



Desenvolvimento inicial de moringa pré-germinadas em diferentes substratos

Ciro de Miranda Pinto¹, Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto¹, Lucas Nunes da Luz¹, Cilmar Talyne de Araújo Costa¹, Adelino Armando Siteo¹

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial de moringa pré-germinadas em diferentes substratos pelas técnicas multivariada análise de componentes principais e agrupamentos. Conduziu-se a pesquisa na Unidade de Produção de Mudanças de Aurora, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, Ceará. Os tratamentos foram: T1 (areia grossa); T2 (areia grossa + esterco bovino); T3 (areia grossa + bagana de carnaúba); T4 (areia grossa + húmus de minhoca); T5 (areia grossa + adubo biofertil); T6 (areia grossa + fibra de coco triturado); T7 (areia grossa + húmus de minhoca + fibra de coco triturado); T8 (areia grossa + esterco bovino + bagana de carnaúba); T9 (areia grossa + fibra de coco triturado + adubo biofertil), com delineamento inteiramente casualizado, nove tratamentos e seis repetições. Avaliou-se: altura de planta, diâmetro do coleto, relação altura de planta e diâmetro do coleto, comprimento de raiz, número de folhas, volume de raiz, matéria da parte aérea, matéria seca de raiz, matéria seca total e índice de qualidade de mudas de Dickson. A matéria seca total e matéria seca da parte aérea mostraram maior relevância na análise de componentes principais. As mudas de moringa demonstram maior crescimento nos substratos dos tratamentos T4, T5, T7 e T9.

Palavras-chave: *Moringa oleífera*, Sustentabilidade, Estatística Multivariada, Alometria vegetal.

Initial development of pre-germinated moringa in different substrates

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the initial development of pre-germinated moringa in different substrates using multivariate principal component analysis and clustering techniques. The research was conducted at the Aurora Seedling Production Unit, University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony, Redenção, Ceará. The treatments were: T1 (coarse sand); T2 (coarse sand + cattle manure); T3 (coarse sand + carnauba bagasse); T4 (coarse sand + earthworm humus); T5 (coarse sand + biofertilizer); T6 (coarse sand + crushed coconut fiber); T7 (coarse sand + earthworm humus + crushed coconut fiber); T8 (coarse sand + cattle manure + carnauba bagasse); T9 (coarse sand + crushed coconut fiber + biofertilizer), with a completely randomized design, nine treatments and six replicates. The following were evaluated: plant height, stem diameter, plant height to stem diameter ratio, root length, number of leaves, root volume, shoot matter, root dry matter, total dry matter and Dickson seedling quality index. Total dry matter and shoot dry matter showed greater relevance in the principal component analysis. Moringa seedlings demonstrated greater growth in the substrates of treatments T4, T5, T7 and T9.

Keywords: *Moringa oleífera*, Sustainability, Multivariate Statistics, Plant Allometry.

INTRODUÇÃO

A moringa (*Moringa oleífera*) é uma planta perene, pertence à família *Moringaceae*, conhecida como lírio branco, quiabo de quina ou acácia branca, originária da Índia e da África (Souza; Lorenzi, 2008). É uma planta que se adapta bem às condições climáticas de regiões mais secas, com ampla adaptabilidade a vários os tipos de solo e estresse hídrico (Gunalan *et al.*, 2023). Possui crescimento rápido, porte arbórea com longas vagens verdes, sementes aladas, folhas grandes e flores brancas perfumadas, além de possui um alto valor nutricional, se dispersando por diferentes regiões do Brasil, com objetivos medicinais, ornamentais e industriais (Bezerra *et al.*, 2004).

Por possuir diversas utilidades, a moringa pode ser uma alternativa viável para o semiárido brasileiro, pois tem apresentado desenvolvimento satisfatório em vários cultivos por comportar-se bem aos diferentes tipos de estresses, tendo sua reprodução por meio de sementes ou estacas (Vasconcelos *et al.*,

2018). Além disso, a moringa pode ser utilizada na alimentação animal e no tratamento de água, por possuir propriedades não tóxicas e menor custo empregado durante o processo de tratamento de água, como coagulante natural para o tratamento de efluentes têxteis, águas residuais hospitalares, águas residuais de fábricas de óleo e águas residuais urbanas (Rifi *et al.*, 2023).

Diante disso, já foram desenvolvidos vários trabalhos com a moringa indicando múltiplas utilidades, a exemplos: utilização de sementes no tratamento de água em comunidades rurais (Santos *et al.*, 2019); a inclusão de folhas desidratadas de moringa na ração de cordonas (*Coturnix coturnix japonica*) (Garcia *et al.*, 2021); alimentação de cabras leiteiras (Argüelles-Verdugo *et al.*, 2018); folhas, inflorescências e frutos, usadas em refeições como as flores empanadas, canjiquinha com moringa, salada de moringa com acelga (*Beta vulgaris*) na alimentação humana (Kinupp, Lorenzi, 2021), extrato

aquoso de folhas e sementes de moringa no controle de *Fusarium solani* e *Rhizoctonia solani* (Goss *et al.*, 2017).

Por isso, a escolha de substratos para a produção de mudas é de grande relevância, principalmente no desenvolvimento inicial, sendo desejável que o substrato seja de boa qualidade, isento de patógenos, baixo custo, disponibilidade e de fácil acesso, características estas que os tornam rentável ao produtor rural. Conforme Gomes (2011) o substrato deve manter uma aeração elevada que favoreça o desenvolvimento das raízes e absorção de nutrientes. Estudos com o crescimento inicial de moringa em diferentes substratos já foi desenvolvido em algumas pesquisas, com Pimentel *et al.* (2021), Almeida *et al.* (2019), Medeiros *et al.* (2017) e Neves *et al.* (2010). Outras espécies vegetais cultivadas em diferentes substratos, foram: o Flamboyant, *Delonix regia* (Marinho *et al.*, 2017), *Jacaranda cuspidifolia* (Bandeira *et al.*, 2018), *Eugenia uniflora* L. (Marques *et al.*, 2019), *Harpalyce brasiliensis* Benth (Gonçalves *et al.*, 2019), *Tamarindus indica* (Santos *et al.*, 2020).

