquisa variaram entre -5,88 na dose 0 g dm³ e -6,66 ug mg⁻¹ dia⁻¹ na dose de 120 g dm³.

Apesar da grande mobilidade do fósforo nos tecidos vegetais (Teixeira et al., 2017), no solo seu movimento é bastante reduzida (Scherer et al., 2010). Para que haja correto suprimento da demanda de P para os vegetais, faz-se necessário aplicação antecipada de fósforo. Ainda, Segundo Ramos & Leonel (2014), pode ter ocorrido efeito de diluição do fósforo, pelo mesmo motivo ocorrido com o nitrogênio (Figuras 1A e B).



*; **: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 2. Taxa relativa de absorção de potássio (TRAK) em *Moringa oleifera* Lam. adubadas com cama de frango.

Kpakpo et al. (1997) em pesquisa avaliando a influência de adubo verde e biocomposto sobre o crescimento e dinâmica de nutrientes em trigo-serraceno (*Fogopyrum esculentum*) constataram relação entre os tratamentos aplicados e os coeficientes de nitrogênio, potássio e fósforo, aumentando os seus teores nos tecidos foliares.

É possível observar na figura 2A o teor foliar de nitrogênio em *Moringa oleifera* adubadas com cama de frango com diferentes granulometrias. Constatou-se comportamento quadrático do teor de nitrogênio em função das doses de cama de frango. Houve diminuição do teor foliar de nitrogênio de 18,2 g kg⁻¹ na dose 0 g dm³, para 17,5 g kg⁻¹ na dose 26 g dm³, gerando redução de 3,90% do teor de N nas folhas, seguido de aumento até a 28,479 g kg⁻¹,

na dose de 120 g dm^3 , favorecendo aumento de 35,98% ou $10,24 \text{ g kg}^{-1}$ de diferença da dose mínima para a dose máxima de cama de frango.

A (Figura 2B) evidencia comportamento linear crescente do teor de N nas folhas de moringa em função do aumento das doses de cama de frango (granulometria 4 mm). Constatou-se, na dose 0 g dm^3 teor foliar de $15,39 \text{ g kg}^{-1}$, aumentando o valor para $29,76 \text{ g kg}^{-1}$, na dose de 120 g dm^3 , com aumento 48,3% do teor de N nas folhas.

Nas figuras 2C e D verificou-se aumento linear crescente do teor de N nas folhas de moringa em função do aumento das doses, nas duas granulometrias (1 e 4 mm). As granulometrias 1 e 4 mm, nas doses de 0 g dm^3 , proporcionaram teor de N de $7,68$ e $6,74 \text{ g kg}^{-1}$, seguidos de aumentos nos teores de N de $15,27$ e $19,10 \text{ g kg}^{-1}$ ou 49,70 e 64,71%, até a dose máxima de 120 g dm^3 .

Possivelmente ocorreu imobilização do N (Figura 2A), provocando diminuição da disponibilidade do elemento N até a dose de 26 g dm^3 , seguido de aumento do teor de N no tecido vegetal até a dose de 120 g dm^3 . É recomendado que ocorra correto manejo da adubação orgânica, para que a alta imobilização ocorrida não coincida com a fase de alta demanda de N pelas plantas, podendo causar carência de N nas mesmas.

