

Utilização de macrófitas aquáticas em substrato para a produção de mudas de moringa

Walda Monteiro Farias^{1*}, Leonaldo Alves de Andrade², Manoel Bandeira de Albuquerque², João Rodrigues da Cunha³

¹Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro - Prédio da FACE - Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF, Brasil

²Universidade Federal de Paraíba, Campus Universitário, Cidade Universitária, CEP 58397-000, Areia, PB, Brasil

³Universidade Federal do Piauí, Rua Dirce de Oliveira, 3597, CEP 64.049-550, Teresina, PI, Brasil

***Autor correspondente:**

waldamonfar@yahoo.com.br

Termos para indexação:

Composto orgânico
Typha domingensis
Moringa oleifera

Index terms:

Organic compound
Typha domingensis
Moringa oleifera

Histórico do artigo:

Recebido em 04/10/2014
Aprovado em 11/12/2015
Publicado em 31/03/2016

doi: 10.4336/2016.pfb.36.85.791

Resumo - A utilização de macrófitas aquáticas na composição de substratos para produção de mudas de moringa constitui uma alternativa sustentável. Portanto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desenvolvimento de mudas de moringa, utilizando substratos com macrófitas aquáticas, e determinar os teores de N, P e K nas mudas. Utilizaram-se diferentes combinações de macrófitas (M), esterco bovino (E) e terra vegetal (TV) para compor os substratos. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3×4 , em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Foram avaliados: alturas das plantas, diâmetro da copa e caule, taxa relativa de crescimento em altura, em diâmetro da copa e do caule, matéria seca da parte aérea e raízes, comprimento de raízes e razão raízes/parte aérea, além dos teores de N, P e K das mudas. As mudas de moringa apresentam crescimento reduzido quando produzidas em substratos constituídos unicamente com taboa. Alfaca d'água e os substratos compostos por 60% M + 30% E + 10% TV e 70% M + 30% E, proporcionaram melhor nutrição e crescimento das mudas de moringa. O substrato 60M+30E+10TV composto pelo aguapé e taboa promoveram maior aporte de P para as mudas de moringa.

Use of aquatic macrophytes in substrate composition to produce moringa seedlings

Abstract - The use of aquatic macrophytes in substrate composition to produce seedlings of moringa is a sustainable alternative. Therefore, the objective of this research was to evaluate the development of moringa seedlings using substrates composed with aquatic macrophytes, and to determine concentrations of N, P and K in the seedlings. We used different combinations of weeds (M), manure (E) and topsoil (TV) to compose the substrates. The experiment was conducted in a 3×4 factorial in randomized arrangement with four replications. We evaluated plant height, crown diameter and stem, relative growth rate in height, canopy diameter and in stem, dry matter of aerial part and of roots, root length and root/shoot ratio, besides the content of N, P and K in seedlings. Moringa seedlings showed reduced growth when produced in substrates composed only with cattail. Water lettuce and substrates composed of 60% M + 30% E + 10% TV and 70% M + 30% E, promoted greater nutrition and growth of moringa seedlings. The substrate 60M + 30E + 10TV composed by water hyacinth and cattail resulted in greater amount of P in moringa seedlings.

Introdução

Originária da Índia e introduzida no Brasil por volta de 1950 (Amaya et al., 1992), a moringa (*Moringa oleifera* Lam.), espécie da família Moringaceae, é uma planta arbórea resistente e adaptada às condições semiáridas do nordeste brasileiro. Encontrada principalmente nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, tem sido difundida no Brasil com diversas finalidades, destacando-se na ornamentação de parques e jardins e como planta medicinal, além de ser utilizada na complementação alimentar humana e animal (Vieira et al., 2008).

Considerada a importância das espécies florestais arbóreas, estudos envolvendo todos os aspectos relacionados ao seu desenvolvimento, sobretudo no tocante à produção de mudas, têm sido desenvolvidos. Embora pesquisas utilizando materiais orgânicos, como os esterco, lodo de esgoto e fibra de coco, na composição de substratos para produção de mudas de moringa sejam encontradas na literatura (Neves et al., 2010), poucos são os trabalhos com substratos formados à base de plantas do grupo das macrófitas aquáticas.

A utilização destas plantas constitui uma alternativa sustentável, baseada em princípios ecológicos, uma vez que as macrófitas aquáticas, juntamente com os microrganismos associados, podem ser utilizadas no tratamento do solo, água e ar. Embora seja uma tecnologia emergente, possuem potencial fitorremediador no tratamento efetivo de uma ampla variedade de poluentes orgânicos e inorgânicos (Palma-Silva et al., 2012), pois apresentam grande capacidade de absorção de nutrientes, principalmente em ambientes eutrofizados, que por sua vez podem ser utilizados na composição de substratos para a produção de mudas.