A produção de substrato utilizando resíduos agrícola pode ser uma possibilidade viável, podendo colaborar para minimizar o impacto ambiental que este insumo poderia provocar na natureza se fosse disposto de forma inadequada. Passos *et al.* (2015) relatam que o uso de resíduos orgânicos, advindos da própria propriedade rural, podem ser utilizados como fontes alternativas aos fertilizantes inorgânicos, de maneira a se tornar uma importante estratégia de desenvolvimento para a agricultura brasileira, com destaque para pequenos agricultores e agricultura familiar de produção agroecológica. Assim, o uso de fertilizantes orgânicos se torna viável economicamente, garantido também uma maior produtividade, sem causar maiores danos a longo prazo ao meio ambiente (NUR *et al.*, 2013).

Nesse sentido, observa-se que a utilização de análises estatísticas de experimentos com substratos na produção de mudas de uma forma geral, exploram a forma univariada, a exemplo, os trabalhos desenvolvidos por Pimentel *et al.* (2021) com moringa, Marques *et al.* (2019) com *Eugenia uniflora* L., Moreira *et al.* (2019) com *Dimorphandra mollis* Benth, e Marinho *et al.* (2017) com *Delonix regia*. No caso da aplicação de estatística multivariada nos trabalhos com substratos na produção de mudas verifica-se pouca aplicação.

Nesse contexto, a análise estatística de múltiplas variáveis respostas na produção de mudas, pode ser avaliada pela estatística multivariada com uso das técnicas de análise de agrupamento e da análise de componente principal.

A análise de agrupamento e a análise de componentes principais fazem parte do rol da estatística multivariada, são duas técnicas de análise

da interdependência e relações entre si num conjunto de variáveis (Resende, 2007). A análise de componentes principais permite a simplificação de um conjunto de dados, contidas num grupo de variáveis, em poucos componentes, capazes de reter o máximo a variação originalmente disponível e ser independentes entre si (Cruz, 2006). Enquanto, a análise de agrupamento é o conjunto de procedimentos da estatística multivariada que busca reunir objetos em grupos homogêneos (Frei, 2006).

Assim sendo, este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de moringa pré-germinadas em diferentes substratos pelas técnicas multivariada análise de componentes principais e análise de agrupamentos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Características da área experimental

O experimento foi conduzido na Unidade de Produção de Mudanças de Aurora (UPMA), da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará, e teve duração de 115 dias.

O município de Redenção possui coordenadas geográficas com latitude (S) 4°13'33" e longitude (W) 38°43'50" Nordeste com 88,8 m de altitude, clima quente úmido, tropical quente sub-úmido e tropical quente semiárido brando, pluviosidade de 1.062,0 mm, e temperatura média apresenta variação entre 26°C a 28°C (IPECE, 2017).

Coletas coleta das sementes

Coletou-se 300 sementes de moringa de uma planta matriz, que não apresentou problemas fitossanitários com insetos e fitopatógenos. Depois de colhidas, as sementes utilizadas para a condução do experimento foram selecionadas, retirando as chochas, as pequenas e as com perfurações de insetos.

Em seguida, as sementes foram imersas em água por 12 horas, depois desse período retirou-se a água, deixando-se as sementes úmidas em um recipiente, pulverizando água com borrifador durante os períodos da manhã e tarde, durante 48 horas. Esse procedimento foi utilizado, na perspectiva de uniformizar a germinação das sementes de moringa, além de acelerar o processo de emergências das plântulas.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com nove tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram compostos da seguinte forma: T1 - areia grossa; T2 - areia grossa + esterco bovino (3:1); T3 - areia grossa + bagana de carnaúba (3:1); T4 - areia grossa + húmus de minhoca (3:1); T5 - areia grossa + adubo biofertil (3:1); T6 - areia grossa + fibra de coco triturado (3:1); T7 - areia

grossa + húmus de minhoca + fibra de coco triturado (1:1:1); T8 - areia grossa + esterco bovino + bagana de carnaúba (1:1:1); T9 - areia grossa + fibra de coco triturado + adubo biofertil (1:1:1).

Para a avaliação do crescimento inicial, as sementes pré-germinadas foram alocadas em um quantitativo de duas por saco com dimensões de 20x30cm, preenchidos com os substratos supracitados, com irrigação diária de forma manual. Após 14 dias de semeadura, realizou-se o desbaste deixando apenas a plântula mais vigorosa.

Variáveis analisadas

A coleta dos dados foi determinada pela altura de planta (H), diâmetro do coleto (Dc), relação altura de planta e diâmetro do coleto (H/Dc), comprimento de raiz (CR), número de folhas (NF), e volume de raiz (VR). A altura de planta (H) e comprimento de raiz (CR) foram mensurados com uma trena graduada em metros. O diâmetro do coleto (Dc) foi tomado com auxílio de um paquímetro analógico. O volume de raiz (VR) foi determinado pelo volume da proveta com água e raiz (volume final) menos volume da proveta com água (volume inicial), sendo expresso em mL.

Após as coletas dos dados mencionados, determinou-se a separação do material vegetal das mudas de moringa, em parte aérea e raiz, sendo acondicionado em sacos de papel, identificado o tratamento e repetição para secagem em estufa. Esse material vegetal foi submetido à secagem no Laboratório de Bromatologia da UNILAB, em estufa a uma temperatura de 65 °C durante 48 horas. Para a obtenção da matéria seca da parte aérea, matéria seca de raiz, e matéria seca total, fez a pesagem em balança com precisão de três casas decimais.

A matéria seca total foi obtida conforme equação 1:

$$MST = MSPA + MSR \quad (\text{Equação 1})$$

em que: MSPA = matéria seca da parte aérea; MSR = matéria seca de raiz, MST = matéria seca total.

Além dessas variáveis medidas, utilizou-se também o índice de qualidade de mudas de Dickson *et al.* (1960) determinado pela equação 2, a seguir:

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{Dc} + \frac{MSR}{MSPA}\right)} \quad (\text{Equação 2})$$

em que: IQD = índice de qualidade de mudas; MST = matéria seca total; MSPA = matéria seca da parte aérea; MSR = matéria seca de raiz; H = altura da planta; Dc = diâmetro do coleto.