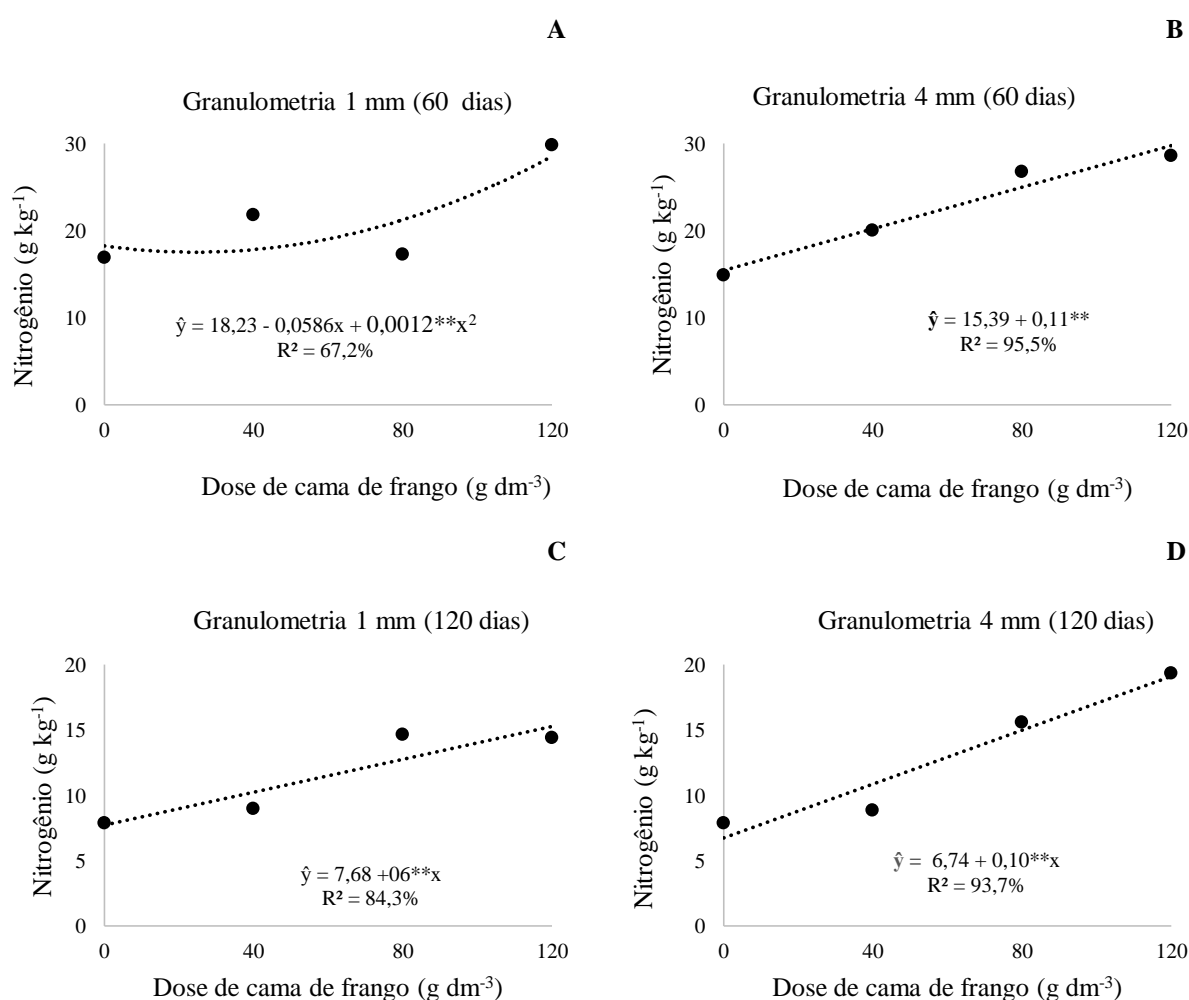
Apesar da relação C/N 12:1 (Tabela 3) ser estreita, há um período em que há deficiência de N no meio, mesmo que haja rápida mineralização do adubo. Imoro et al. (2012) testando diferentes fontes de estrume sobre o crescimento vegetativo e pigmentos fotossintéticos em plantas de moringa, concluíram que o esterco oriundo de aves apresentou os melhores resultados para as variáveis avaliadas.

Assim como as plantas, os microrganismos necessitam do elemento N para a formação de suas proteínas. Como a quantidade de microrganismos é significativamente superior ao número de plantas, e a granulometria de menor diâmetro favorece o ataque da microbiota do solo, estes, por sua vez, acabam levando vantagem na competição por N, diminuindo o fornecimento de N as plantas por determinado tempo, pois este nutriente está retido na multiplicação protoplasmática dos microrganismos (Pereira Neto, 2007). Após a morte destes microrganismos ocorre a liberação para as plantas.

Quando comparado o teor de N da (Figura 2B com a figura 2A) e a (Figura 2D com a figura 2C), nota-se que a granulometria 4 mm influenciou na diferença no teor de N quando comparado com as plantas adubadas com a cama de frango com granulometria de 1 mm. O

maior teor de N nas plantas adubadas com a granulometria de 4 mm pode estar associada com a decomposição e liberação do N de forma mais uniforme durante o decorrer da pesquisa, devido à maior granulometria do material, que não favorece a rápida liberação do N.

Isso pode estar associado ao fato da matéria orgânica do solo MOS (4 mm) ter passado primeiramente pelo processo de fragmentação, ocasionado pela macrofauna, seguido de decomposição, ocasionada pelos microrganismos. Apesar de os dois processos ocorrerem concomitantemente, possivelmente o N composto na cama de frango pode ter sido liberado de forma gradativa, à medida que era fragmentada, para em seguida ser imobilizada e depois mineralizada.