O acompanhamento do desenvolvimento inicial de espécies florestais com medições periódicas e avaliação dos teores de macronutrientes é um meio importante para selecionar substratos que possam garantir qualidade e sanidade às mudas, favorecendo a produção.

Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo avaliar o efeito de substratos compostos com três espécies de macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (Mart.) (aguapé), *Pistia stratiotes* (L.) (alface d'água) e *Typha domingensis* (Pers.) (taboa) no crescimento inicial e o teor de macronutrientes de mudas de moringa.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

As sementes foram provenientes de lotes depositados em câmara fria do Laboratório de Ecologia Vegetal, CCA/UFPB. As mesmas foram mantidas submersas em água destilada durante 24 h antes do semeio em sacos de polietileno, contendo substratos produzidos com as espécies Macrófitas (M), *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *T. domingensis* adicionadas a esterco bovino (E) e terra vegetal (TV) em diferentes proporções. Das diferentes combinações dos materiais orgânicos e da terra vegetal, foram compostos os seguintes substratos: 100M; 60M + 30E + 10TV; 70M + 20E + 10TV e 70M + 30TV, para cada uma das três espécies de macrófitas (Tabela 1).

Tabela 1. Composição dos substratos produzidos com macrófitas aquáticas.

Tratamentos	Macrófitas (M) (%)	Esterco (E) (%)	Terra vegetal (TV) (%)
1	100	0	0
2	Pistia stratiotes	60	30
3		70	20
4		70	30
5		100	0
6	Eichhornia crassipes	60	30
7		70	20
8		70	30
9		100	0
10	Typha domingensis	60	30
11		70	20
12		70	30

A composição química dos diferentes componentes dos substratos utilizados na produção das mudas é apresentada na Tabela 2.

Os recipientes contendo os substratos e sementes foram dispostos em esquema fatorial 3×4 , em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 240 mudas de moringa.

Tabela 2. Caracterização química da terra vegetal, esterco bovino e das macrófitas aquáticas utilizadas na formação dos substratos.

Componentes	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	COT (g kg ⁻¹)	C/N -
Terra vegetal	35,64	0,572	4,24	49,77	1,40
Esterco bovino	15,91	26,39	70,84	363,44	22,88
<i>Pistia stratiotes</i>	24,87	12,11	35,70	238,24	9,57
<i>Eichhornia crassipes</i>	14,89	11,33	70,24	614,18	41,44
<i>Typha domingensis</i>	3,67	1,48	8,17	281,92	77,10

COT- carbono orgânico total

Foram avaliadas as variáveis alturas das plantas (AP), diâmetro da copa (DCo) e diâmetro do caule (DCa). Posteriormente, foram calculadas a taxa relativa de crescimento em altura (TRCA) e as taxas relativas de crescimento em diâmetro da copa (TRCDco) e do caule (TRCDca). As variáveis AP e DCo, foram obtidas com o auxílio de régua graduada, medindo-se a partir do colo da muda até o ápice do folíolo da folha e entre os extremos das folhas. O DCa foi determinado com o uso paquímetro, efetuando-se a medição no colo da planta. Ao final do experimento, 120 dias após a emergência, foram determinadas a massa da matéria seca da parte aérea (MSA) e matéria seca de raízes (MSR) com auxílio de balança de precisão, comprimento de raízes (CR), com uma régua graduada, razão raízes:parte aérea, e os teores de N, P e K das plantas.

Para o cálculo da taxa relativa do crescimento em altura e em diâmetro utilizou-se a equação 1, de acordo com Hunt (1990):

$$TR = (\ln Y_2 - \ln Y_1) / (t_2 - t_1) \quad (1)$$

Em que: TR = taxa relativa do crescimento em altura e diâmetro; Y_1 = valor numérico da variável no tempo t_1 ; Y_2 = valor numérico da variável no tempo t_2 ; ln = logaritmo neperiano.

Para a determinação da massa da matéria seca da parte aérea e de raízes procedeu-se o acondicionamento das mudas em sacos de papel identificados, que foram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem peso constante.

Os teores de N, P e K das mudas foram determinados após a digestão com ácido sulfúrico e acréscimo gradativo de peróxido de hidrogênio em bloco de digestão a 350 °C, até obtenção da cor azul claro (Thomas et al., 1967). Posteriormente, foram determinados os teores de

N pelo método Kjeldahl (Bremner & Mulvaney, 1982), de P por colorimetria (Murphy & Riley, 1962) e de K por fotometria de chama.