Análises estatísticas

O software estatístico empregado para análise dos dados do experimento da parte univariada e multivariada foi Rbio (Bhering, 2017). Nas avaliações estatísticas foram realizadas a análise de

variância (ANOVA), 1% ou 5% de probabilidade no teste F, enquanto para separação de médias, usou-se o teste Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade, caso a distribuição normal dos dados tenha sido confirmada pelo teste de teste Shapiro e Wilk (1965) ($p > 0,05$) (Bhering, 2017). Caso contrário usou-se a transformação de dados (Box, Cox, 1964) para descobrir, qual a transformação mais adequada aos dados experimentais, tornando a rodar a análise de variância novamente. Se a distribuição for normal, faz-se o teste de comparação de médias de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade (Bhering, 2017).

Em situações em que a distribuição normal, não é determinada e possuem variâncias heterogêneas mesmo depois da transformação dos dados experimentais, adota-se a estatística não paramétrica, Campos (1979). Como o delineamento do estudo foi o inteiramente casualizado, aplicou-se a comparação de médias pelo Teste de Kruskal-Wallis (Campos, 1979). Utilizou-se ASSISTAT, versão 7.7 (Silva, Azevedo, 2016) para a análise da estatística não paramétrica teste Kruskal-Wallis (5%).

Para estatística multivariada empregou-se as técnicas Análise de Agrupamento (AA) e Análise de Componentes Principais (PCA). Na Análise de Agrupamento, utilizou-se os dados estatísticos de entrada, considerando o delineamento inteiramente casualizado, para construção do Dendrograma, empregando-se os métodos: Método de distâncias Euclidiana, Método Hierárquico de Ward e o Agrupamento de otimização de Tocher (Tocher original) e Corte do dendrograma $k=1,25$, Mojena (1977). Na análise de componentes principais (PCA), adotou-se o gráfico de dispersão biplot, mostrando o percentual da primeira e segunda componente. Para a PCA empregou-se Gráficos adicionais: Pacote factoextra; Gráfico 3D: Pacote rgl para Grupos de Variáveis (Bhering, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, constam-se os resultados da aplicação do Teste de normalidade de Shapiro-Wilk, considerando dados sem transformação e dados transformados, para as variáveis resposta altura de plantas (H), diâmetro do coleto (Dc), relação altura de plantas com diâmetro do coleto (H/Dc), comprimento de raiz (cm), número de folhas (NF), número de ramos (NR) e volume de raiz (VR).

A variável a altura de planta (H), ao aplicar-se o teste Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), não foi constatado normalidade da distribuição com dados sem transformação ($p = 2,00 \times 10^{-5}$) e dados transformados pelo inverso da raiz quadrada ($p = 5,20 \times 10^{-7}$) (Tabela 1). O diâmetro do coleto (Dc) da moringa, teve distribuição normal ($p = 0,5953666$) pelo teste de

Shapiro-Wilk, com os dados transformados pelo inverso da raiz quadrada (Tabela 1).

Tabela 1 - Teste de normalidade de Shapiro-Wilk para as variáveis resposta altura de plantas (H), diâmetro do coleto (Dc), relação altura de plantas com diâmetro do coleto (H/D), comprimento de raiz (cm), número de folhas (NF), número de ramos (NR) e volume de raiz (VR), em diferentes substratos, Redenção, CE, Brasil, 2021.

	H(cm)	Dc (cm)	H/Dc (cm/cm)	CR (cm)	NF	VR (mL)
¹ P-valor (*)	2,00 x10 ⁻⁵	0,00015703	0,0176578	0,1297637	0,7371471	0,575261
² P-valor (*)	5,20 x10 ⁻⁷	0,5953666	0,0005790	-	-	-
Transformação Box-Cox (λ)	-0,141414	-0,505050	0,909090	-	-	-

¹ Obtidos dados sem transformação; ² Obtido dos dados transformados *Nível de significância usado na comparação com p-valor do Teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi de 5%.

A relação altura de plantas com diâmetro do coleto (Dc) não apresentaram distribuição normal dos dados experimentais, sem transformação ($p=0,0176578$) e com transformação arco seno ($p=0,0005790$) (Tabela 1). O comprimento de raiz (CR), número de folhas (NF) e volume de raiz (VR) das plantas de moringa (CR), apresentaram distribuição normal, com as respectivas probabilidades nominais (p-valor) do teste de Shapiro-Wilk foram, respectivamente de 0,1297637, 0,7371471 e 0,575261, superiores ao nível de significância de 0,05 (5%) adotado (Tabela 1).

O resumo da análise variância, teste de comparação múltipla de Scott e Knott (estatística paramétrica) e teste Kruskal-Wallis (estatística não paramétrica) apresentam-se na Tabela 2, as variáveis resposta (H), diâmetro do coleto (Dc), relação altura de plantas com diâmetro do coleto (H/D), comprimento de raiz (cm), número de folhas (NF), número de ramos (NR) e volume de raiz (VR).

A altura de plantas de moringa (H), não será abordado a análise de variância (Tabela 2), pois dados sem transformação e com transformação, não apresentaram distribuição normal (Tabela 1). Em situações deste tipo, recomenda-se o uso da estatística não paramétrica como teste de Kruskal-Wallis, utilizado em experimento instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), como recomendo por Campos (1979).

A altura de planta de moringa (H), utilizou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade, para comparação das médias tratamentos da altura de plantas (H). O tratamento T8 (areia grossa + esterco bovino + bagana de carnaúba, 1:1:1), diferiu estatisticamente apenas do tratamento T6 (areia grossa + fibra de coco triturado, 3:1), não se verificou diferenças dos demais tratamentos, pelo teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. Pimentel *et al.* (2021), analisou a variável resposta altura de plantas de moringa, e reportaram que o tratamento T4 (cama de frango 10%, esterco bovino 0%, terra preta 75%, palha de arroz 3%), foi maior do que os tratamentos T1, T3, T6 e T8, com exceção aos

tratamentos T2, T5 e T7. Neves *et al.* (2010) estudaram a produção de mudas de moringa e não verificaram diferença entre substratos testados para altura de planta.