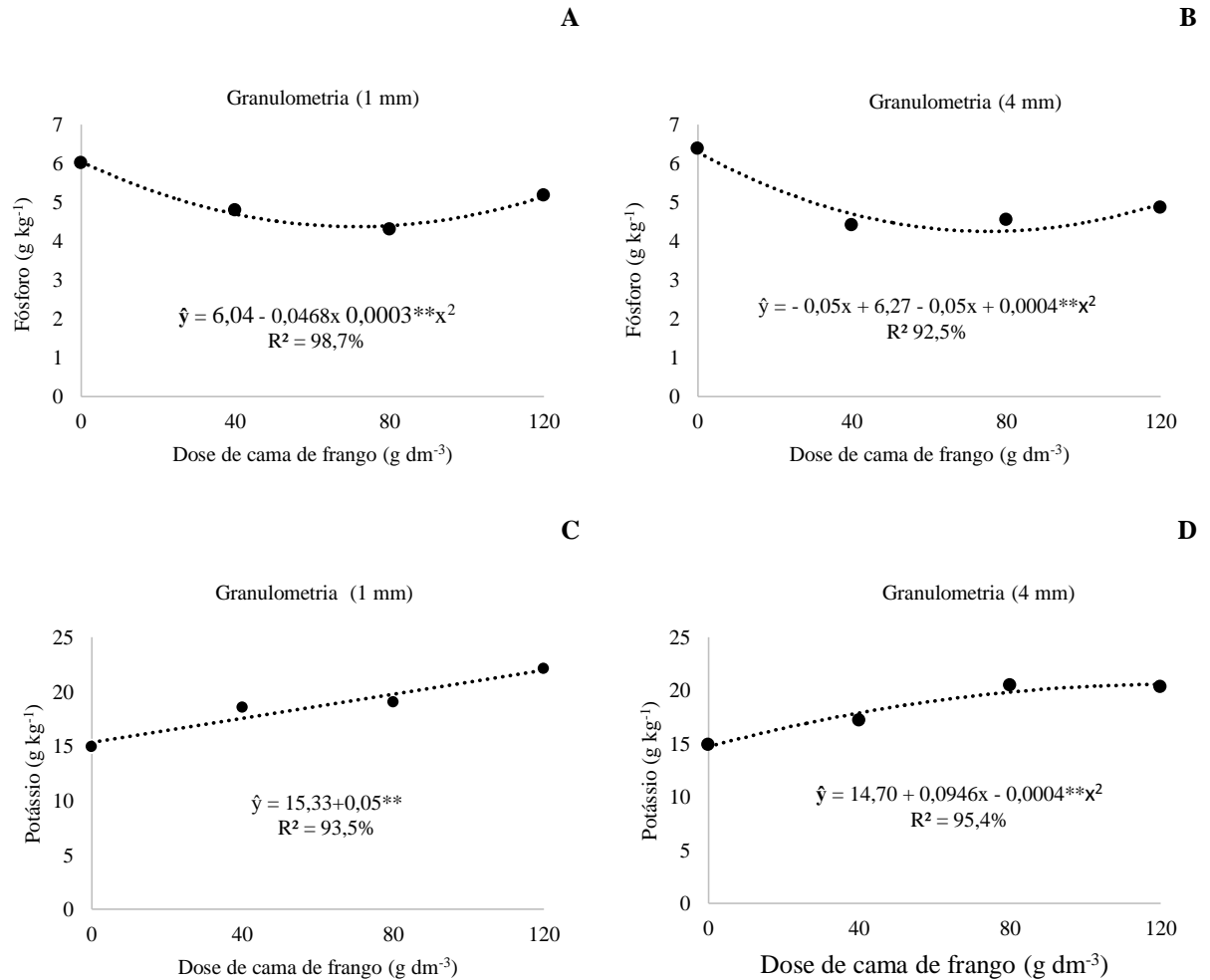


*; **: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 3. Teor foliar de nitrogênio em *Moringa oleifera* lam. adubadas com cama de frango com diferentes granulometrias.

Rezende et al. (2017) destacam que a fauna edáfica do solo é indispensável para a manutenção da fertilidade física e química do solo, sendo esta diretamente responsável pela

produtividade do sistema. Berude et al. (2015) ratificam a importância da meso e macrofauna na fragmentação do material orgânico grosseiro, além de favorecerem a ciclagem de nutrientes e decomposição do material deixando-o mais propício ao ataque dos microrganismos, sendo estes responsáveis pela fertilidade do solo e outras relações sinérgicas (Dick e Schumacher, 2015).