Os dados foram submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa SAS versão 9.3 (Sas Institute, 2011).

Resultados e discussão

Houve efeito significativo da interação entre as macrófitas, terra vegetal e esterco bovino para as variáveis razão raízes: parte aérea e matéria seca da parte aérea e das raízes das mudas de moringa (Tabela 3). Os substratos 70M + 30E + 10TV e 70M + 30TV de alface d'água e 60M + 30E + 10TV e 70M + 30E de taboa promoveram uma maior relação raízes: parte aérea. Todas as mudas de moringa desenvolvidas nos compostos orgânicos preparados com o aguapé apresentaram relação raízes: parte aérea semelhantes ($p < 0,05$), como apresentado na Tabela 3.

A massa da matéria seca da parte aérea de todas as mudas de *M. oleifera* foi semelhante, exceto a das cultivadas no substrato 100M de taboa, que apresentou menores valores de matéria seca da parte aérea ($p < 0,05$). Esteves et al. (2013) explicam que pode haver um desequilíbrio nutricional nos tecidos de *T. domingensis* provocado pela variação de absorção pela planta, portanto, o fornecimento limitante de nutrientes às mudas de moringa, provindos do substrato, pode ter promovido um menor desenvolvimento e conseqüentemente menor MSA das mudas. Outro fator a ser levado em consideração seria a alta relação C/N do substrato composto por 100% taboa (Farias et al., 2013), dificultando a mineralização e disponibilização de nutrientes às mudas.

As mudas produzidas nos substratos 60M + 30E + 10TV e 70M + 20E + 10TV de alface d'água, bem como as dos substratos 60M + 30E + 10TV e 70M + 30E de taboa apresentaram os maiores valores de massa de matéria seca de raízes. As mudas cultivadas nos substratos de aguapé apresentaram massa da matéria seca das raízes semelhantes (Tabela 3).

Tabela 3. Razão raiz: parte aérea, massa da matéria seca da parte aérea (MSA) e matéria seca da raiz (MSR) de mudas de moringa produzidas com diferentes substratos.

Macrófita	Razão Raiz : Parte Aérea			
	Substrato			
	100M	60M+30E+10TV	70M+20E+10TV	70M+30E
<i>Pistia stratiotes</i>	0,87 b A	0,88 b A	0,93 ab A	1,05 a A
<i>Eichhornia crassipes</i>	0,87 a A	0,94 a A	0,88 a AB	0,91 a B
<i>Typha domingensis</i>	0,14 c B	0,96 a A	0,79 b B	0,89 ab B
	MSA (g)			
<i>Pistia stratiotes</i>	83,22 a A	79,87 a A	82,04 a A	77,57 a A
<i>Eichhornia crassipes</i>	85,50 a A	85,17 a A	82,51 a A	83,44 a A
<i>Typha domingensis</i>	35,42 b B	80,58 a A	80,17 a A	84,75 a A
	MSR (g)			
<i>Pistia stratiotes</i>	73,77 A b	76,49 A ab	73,58 A b	82,90 a A
<i>Eichhornia crassipes</i>	79,35 a A	76,28 a A	75,66 a A	75,67 a AB
<i>Typha domingensis</i>	9,17 c B	75,09 a A	63,82 b B	73,22 a B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Foi observado efeito significativo da interação dos componentes dos substratos sobre os teores de P nas mudas de moringa. *P. stratiotes* (alface d'água) produziu substratos com potencial igual em fornecer P às mudas de moringa (Tabela 4). Os substratos 60M + 30E + 10TV com *E. crassipes* (aguapé) e *T. domingensis* (taboa) promoveram maior aporte de P e os substratos 100M, 70M + 20E + 10TV e 70M + 30E foram mais promissores em fornecer P quando produzidos com *P. stratiotes*. Possivelmente, este resultado ocorreu devido ao equilíbrio entre os teores de P nesta espécie, que apresenta teores de P ligeiramente superiores ao aguapé, 8 vezes maior que a taboa e que o esterco bovino. As variações intraespecíficas dos nutrientes nas macrófitas estão associadas às diferentes condições tróficas dos ambientes aquáticos, que podem influenciar os conteúdos de nutrientes dos tecidos vegetais (Henry-

Silva et al., 2002). O substrato com 60M + 30E + 10TV produzido com as três macrófitas apresentou comportamento semelhante quanto à contribuição de P às mudas de moringa, atingindo 4,06 mg g⁻¹ de *P. Adebayo* et al. (2011), avaliando alterações orgânicas sobre o desenvolvimento vegetativo e absorção de nutrientes de moringa, verificaram teores de 3,0 mg g⁻¹ de P nas mudas, quando utilizado esterco bovino.