O diâmetro do coleto (Dc), com dados transformados pelo inverso da raiz quadrada, foi significativo a 1% de probabilidade ($p=0,00021$) e teve coeficiente de variação (15,25 %) (Tabela 2). Com a aplicação do teste Scott e Knott, infere-se que tratamentos T2 (areia grossa esterco bovino), T8 (areia grossa + esterco bovino + bagana de carnaúba) e T9 (areia grossa + fibra de coco triturado + adubo biofertil), são recomendados na produção de mudas de moringa, pois apresentaram menores valores do diâmetro do coleto, em decorrência da transformação inverso da raiz quadrada (Tabela 2). Marques *et al.* (2019), observaram que diâmetro do coleto de *Eugenia uniflora* L, teve maior resposta no crescimento e desenvolvimento, quando as mudas foram produzidas no substrato T4 (50 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água) em relação aos demais estudados. Esse tratamento 4, apresentou maior percentual de nitrogênio, fosforo e zinco (mg L^{-1}) em comparação aos tratamentos 1, 2 e 3.

A relação entre altura de planta e diâmetro do coleto (H/Dc), aplicou-se a estatística não Kruskal-Wallis para comparação das médias de tratamentos (Tabela 2). Não foi constatado diferenças estatísticas na aplicação do teste de Kruskal-Wallis ($p>0,05$) entre médias dos tratamentos (Tabela 2).

Essa ausência de resposta significativa na relação H/DC, pode ser atribuída a correlação positiva e significativa entre o par H x DC, $r=0,6945352$ e $p\text{-valor}=5,70 \times 10^{-9}$. Em estudos para avaliar diferentes substratos na produção de mudas de flamboyant (*Delonix regia*), Marinho *et al.* (2017), verificaram para variável resposta H/Dc, que o tratamento T9 (Substrato comercial Bioplant® + Fibra de coco + Casca de arroz carbonizada, 25:25:50), foi maior que os tratamento T1 (substrato comercial Bioplant®) e - T3 (Substrato comercial + Casca de arroz

carbonizada, 70:30), não diferindo dos demais tratamentos analisados aos 90 dias.

Tabela 2 - Resumo da análise variância, teste de Scott e Knott e do teste Kruskal-Wallis para as variáveis resposta altura de plantas (H), diâmetro do coleto (Dc), relação altura de plantas com diâmetro do coleto (H/D), comprimento de raiz (cm), número de folhas (NF), número de ramos (NR) e volume de raiz (VR), em diferentes substratos, Redenção, CE, Brasil, 2021.

Fonte de Variação	Quadrado Médio					
	H(cm)	Dc (cm)	H/Dc	CR (cm)	NF	VR (mL)
Tratamento	1740,17** (p=0,0004)	0,168807** (p=0,00021)	298,41^{ns} (p=0,4697)	19,85^{ns} (p=0,1952)	23,10^{ns} (p=0,0670)	275,31** (p=0,0002)
Resíduo	383,91	0,034472	306,98	13,51	11,50	55,28
Substratos	Teste de Scott e Knott (^{ep}) e Teste Kruskal – Wallis (^{enp})					
T1	^{enp} 14,08 AB ^{ep} (29,10 b)	^{dt} 1,37 a ^{dnt} 0,55 b	^{enp} 18,41 ^{ep} (53,49)	^{ep} 17,30	^{ep} 8,17	^{ep} 21,67 a
T2	39,75 AB (73,88 a)	0,97 b 1,12 a	37,25 (68,91)	13,35	10,17	24,67 a
T3	13,08 AB (28,85 b)	1,40 a 0,51 b	22,83 (56,76)	14,66	9,33	10,67 b
T4	31,91 AB (45,75 b)	1,28 a 0,65 b	37,66 (72,36)	16,25	10,50	27,17 a
T5	37,00 AB (52,16 a)	1,27 a 0,83 a	32,50 (65,97)	15,11	12,50	25,83 a
T6	11,58 A (28,41 b)	1,42 a 0,56 b	15,33 (51,87)	13,48	5,50	13,50 b
T7	26,33 AB (39,96 b)	1,27 a 0,65 b	27,66 (65,31)	15,41	8,67	17,00 a
T8	41,08 B (69,25 a)	1,01 b 1,12 a	30,08 (65,87)	18,93	10,67	22,67 a
T9	32,66 AB (52,53 a)	1,10 b 0,87 a	25,75 (59,17)	14,31	8,67	31,67 a
^{dnt} CV (%)	41,99	37,70	28,35	23,83	36,26	34,35
^{dt} CV (%)	20,66	15,26	24,25	-	-	-

**Significativo ao nível de 1% (p<0,01); ^{ns}: não significativo (p≤0,05). ^{enp} (Estatística não paramétrica): Teste não paramétrico Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade para comparação das médias, seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si. ^{ep} (Estatística paramétrica): Teste de Scott e Knott, as médias seguidas da mesma letra não diferem 5% de probabilidade; ^{dt}: dados transformados; ^{dnt}: dados não transformados; ^t (Tratamentos): T₁ - areia grossa; T₂ - areia grossa + esterco bovino (3:1); T₃ - areia grossa + bagana de carnaúba (3:1); T₄ - areia grossa + húmus de minhoca (3:1); T₅ - areia grossa + adubo biofertil (3:1); T₆ - areia grossa + fibra de coco triturado (3:1); T₇ - areia grossa + húmus de minhoca + fibra de coco triturado (1:1:1); T₈ - areia grossa + esterco bovino + bagana de carnaúba (1:1:1); T₉ - areia grossa + fibra de coco triturado + adubo biofertil (1:1:1).

O comprimento de raiz (CR) e número de folhas (NF), não apresentaram respostas significativas na análise de variância, com as respectivas probabilidades nominais de 0,1952 e 0,0670, respectivamente (Tabela 2). Nenhum tratamento foi significativo com aplicação do teste de Scott e Knott (p>0,05) para comprimento e número de folhas das plantas de moringa (Tabela 2).

Ausência de resposta diferentes significativas para comprimento de raiz de moringa, entre substratos estudados, também foram observadas por Pimentel *et al.* (2021). Bandeira *et al.* (2018), verificaram que as mudas *Jacaranda cuspidifolia*, mostraram maior comprimento de raiz nos tratamentos T₈ (fibra de coco 20%; casca de arroz carbonizada 80%) e T₇ (fibra de coco 30%; casca de arroz carbonizada 70%), comparados os tratamentos T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ e T₆. Para número de folhas de feijão bravo (*Capparis hastata*), Nhaga *et al.* (2019), relatam que tratamento T₂ (solo + esterco bovino), foi maior que os tratamentos T₅ (solo + bagana de carnaúba + esterco bovino + esterco ovino) e tratamento T₁ (solo).