*; **: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 4. Teores foliares de fósforo e potássio em *Moringa oleifera* lam. adubadas com cama de frango com diferentes granulometrias.

Houve diminuição inicial com posterior aumento nos teores de P nas plantas de moringa adubadas com cama de frango com duas granulometrias (figuras 1A e B), verificando-se redução de 6,0 e 6,2 para 4,2 e 4,4, seguido de aumento de 4,2 e 4,4 para 4,7 e 5,7 g kg⁻¹ de P, implicando em redução de 30,2 e 28,9, seguida de aumento de 11,1 e 19,5%. Esse fato pode estar atribuído ao mesmo fenômeno que aconteceu na figura 2A, uma que vez que, assim como o nitrogênio, o fósforo também é usado pelos microrganismos para sua nutrição.

Para os teores de K, verificou-se aumento linear nas plantas de moringa adubadas com cama de frango com duas granulometrias (Figura 3C e D). Na figura 3D observou-se pequeno decréscimo no teor de K, obtendo-se comportamento quadrático. Nota-se nas Figuras 3C e D aumento 15,3 e 14,7 para 21,9 e 20,2 g kg⁻¹, ou 30,1 e 27,5%.

Diferentemente do N e P, o K não é requerido em grandes quantidades pelos microrganismos, que talvez tenha influenciado em sua maior disponibilidade para uso nas plantas, refletindo no maior teor nos tecidos foliares. Com base em Magro et al. (2016) o nutriente que os microrganismos necessitam em maiores quantidades é o carbono, sendo este considerado o esqueleto estrutural da matéria viva.

4. CONCLUSÕES

A granulometria 1 mm proporcionou maiores decréscimos na taxa relativa de absorção de nitrogênio.

A taxa relativa de absorção de K aumentou 50,6% com o aumento das doses de cama de frango, enquanto houve diminuição nos teores de P em função do aumento das doses de cama de frango com diâmetro de 1 e 4 mm.

Houve aumento nos teores foliares de N e K em função do aumento das doses de cama de frango.

Recomenda-se a dose de 120 g dm⁻³ para obtenção dos maiores teores e taxa de absorção.

5. REFERÊNCIAS

- ANTUNES, R. M.; CASTILHOS, R. M. V.; CASTILHO, D. D.; LEAL, O. A.; ANDREAZZA, R. Crescimento inicial de acácia-negra com vermicompostos de diferentes resíduos agroindustriais **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2016.
- BERUDE, M. C.; GALOTE, J. K. B.; PINTO, P. H.; AMARAL, A. A. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11 n. 22, p. 14-28, 2015.
- BONFIM-SILVA, E. M.; OLIVEIRA, J. R.; ANICESIO, E. C.; SILVA, T. J. A. Teor de clorofila e desenvolvimento de feijão guandu adubado com fosfato natural reativo em Latossolo do Cerrado. **Revista Agrarian**. v.9, n.33, p. 248-253, 2016.
- CARNEVALI, N. H. S.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. C.; CARNEVALI, T. O. RAMOS, D. D. Eficiência nutricional de mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* em função de nitrogênio e fósforo. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 449-461, 2016.

CODY R. An Introduction to SAS[®], University Edition. 368p. SAS Institute, 366 p. 2015.

DANIA, S. O.; AKPANSUBI, P.; EGHAGARA, O. O. Comparative Effects of Different Fertilizer Sources on the Growth and Nutrient Content of Moringa (*Moringa oleifera*). Seedling in a Greenhouse Trial v. 2014.

DAMASIO, F. Q. **Remoção de diclofenaco do meio aquoso utilizando sementes de *Moringa oleifera***. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós Graduação em química, Uberlândia, 2015.

DICK, G.; SCHUMACHER, M. V. Relações entre solo e fitofisionomias em florestas naturais. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v.3, n.2, p.31-39, 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2011, 230 p. (Embrapa – CNPS. Documentos, 132).

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Mimosa setosa* Benth. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1075-1086, 2016.

FARIAS, W. M.; ANDRADE, L. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; CUNHA, J. R. Utilização de macrófitas aquáticas em substrato para a produção de mudas de moringa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, p. 25-30, 2016.

GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.106-109, 2006.

GARRONE, R. F.; CAMPOS, A. G.; SILVEIRA, C. P.; LAVRES JUNIOR, J. Produção de biomassa, diagnose nutricional e absorção de nitrogênio e cálcio durante crescimento inicial do pinhão-manso. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 22-31, 2016.

