

doi 10.46943/VII.CONAPESC.2022.01.092

ASPECTOS QUALITATIVOS DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* PARA CULTIVO AGROECOLÓGICO

PATRÍCIA DA SILVA COSTA

Doutoranda do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - PB, patriciagroambiental@gmail.com;

RENER LUCIANO DE SOUZA FERRAZ

Professor Doutor da Universidade Federal de Campina Grande - PB, ferragroestat@gmail.com;

SEMAKO IBRAHIM BONOU

Doutorando do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - PB, bonouibrahim@gmail.com;

JOSÉ DANTAS NETO

Professor Doutor da Universidade Federal Campina Grande - PB, zedantas1955@gmail.com.

RESUMO

A *Moringa oleifera* Lamarck é uma planta de notória importância, sobretudo devido a suas inúmeras aplicações, o que evidencia a necessidade de estudos com suas sementes. Objetivou-se avaliar aspectos qualitativos de sementes de *Moringa oleifera* para cultivo agroecológico. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual da Paraíba. Foram utilizadas sementes comerciais obtidas da safra 2018, lote 00016 da empresa Arbocenter. Foram realizadas análises de rendimento de amêndoas e cascas, caracterização e classificação morfométricas, condutividade elétrica, teor de umidade e pureza física de sementes comerciais de *M. oleifera*. Com base nas análises das sementes, 65,96% possuem rendimento de amêndoas, com massa de 0,20 g, enquanto, as cascas possuem rendimento de 34,04% e massa de 0,11 g. As sementes

possuem comprimento médio de $10,59 \pm 1,58$ mm, largura de $9,61 \pm 0,90$ mm e massa de $0,29 \pm 0,06$ g, e com base no comprimento, 34,52% das sementes são pequenas, 51,78% médias e 13,71% grandes; com base na largura, 13,78% das sementes são pequenas, 58,67% médias e 27,55% grandes; e com base na massa, 14,57% das sementes são leves, 63,32% médias e 22,11% pesadas. As sementes possuem condutividade elétrica média de $172,16 \pm 41,82$ $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, teor de umidade de $11,57 \pm 0,30\%$ e apresentam 96% de pureza, 4% de matéria inerte e não apresentaram contaminação por outras sementes, sendo indicadas para sistemas de cultivo agroecológico.

Palavras-chave: Moringaceae, Morfometria de sementes, Indicadores de qualidade.

INTRODUÇÃO

M*oringa oleifera* Lam. é uma árvore da família Moringaceae de crescimento rápido e resistente à seca. É uma da planta que pode crescer em uma variedade de ambientes devido à sua capacidade de resistir a condições adversas, como altas temperaturas e disponibilidade limitada de água (ANZANO *et al.*, 2021). *M. oleifera* está entre as plantas alimentícias mais ricas em nutrientes (STADTLANDER & BECKER, 2017). Possui alto teor de aminoácidos essenciais, proteínas, minerais, vitaminas e polifenóis. É uma rica fonte de fitoquímicos, incluindo flavonóides, antocianinas, isotiocianatos, antraquinona, alcalóides, óleos essenciais, ácido tânico, saponinas, esteróides, terpenóides, glicosídeos cardíacos (ANWAR *et al.*, 2005).

Praticamente todas as partes desta árvore foram consideradas úteis. As folhas são usadas para forragem e na suplementação de rações animais, o caule e ramos para fazer gomas, extração de néctar das flores e pó de sementes para purificação de água (OYEYINKA & OYEYINKA, 2018). Os extratos de sementes de *M. oleifera* são usados para tratar a água potável, pois as sementes contêm lectinas, proteínas de ligação a carboidratos capazes de reduzir a turbidez da água devido à sua atividade coagulante (VILLASEÑOR-BASULTO *et al.*, 2018). As sementes de *M. oleifera* são ricas em proteínas (33,90%) e lipídeos (37,20%) (SANTOS *et al.*, 2016). É importante destacar que o óleo extraído das sementes contém um elevado teor de ácidos graxos insaturados, em especial o oleico (71,6%), o palmítico e o behênico (ambos apresentando taxa de 6,4%), (LALAS & TSAKINS, 2002).

Os principais testes que avaliam a qualidade de sementes de *M. oleifera* são destrutivos e exigem um tempo relativamente longo para serem concluídos. Entretanto, estes métodos são de fácil compreensão o que possibilita a utilização e o entendimento pelos pequenos agricultores, de modo que são indicados, sobretudo na agricultura familiar e de base agroecológica (NORONHA *et al.*, 2018). Neste contexto, aspectos qualitativos de sementes a partir das análises de rendimento de amêndoas e cascas, caracterização e classificação morfométricas, condutividade elétrica, teor de umidade e pureza física pode auxiliar na seleção para o cultivo, notadamente porque estas características influenciam a germinação das sementes e o vigor das plântulas (NOORHOSSEINI *et al.*, 2018). Assim, objetivou-se avaliar aspectos qualitativos de sementes de *Moringa oleifera* para cultivo agroecológico.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no mês de julho de 2018, no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no município de Lagoa Seca – PB, nas coordenadas de Latitude 7° 09' S, Longitude 35° 52' W e altitude de 634 m (SOARES *et al.*, 2017).