O volume de raiz das plantas de moringa (VR), foi significativo a 1% de probabilidade pelo teste F (p=0,0002), constatado na Tabela 2. Os tratamentos T₃ (areia grossa + bagana de carnaúba) e T₆ (areia grossa + fibra de coco triturado), proporcionaram os menores valores de volume de raiz, em comparação aos demais tratamentos. Respostas desta natureza, podem ser atribuídas em alta relação C/N dos tratamentos (substratos). Santos *et al.* (2020), observaram que quando estudaram a produção de mudas de tamarindo, *Tamarindus indica* L., o maior volume de raízes foi encontrado no tratamento 100% de bagana de carnaúba (BC), em comparação aos tratamentos 0 % CA, 50 % CA e 1000 % CA (casca de arroz).

A matéria seca da parte aérea (MSPA), teve distribuição normal, pois p-valor foi maior (0,7558311), que o nível de significância adotado (0,05 ou 5%) (Tabela 3). As variáveis resposta matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da total (MST), relação entre matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz (MSPA/MSR) e o índice de

qualidade de Dickson (IQD), não apresentaram distribuição normal sem transformação e com transformação dos dados experimentais (Tabela 3).

Com relação as transformações de dados utilizaram-se, para MSR a transformação Ln (MSR), MST a transformação $\frac{1}{\sqrt{MST}}$, a relação MSPA/MSR a

transformação $\frac{1}{\sqrt{MSPA/MSR}}$ e o IQD a transformação $\frac{1}{IQD}$ (Tabela 3).

Os valores da transformação Box, Cox (1964) tiveram variação, entre números negativos e positivos, ou seja, de -1,55 a 1,23 (Tabela 3).

Tabela 3 - Teste de normalidade de Shapiro-Wilk para as variáveis resposta matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da total (MST), relação entre matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz (MSPA/MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD), em diferentes substratos, Redenção, CE, Brasil, 2021.

	MSPA(g)	MSR (g)	MST(g)	MSPA/MSR(g/g)	IQD
¹ P-valor (*)	0,7558311	0,01454884	0,0054524	8, 30 x 10 ⁻⁸	9,22 x 10 ⁻⁵
² P-valor (*)	-	2,25 x 10 ⁻⁷	9,22 x 10 ⁻⁵	0,01138661	0,02891115
Transformação Box-Cox (λ)	-1,555556	1,232323	0,02020202	-0,989899	-0,828282

¹ Obtidos dados sem transformação; ² Obtido dos dados transformados *Nível de significância usado na comparação com p-valor do Teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi de 5%

A análise de variância para a matéria seca da parte aérea (MSPA), foi significativa a 1% de probabilidade ($p < 1,30 \times 10^{-16}$), o que sugeriu existe diferença entre pelos menos a média de um dos tratamentos em relação aos demais (Tabela 4). O tratamento T2 (areia grossa + esterco bovino), teve

maior acúmulo de matéria seca da parte aérea, em relação aos demais tratamentos, diferença constatada pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Conforme Almeida *et al.* (2019), o substrato que proporciona maior acúmulo de matéria seca parte aérea (MSPA) da moringa é a palha vegetal + areia + arisco (T4), em comparação demais tratamentos.

Tabela 1 - Resumo da análise variância e teste de Scott e Knott para as variáveis resposta matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da total (MST), relação entre matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz (MSPA/MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) em diferentes substratos, Redenção, CE, Brasil, 2021.

Fonte de variação		Quadrado Médio			
	MSPA(g)	MSR(g)	MST	MSPA/MSR(g/g)	IQD
Tratamento	0,000666** ($p = 1,30 \times 10^{-16}$)	0,199282** ($p = 0,0037$)	0,0042898 ** ($p = 2,20 \times 10^{-5}$)	0,66625** ($p = 1,83 \times 10^{-5}$)	0,15890 ^{ns} ($p = 0,31637$)
Resíduo	0,0000195	0,083698	0,0004673	0,10573	0,13158
Substratos					
Teste de Scott e Knott (^{ep}) e do Teste Kruskal – Wallis (^{enp})					
T1	^{ep} 0,6098 d	^{enp} 41,33 B ^{ep} (2,50 a)	^{enp} 29,16 ABC ^{ep} (0,2290 b)	^{enp} 7,33 A ^{ep} (1,8154 a)	^{enp} 38,00 ^{ep} (2,85)
T2	0,6341 a	30,41 AB (2,24 a)	49,25 C (0,1868 c)	45,41 B (0,6703 c)	38,16 (2,52)
T3	0,6056 e	8,83 A (2,05 b)	7,33 A (0,2662 a)	27,50 AB (1,2568 b)	15,83 (4,07)
T4	0,6202 c	29,50 AB (2,32 a)	28,66 ABC (0,2294 b)	31,16 AB (1,1817 b)	19,33 (3,80)
T5	0,6214 c	31,91 AB (2,37 a)	31,08 ABC (0,2245 b)	30,08 AB (1,1932 b)	26,33 (3,44)
T6	0,6013 c	19,16 AB (8,27 b)	10,16 A (0,2736 a)	17,83 AB (1,4129 b)	21,50 (4,14)
T7	0,6139 d	19,83 AB (2,19 b)	17 AB (0,2471 a)	28,50 AB (1,2264 b)	18,16 (3,97)
T8	0,6283 b	28,33 AB (2,32 a)	40,00 BC (0,2135b)	42,83 B (0,9035 c)	33,66 (2,96)
T9	0,6013 e	38,16 B (1,97 b)	34,83 ABC (0,1868 c)	16,83 AB (1,5291 a)	36,50 (2,92)
^{dnt} CV (%)	0,72	21,09	18,73	51,03	100,26
^{dt} CV (%)	-	12,64	9,30	26,15	29,96

**Significativo ao nível de 1% ($p < 0,01$); ^{ns}: não significativo ($p \leq 0,05$). ^{enp} (Estatística não paramétrica): Teste não paramétrico Kruskal Wallis a 5% de probabilidade para comparação das médias, seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si. ^{ep} (Estatística paramétrica): Teste de Scott e Knott, as médias seguida da mesma letra não diferem 5% de probabilidade; ^{dt}: dados transformados; ^{dnt}: dados não transformação; ^t (Tratamentos): T₁ - areia grossa; T₂ - areia grossa + esterco bovino (3:1); T₃ - areia grossa + bagana de carnaúba (3:1); T₄ - areia grossa + húmus de minhoca (3:1); T₅ - areia grossa + adubo biofertil (3:1); T₆ - areia grossa + fibra de coco triturado (3:1); T₇ - areia grossa + húmus de minhoca + fibra de coco triturado (1:1:1); T₈ - areia grossa + esterco bovino + bagana de carnaúba (1:1:1); T₉ - areia grossa + fibra de coco triturado + adubo biofertil (1:1:1).