IMORO, A. W. M.; SACKKEY, I.; ABUBAKARI, A. H. Preliminary Study on the Effects of Two Different Sources of Organic Manure on the Growth Performance of Moringa oleifera Seedlings, **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare** v. 2, n. 10, 2012.

KPAKPO, A.D.F., HORIUCHI, T., MIYAGAWA, S. Growth and nutrient dynamics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) as influenced by different applications of green soybean manure and bio-decomposer. **Japanese Journal of Crop Science**, v. 66, n. 3, p. 407–417, 1997.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; JERÔNIMO, J. F.; VALE, L. S.; , BELTRÃO, N. E. M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 474-479, 2006.

MAGALHÃES, I. P. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; SILVA, F. D. B.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; LOPES, I. P. C. Produtividade e exportação de nutrientes em feijão-vagem adubado com esterco de galinha. **Revista Ceres**, v. 64, n.1, p. 98-107, 2017.

- MAGRO, F. G.; DECESARO, A.; BERTICELLI, R.; COLLA, L. M.; Produção de bioetanol utilizando microalgas: uma revisão. **Semina**, v. 37, n. 1, p. 159-174, 2016.
- MAIZUWO, A. I.; HASSAN, A. S.; MOMOH, H.; MUHAMMAD, J. A. Phytochemical Constituents, Biological Activities, Therapeutic Potentials and Nutritional Values of *Moringa oleifera* (Zogale): A Review. **Journal of Drug Design and Medicinal Chemistry**. v. 3, n. 4, pag. 60-66, 2017.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral**. In: Ferri, M. G. (Ed.). Fisiologia vegetal. São Paulo: EPU, p. 97-116, 1985.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997.
- MENDES, L. B.; TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, C. F.; SARAZ, J. A. O. O ciclo do nitrogênio na criação de frangos de corte e suas perdas na forma de amônia volátil: uma revisão. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 20, Ed. 207, Art. 1383, 2012.
- MENEGHETTE, H. H. A.; LAZARINI, E.; BOSSOLANI, J. W.; PARRA, L. F.; HAYASHI, F. K. Doses de fósforo e potássio em plantas de amendoim na presença e ausência de adubação foliar. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. v. 11, n. 2, pag. 125-134, 2017.
- 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**, v.4, n.1, p.125 – 134, 2009.
- PADAYACHEE, B & BAIJNATH, H. An overview of the medicinal importance of Moringaceae. **Journal of Medicinal Plants Research**. v. 6, n. 48, pag.5831–5839, 2012.
- PALIWAL, R.; SHARMA, V.; PRACHETA, J. A review on horse radish tree (*Moringa oleifera*): A multipurpose tree with high economic and commercial importance. **Asian Journal of Biotechnology**. v. 3, pag. 317-328, 2011.
- PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem**: Processo de baixo custo. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 81 p.
- RAMOS D. P. & S. LEONEL, Composto orgânico no estado nutricional de tangerineira ‘Poncã’. **Scientia Plena**, v. 10, n. 6, 2014.
- REZENDE, L. P.; PORTELA, G. F.; MACEDO, N. C.; DINIZ, K. D. Identificação da macrofauna do solo em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. e área submetida à queimada no município de Sambaíba-MA. **Biodiversidade**, v.16, n. 1, p. 21-32, 2017.
- SANTOS, M. M.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, I. R.; MIRANDA, G. V.; FINGER, F. L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15N) na planta. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 34, pag. 1185-1194, 2010.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.4, p.1375- 1383, 2010.

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

SOUZA, F. M.; LIMA, E. C. S. SILVA SÁ, F. V. S.; SOUTO, L. S.; ARAÚJO, J. E. S.; PAIVA, E. P. Doses de esterco de galinha e água disponível sob o desenvolvimento inicial do milho. **Revista Verde**, v. 11, n.5, p.64-69, 2016a.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; RIBEIRO, D. O.; BAYER, C.; ROTTA, L. A. Matéria orgânica e agregação do solo após conversão de “campos de murundus” em sistema plantio direto, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p.1194-1202, 2016b.

SOUZA, J. L.; GUIMARÃES, G. P.; FAVARATO, L. F. Desenvolvimento de hortaliças e atributos do solo com adubação verde e compostos orgânicos sob níveis de N. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 019-026, 2015c.

TEDESCO, J. M.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188p. (Boletim técnico, 5).

TEIXEIRA, P. R.; CAMARGO, M. O.; FERREIRA, R. Q. S.; TAVARES, R. C.; SOUZA, P. B. Variação temporal de macronutrientes na serapilheira sob plantios de híbridos de eucalyptus. **Revista Desafios**, v. 04, n. 04, 2017.