Krolow et al. (2004), em estudo feito com algumas espécies de leguminosas, verificaram uma maior produção de massa seca das raízes e que estas responderam positivamente ao aumento de adubo fosfatado. A absorção deste nutriente pelas plantas é relacionada à densidade radicular, onde o aumento da área superficial da massa radicular aumenta a habilidade da planta em absorver o fósforo (Grant et al., 2001).

Tabela 4. Teor de fósforo em mudas de moringa produzidas com diferentes substratos.

Macrófitas	Fósforo (g kg ⁻¹)			
	Substratos			
	100M	60M+30E+10TV	70M+20E+10TV	70M+30E
<i>Pistia stratiotes</i>	3,79 a A	4,06 a A	3,70 a A	3,93 a A
<i>Eichhornia crassipes</i>	2,21 b B	3,79 a A	2,11 b B	1,87 b C
<i>Typha domingensis</i>	0,55 d C	4,09 a A	2,04 c B	2,65 b B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Não foi verificado efeito significativo dos componentes do substrato para a variável altura de planta, diâmetro da copa e do caule e comprimento de raízes (Tabela 5).

As mudas de moringa produzidas com os substratos formados apenas com macrófitas apresentaram taxas de crescimento em altura (AP) e em diâmetro de copa (DCo) semelhantes, bem como de comprimento de raízes (CR). Os substratos formados com 100% de *P. stratiotes* e 100% de *T. domingensis* promoveram maior taxa de crescimento em diâmetro de caule (Tabela 5).

Tabela 5. Crescimento relativo em altura de planta (AP), diâmetro de copa (DCo) e de caule (DCa), comprimento de raízes (CR) de mudas de moringa produzidas com diferentes substratos.

Macrófitas	AP	DCo	DCa	CR
	(mm m ⁻¹ dia ⁻¹)			(cm)
<i>Pistia stratiotes</i>	8,80 a	7,20 a	7,80 a	27,32 a
<i>Eichhornia crassipes</i>	8,20 a	7,60 a	6,10 b	27,78 a
<i>Typha domingensis</i>	8,80 a	7,30 a	6,40 ab	26,24 a
Substratos				
100M	6,20 b	6,80 a	4,30 c	23,01 a
60M + 30E + 10TV	8,40 ab	6,30 a	7,50 ab	28,79 a
70M + 20E + 10TV	8,90 a	7,40 a	6,60 b	28,07 a
70M + 30E	9,80 a	8,80 a	8,60 a	28,57 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Observa-se que os quatro substratos promoveram crescimento em diâmetro de copa e comprimento de raízes semelhante. As mudas cultivadas no substrato 100M apresentaram menor crescimento em altura de planta e diâmetro do caule. A presença de esterco bovino no substrato influenciou o desenvolvimento das plantas de moringa. Neves et al. (2010) também constataram aumento em altura de plantas e outros efeitos benéficos a mudas de *Moringa oleifera* com o uso de substratos contendo esterco bovino. Baiyeri et al. (2015) observaram resultados semelhantes no desempenho de mudas de moringa com o aumento da taxa de esterco suíno.

Não foi constatado efeito significativo de interação dos componentes dos substratos sobre os teores de N e K nas mudas de moringa (Tabela 6). Entretanto, as mudas de moringa produzidas com a taboa apresentaram menores teores de N, explicado pelo baixo teor deste nutriente nesta macrófita (Tabela 2). Os substratos mostraram a mesma eficiência em aportar N às mudas. Alfaca d'água e substrato 100M apresentaram as

mudas com os menores valores de potássio (Tabela 6). Oliveira et al. (2008) observaram valores superiores de N e inferiores de K em estudo com *M. oleifera*. Estes nutrientes são importantes, pois o nitrogênio está relacionado aos mais importantes processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, tais como fotossíntese, respiração desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética (Taiz & Zeiger, 2004), e o potássio além de estar envolvido no crescimento do tecido meristemático (Jacoby et al., 1973) é importante na manutenção da quantidade de água nas plantas.

Tabela 6. Teores de nitrogênio e potássio nas mudas de moringa produzidas com diferentes substratos.