Com relação matéria seca da raiz (MSR), empregou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade para comparação dos tratamentos (Tabela 4), os tratamentos T1 (areia grossa) e tratamento T9 (areia grossa + fibra de coco triturado + adubo biofertil) foram diferentes do tratamento T3 (areia grossa + bagana de carnaúba), não diferindo dos demais tratamentos aplicados. Medeiros *et al.* (2017) estudaram proporções de composto orgânico e solo, na produção mudas de moringa, observaram que a proporção 1:1, v/v (composto e solo), teve maior acúmulo de matéria seca (MSR), em relação as proporções 0:1; 1:1; 2:1 e 3:1 v/v para as plantas de moringa

A variável resposta matéria seca da total (MST), os tratamentos T3 (areia grossa + bagana de carnaúba) e T6 (areia grossa + fibra de coco triturado), apresentaram diferenças estatística pelo teste Kruskal-Wallis (5%) comparados ao tratamento T2 (areia grossa + esterco bovino) (Tabela 4). Pimentel *et al.* (2021) estudando a produção de mudas de moringa, observaram que a variável matéria seca total (MST), teve maiores valores no tratamento T7 (cama de frango 20%, esterco bovino 10%, terra preta 55%, palha de arroz 3% e fibra de coco 12%), comparados em tratamento T1, T2 e T8, indicando acúmulo de biomassa vegetal. O tratamento T7, teve resposta similar aos tratamentos T3, T4, T5, T6 para matéria seca total (MST). Marques *et al.* (2018), constataram que substrato 4 (0 % substrato comercial Plantmax® + 50 % resíduo orgânico da estação de tratamento de água), proporcionaram maior acúmulo de matéria seca total das mudas de *Eugenia uniflora* L., comparados aos outros substratos avaliados.

O teste de Kruskal-Wallis (5%), aplicado a relação entre matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz (MSPA/MSR), constatou-se diferença do tratamento T1 (areia grossa) em relação aos tratamentos T2 (areia grossa + esterco bovino) e T8 (areia grossa + esterco bovino), não diferindo dos demais tratamentos (Tabela 4). Gonçalves *et al.* (2019),

estudando a produção de mudas de *Harpalyce brasiliensis* Benth, detectaram que o tratamento T2 (2 partes de bagana de carnaúba + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda), teve maiores valores na relação MSPA/MSR, comparado aos tratamentos T1 (2 partes de serragem + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda) e T3 (2 partes de fibra de coco + 0,5 parte de areia + 1,5 partes de composto orgânico de poda). Marinho *et al.* (2017) analisaram a relação MSPA/MSR, concluíram que não ocorreu alterações em decorrência dos diferentes substratos usados na produção de mudas de flamboyant (*Delonix regia*).

Respostas não significativas para aplicação do teste Kruskal-Wallis (5%), foram constatadas para índice de qualidade de Dickson (IQD). As médias dos valores de IQD, variaram de 2,52 a 3,97 (Tabela 4). Moreira *et al.* (2019), estudando o crescimento inicial da *Dimorphandra mollis* Benth em diferentes substratos, verificaram que houve mudanças significativas para o IQD. Almeida *et al.* (2019), constataram que o IDQ, apresentou os maiores valores substratos solo do campo (T1), esterco bovino + esterco de galinha (T3), palha vegetal + areia + arisco (T4), em relação ao húmus de minhoca + esterco bovino (T2). Os autores determinaram valores de IQD de 0,12 a 0,53. Smiderle *et al.* (2020), estudando a produção de mudas de *Euterpe oleracea* Mart, a diferentes substratos, estimaram valores de IQD de 1,34 a 12,94.

No dendrograma (Figura 1), detectou-se a formação 4 grupos, identificados a seguir: grupo 1, formado tratamentos T3, T6 e T1, grupo 2, tratamentos T4, T5 e T9, grupo 3, composto pelos tratamentos T2 e T8, grupo 4, formado apenas pelo tratamento T7. Os grupos mais contrastantes são representados pelos grupos 1 (tratamentos T3, T6 e T1) e 3 (tratamentos T2 e T8), tendo a distância média entre grupos 48,42. Os grupos mais semelhantes são formados tratamentos T9, T4 e T5 (Grupo 2) e tratamento T7, tendo uma distância média 17,13.

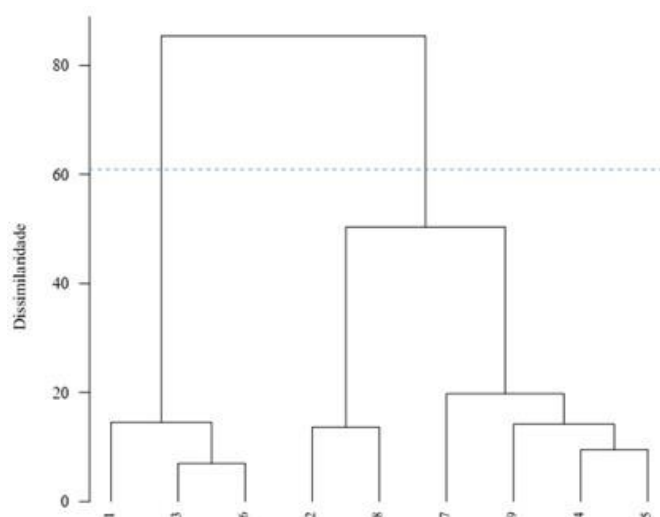


Figura 1 – Dendrograma estimado na análise de agrupamento, empregando-se a distância Euclidiana pelo método Hierárquico Ward. Coeficiente de correlação cofenético foi igual a 0,6929. Substratos estudados foram: T₁ - areia grossa; T₂ - areia grossa + esterco bovino (3:1); T₃ - areia grossa + bagana de carnaúba (3:1); T₄ - areia grossa + húmus de minhoca (3:1); T₅ - areia grossa + adubo biofertil (3:1); T₆ - areia grossa + fibra de coco triturado (3:1); T₇ - areia grossa + húmus de minhoca + fibra de coco triturado (1:1:1); T₈ - areia grossa + esterco bovino + bagana de carnaúba (1:1:1); T₉ - areia grossa + fibra de coco triturado + adubo biofertil (1:1:1).