Macrófita	N	K
	(g kg ⁻¹)	
<i>Pistia stratiotes</i>	12,62 a	30,40 b
<i>Eichhornia crassipes</i>	11,83 ab	37,53 a
<i>Typha domingensis</i>	9,95 b	32,12 ab
Substratos		
100M	11,11 a	22,70 b
60M + 30E + 10TV	11,78 a	39,62 a
70M + 20E + 10TV	11,31 a	34,33 a
70M + 30E	11,66 a	36,75 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Conclusões

As mudas de moringa apresentam menor desenvolvimento quando produzidas em substratos constituídos unicamente com *T. domingensis*.

P. stratiotes e os substratos compostos por 60% macrófita + 30% esterco + 10% terra vegetal e 70% macrófita + 30% esterco proporcionam maior nutrição e crescimento de mudas de moringa.

O substrato com 60% macrófita + 30% esterco + 10% terra vegetal composto por *E. crassipes* é bom fornecedor de P às mudas de moringa.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da UFPB/CCA de Areia, PB e Instituições financiadoras da pesquisa.

Referências

- ADEBAYO, A. G.; AKINTOYE, H. A.; OLUFOLAJI, A. O.; AINA, O. O.; OLATUNJI, M. T.; SHOKALU, A. O. Assessment of organic amendments on vegetative development and nutrient uptake of *Moringa oleifera* in the nursery. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 10, p. 74-79, 2011.
- AMAYA, D. R.; KERR, W. E.; GODOI, H. T.; OLIVEIRA, A. L.; SILVA, F. R. Moringa: hortaliça arbórea rica em beta-caroteno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 10, n. 2, p. 126, 1992.
- BAIYERI, K. P.; APEH, P.; STEVENS, G. C.; NDUKVE, O. O.; ABA, S. C.; OTITOJU, G. T. Growth performance and nutrient quality of three *Moringa oleifera* accessions grown as potplant under varied manure rates and watering intervals. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, p. 1996-2004, 2015.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen-total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H. E.; KEENEY, D. R. **Methods of soil analysis: part 2: chemical and microbiological properties**. Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, 1982. p. 595-624.
- ESTEVEZ, B. S.; SUZUKI, M. S. Nitrogen and phosphorus resorption efficiency, and N : P ratios in natural populations of *Typha domingensis* Pers. in a coastal tropical lagoon. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 25, p. 124-130, 2013. DOI: 10.1590/S2179-975X2013000200003.
- FARIAS, W. M.; ANDRADE, L. A.; PEREIRA, E. D.; DIAS, B. O.; ALBUQUERQUE, M. B.; FRAGA, V. S. Propriedades físicas e químicas de substratos produzidos utilizando macrófitas aquáticas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento, p. 3257-3270, 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n6Sup1p3257.
- GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 95, 16 p., 2001.
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Valor nutritivo de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura de efluentes de aquicultura. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, p. 5219-526, 2002.
- HUNT, R. **Basic growth analysis**. London: UnwinHyan, 1990. 112 p.
- JACOBY, B.; ABAS, S.; STEINITZ, B. Rubidium and potassium absorption by bean-leaf slices compared to sodium absorption. **Physiologia Plantarum**, v. 28, p. 209-214, 1973.
- KROLOW, R. H.; MISTURA, C.; COELHO, R. W.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E. P. Efeito do fósforo e do potássio sobre o desenvolvimento e a nodulação de três leguminosas anuais de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 2224-2230, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000900007.
- MURPHY, J.; RILEY, J. P. A. A modified simple solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 27, p. 31-36, 1962.
- NEVES, J. M. G.; SILVA, H. P.; DUARTE, R. F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. **Revista Verde de Agroecologia**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 173-177, 2010.
- OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, C. A. M.; SILVA, S. A.; MARTINS, S. F. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agroecologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008. DOI: 10.1590/S1413-70542008000100018.
- PALMA-SILVA, C.; ALBERTONI, E. F.; TRINDADE, C. R. T.; FURLANETTO, L. M.; ACOSTA, M. C. Uso de *Eichhornia crassipes* (Mart.) solms para fitorremediação de ambientes eutrofizados subtropicais no sul do Brasil. **Perspectiva**, Erechim, v. 36, n. 133, p. 73-81, 2012.
- SAS INSTITUTE. **User's guide: SAS/TAT 9.3**. Cary, 2011. 8621 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- THOMAS, R. L.; SHEARD, R. W.; MOYER, J. R. Comparison of conventional and automated procedures for nitrogen, phosphorus and potassium analysis of plant material using single digest. **Agronomy Journal**, v. 59, p. 240-243, 1967.
- VIEIRA, H.; CHAVES, L. H. G.; VIEGAS, R. A. Crescimento inicial de moringa (*Moringa oleifera* Lam) sob omissão de nutrientes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 4, p. 51-56, 2008.