O componente principal 1, apresentou 36,4% da variação total dos dados, as variáveis que contribuíram positivamente em ordem decrescente foram MST, MSPA, H, Dc e VR, tendo valores positivos. As variáveis MSPA/MSR e IQD foram positivas, enquanto a MSR, foi negativa, para segundo componente principal de 19,70% da variação total. Para terceira componente principal, as variáveis MSR e IQD foram positivos e H/Dc negativo, tendo a participação na variação total de 16,8%.

total dos dados foi 72,9%, esse valor foi concentrado em três componentes, o primeiro, segundo e terceiro respectivamente, com 36,4, 19,7 e 16,8%.

Analisando-se o Biplot, constata-se que as variáveis MST e MSPA são as de maiores valores na escala de contribuição, as menores foram verificadas na relação H/Dc (HDC) e NF (Figura 2). A MSPA/MSR teve valores superiores a IQD, Dc, H, VR e MSR (Figura 2).

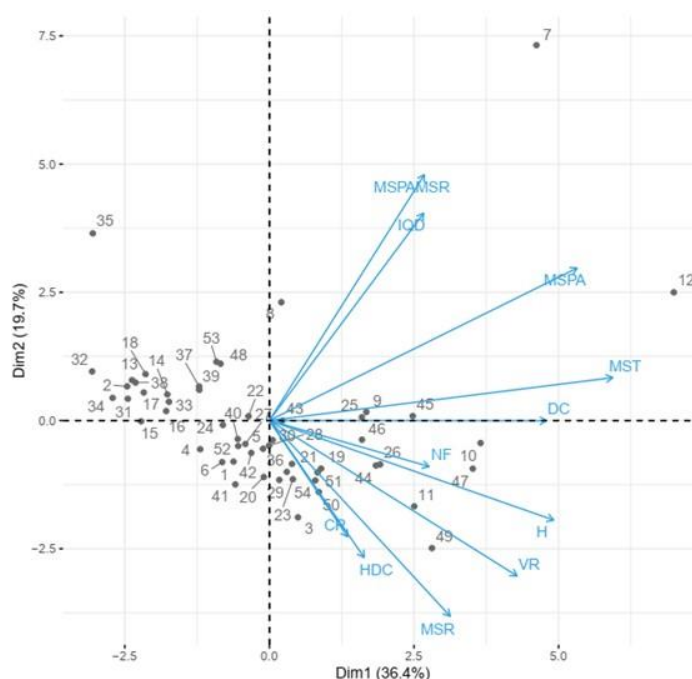


Figura 2 - Biplot Dim1 x Dim2 das variáveis resposta estudadas, a altura de plantas (H), diâmetro do coleto (Dc), relação altura de plantas com diâmetro do coleto (H/Dc), comprimento de raiz (cm), número de folhas (NF), número de ramos (NR) e volume de raiz (VR), resposta matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da total (MST), relação entre matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz (MSPA/MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD).

Estudo desse tipo foram determinados por Silva et al. (2020), no qual estudaram a casca de café como parte constituinte de substrato na produção mudas florestais, sendo confeccionados gráficos da análise de agrupamento (PCA), os denominados biplot. Os gráficos biplot de PC1 e PC2, resultaram em uma variabilidade total de 87,7%, 79,4% e 68,1% para as variáveis avaliadas em *Eucalyptus urophylla*, *Peltophorum dubium* e *Eremanthus erythropappus* respectivamente (Silva et al., 2020). Esses autores mencionam ainda, que dentre as variáveis presentes nos biplots, cita-se o diâmetro do coleto (Dc), altura (H), peso da matéria seca de parte aérea (MSPA), peso da matéria seca radicular (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD), facilidade de retirada das mudas dos tubetes (FRT) e índice de agregação

(AGR). As variáveis IQD, MSR e MSPA, apresentaram maior comprimento do vetor nas três espécies florestais, em relação as outras variáveis.

CONCLUSÕES

Os substratos que compõem os tratamentos T₄, T₅, T₇ e T₉, proporcionaram maior crescimento inicial das mudas de moringa.

REFERÊNCIAS

ARGÜELLES-VERDUGO, E. A.; FIGUEROA-VIRAMONTES, U. F.; GONZÁLEZ, H. S.; LORENZO-DANILO GRANADOS-RIVERA, L. D.; PASTOR-LÓPEZ, F. J.; IGNACIO ORONA-CASTILLO, I.; MALDONADO-JÁQUEZ, J. A. Producción y composición de leche de cabras complementadas con hojas

secas de moringa (*Moringa oleífera*). **Ciencia e Innovación**, v1, n.2, p. 241-253, 2018.

ALMEIDA, G. N.; SILVA, L. G. C.; ALMEIDA, G. N.; JENICKSON RAYRON DA SILVA COSTA, R. J.; LEITE, M. J. H.; SILVA, E. C. A. Desenvolvimento de mudas de *Moringa oleífera* submetidas a diferentes substratos. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 17, n. 2, p. 1-6, 2019.

BANDEIRA, S. B.; FERNANDES, H. E.; MEDEIROS, G. H. DOTTO, M. C.; GONÇALVES, F. B.; RAMOS, N. S.; ERASMO, E. A. L. Qualidade de mudas de *Jacaranda cuspidifolia* produzidas em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.8, n.1, p.79-84, 2018.

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

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An Analysis of Transformations. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, v. 26, n. 2, p. 211-252, 1964.

BHERING, L.L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and applied biotechnology**. v.17. p.187-190, 2017.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. 3. ed. Piracicaba, São Paulo, Departamento Matemática e Estatística, ESALq, 1979. 343p.

CRUZ, C. M. **Programa Genes: análise multivariada e simulação**. Viçosa: Ed. UFV, 2006, 175p.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n.1, P.10-13, 1960.

FREI, F. **Introdução à Análise de Agrupamentos: Teoria e Prática**. Ed. UNESP, 2006, 111p. *regia* (Bojer ex Hook.) Raf. **Revista Agro@mbiente on-line-line**, v. 11, n. 1, p. 40-46, 2017.

MARQUES, A. R. F.; COSTA, A. L.; TRAVESSAS, A. O.; BOLIGON, A. A.; VESTENA, S. Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de *Eugenia uniflora* L. **Caderno de Pesquisa**. Santa Cruz do Sul, v. 30, n. 1, p. 09-20, 2018.

MEDEIROS, R. L. S.; CAVALCANTE, A. G.; CAVALCANTE, A. C. P.; SOUZA, V. C. Crescimento e qualidade de mudas de *Moringa oleífera* Lam em diferentes proporções de composto orgânico. **Revista Ifes Ciência**, v. 3, n 1, p. 204-216, 2017.

MOJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, v. 20, n. 4, p. 359-363, 1977.

GARCIA, R.G.; GANDRA, E.R.S.; BURBARELLI, M.F.C.; VALENTIM, J.K.; FELIX, G.A.; B.A. LOPES, B. A.; BACHA, F. B.; MELO, C.M.F.; SILVA, J. P.; KOMIYAMA, C. M.; CALDARA, F. R. Moringa Oleífera: an alternative ingredient to improve the egg quality of Japanese quail. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.73, n.3, p.721-732, 2021.

GOSS, M.; P. MAFONGOYA, P.; GUBBA, A. Moringa oleífera Extracts Effect on *Fusarium solani* and *Rhizoctonia solani* Growth. **Asian Research Journal of Agriculture**, v.6, n.1, p. 1-10, 2017.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais (propagação assexuada)**. 3ª edição, Viçosa: UFV, 2006. 116 p.

GUNALAN, S.; THANGAIAH, A.; RATHNASAMY, V. K.; JANAKI, J. G.; THIYAGARAJAN, A.; KUPPUSAMY, S.; ARUNACHALAM, L. Microwave-assisted extraction of biomolecules from moringa (*Moringa oleífera* Lam.) leaves var. PKM 1: A optimization study by response surface methodology (RSM). **Kuwait Journal of Science**, v. 50, n.3, p. 339-344, 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARA (IPECE). **Perfil Municipal 2017, Redenção**. 2017. 18p. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/4/5/2018/09/Redencao_2017.pdf>. Acesso em: 09 de abr. 2025.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 1 Edição, São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014, 768 p.

MARINHO, P. H. A.; SOUSA, R. M.; GIONGO, M.; VIOLA, M. R.; SOUZA, P. B. Influência de diferentes substratos na produção de mudas de flamboyant *Delonix*

MOREIRA, F. J. C.; LOPES, F. G. N.; LOPES, A. A.; SOUZA 2, MARQUES, O. M.; CARVALHO, B. S.; ABREU, A. M S.; PINHEIRO NETO, L. G. Crescimento inicial de Fava D'Anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) em diferentes substratos alternativos. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 2, n. 6, p. 101-110, 2019.

NHAGA, A. O.; PINTO, C. M.; SALLES, M. G. F.; PINTO, O. R. O.; VIANA NETO, A. M. Produção de mudas do feijão bravo em diferentes substratos orgânicos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 16, n. 29, p. 1-15, 2019.

NEVES, J. M. G.; SILVA, H. P.; DUARTE, R. F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 1, p.173-177, 2010.

- NUR, F. O.; SITI, A. H.; UMI, K. Y. Comparative evaluation of organic and inorganic fertilizers on total phenolic, total flavonoid, antioxidant activity and cyanogenic glycosides in cassava (*Manihot esculenta*). **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 18, p. 2414-2421, 2013.
- PASSOS, A. M. A.; REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. R.; ÁVILA, F. W. Biochar farmyard manure and poultry litter on chemical attributes of a Distrophic Cambissol and soybean crop. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 382-388, 2015.
- PIMENTEL, N. R.; PAULETTO, D.; SILVA, A. F.; OLIVEIRA, T. G. S.; BRITO, O. S. Development of *Moringa Oleifera* LAM. seedlings in different substrates. **Colloquium Agrariae**, v. 17, n. 2, p. 9-15, 2021.
- RESENDE, M. D. V. **Matemática e Estatística na Análise de Experimentos e no Melhoramento Genético**. Colombo: Embrapa Florestas. 2007, 362p.
- RIFI, S. K.; SOUABI, S.; FELS, L. E.; DRIOUICH, A.; MADINZI, A.; NASSRI, I.; HAFIDI, M. *Moringa oleifera* organic coagulant to eliminate pollution in olive oil mill wastewater. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v. 20, p. 1-8, 2023.
- SANTOS, A. R. A.; CRUZ, L. A.; GONTIJO, H. M. Semente de *Moringa Oleifera* como solução alternativa para o tratamento de água em comunidades rurais. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 6, p. 2525-3409, 2019.
- SANTOS, G. M. S.; OLIVEIRA, J. M. S.; ARAÚJO, J. B.; CARDOSO, V. R.; RODRIGUES, B. E. L.; OLIVEIRA, P. S. T.; SANTOS, J. F.; SANTOS, M. L. S.; MATOS, R. R. S. S. Mudanças de tamarindeiro produzidas em substratos compostos por bagana de carnaúba e casca de arroz. **Nature and Conservation**, v. 13, n.4, p. 37 - 44, 2020.
- SILVA, O. M. C.; HERNÁNDEZ, M. M.; ARAÚJO, G. C. R.; CUNHA, F. L.; EVANGELISTA, D. V. P.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A. Potencial uso da casca de café como constituinte de substrato para produção de mudas de espécies florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 1161-1175, 2020.
- SILVA, F. A.S.; AZEVEDO, A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for normality (Complete Samples). **Biometrika**, v.52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.
- SMIDERE, O. J.; SOUZA, A. G.; MENEGATTI, R. D.; SILVA, T. . Different substrates for seedling production of Euterpe oleracea Mart. **Advances in Horticultural Science**, v. 34, n. 1, p. 35 - 42, 2020.
- SOUZA, V.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008, 640p.
- VASCONCELOS, M. C.; COSTA, J. C.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* por diferentes metodologias. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.14, n.4, p.311-317, 2018.