Foram utilizadas sementes comerciais de *M. oleifera* Lamarck, obtidas da safra 2018, lote 00016 da empresa Arbocenter. A partir de uma amostra de trabalho de 1,0 kg foram realizadas análises de rendimento de amêndoas e cascas, caracterização e classificação morfométricas, condutividade elétrica, teor de umidade e pureza física de sementes comerciais de *M. oleifera*.

Rendimento de Amêndoas e Cascas

Para determinação da massa de amêndoas (MAM, g), massa de cascas (MCA, g), rendimento de amêndoas (RAM, %) e rendimento de cascas (RCA, %) das sementes foram realizadas análises morfométricas em quatro subamostras de 50 sementes, totalizando 200 unidades, utilizando-se de balança digital de 0,0001 g de precisão (RAMOS *et al.*, 2010).

Caracterização Morfométrica

As características morfométricas foram determinadas a partir de quatro subamostras de 50 sementes, totalizando 200 unidades. Foram realizadas análises morfométricas para determinação do comprimento (CSE, mm), largura (LSE, mm) e massa (MSE, g) das sementes utilizando-se de paquímetro digital de 0,01 mm de precisão e balança digital de 0,0001 g de precisão (RAMOS *et al.*, 2010).

Classificação Morfométrica

De posse dos dados da análise morfométrica, as sementes foram classificadas de acordo com o comprimento e a largura (pequenas, médias e grandes); e com base no peso (leves, médias e pesadas) (BEZERRA *et al.*, 2004). As classes pequena e grande foram baseadas no primeiro e terceiro quartis da curva de distribuição de frequências de comprimento, largura e massa. As sementes cujas medidas de comprimento, largura e massa eram equidistantes entre grandes e pequenas foram consideradas como médias. As sementes dos demais

tamanhos (*outliers*) foram descartadas a fim de evitar que valores marginais próximos aos limites das classes influenciassem os resultados (PEREIRA *et al.*, 2011). Posteriormente, foram calculadas as porcentagens de sementes de cada classe.

Condutividade Elétrica e Teor de Umidade

Para as análises de condutividade elétrica e teor de umidade, foram tomadas quatro subamostras de 25 sementes, totalizando 100 unidades para cada teste. O teste de condutividade elétrica consistiu na embebição de 25 sementes em 125 mL de água destilada. Inicialmente, as sementes foram pesadas em balança digital de 0,0001 g de precisão, transferidas para recipientes plásticos com capacidade volumétrica de 400 mL os quais foram cobertos com papel alumínio e alocados em germinador do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) a 25 ± 1 °C por 24 horas. A condutividade elétrica foi medida com o auxílio de um condutivímetro da marca Tecnal[®] modelo TEC-4MP. Antes do início das leituras foi realizada a leitura da prova em branco (somente da água destilada). Os resultados das leituras foram diminuídos dos valores da condutividade elétrica obtidos da prova em branco e então divididos pelos respectivos valores de massa das amostras das sementes, obtendo-se resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semente (MEDEIROS *et al.*, 2017).

O teor de umidade das sementes foi determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 h, utilizando-se de quatro subamostras com massas aproximadas de 2,3 g. Os resultados foram expressos em porcentagem de teor de água em base úmida (BRASIL, 2009).

Pureza Física de Sementes

Para análise de pureza física de sementes, foram tomadas cinco subamostras com volume de 300 mL de sementes, as quais foram pesadas para determinação da massa das subamostras (MAS, g). Posteriormente, procedeu-se a separação manual das frações para determinação da massa de sementes puras (MSP, g), massa de material inerte (MMI, g) e massa de outras sementes (MOS, g). As massas foram determinadas utilizando-se de balança digital de 0,0001 g de precisão (RAMOS *et al.*, 2010).

Com base nos dados obtidos, foram obtidas as porcentagens de sementes puras (PSP, %), de matéria inerte (PMI, %) e de outras sementes (POS, %), conforme metodologia descritas nas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

Os dados obtidos foram submetidos à análise descritiva e testes de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965) e Kolmogorov-Smirnov (KOLMOGOROV, 1933; SMIRNOV, 1948), obtendo-se medidas de tendência e de dispersão. Para a análise dos dados e confecção de gráficos, utilizou-se de planilha eletrônica e do Software para Análises Estatísticas - Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento de Amêndoas e Cascas

Para a análise descritiva do rendimento de amêndoas e da casca, verificou-se que a massa média de amêndoas é de 0,20 g, variando entre 0,14 g e 0,30 g, com amplitude total de 0,15 g e desvio padrão de $\pm 0,04$ g. Foi registrada massa média de cascas de 0,11 g, com massa mínima de 0,04 g e máxima de 0,25 g, permitindo calcular amplitude total de 0,21 g e desvio padrão de $\pm 0,05$ g. De posse destes dados, foi calculado rendimento de amêndoas de 65,96%, com variação de 37,08% a 84,94%. O rendimento de cascas foi de 34,04% com o mínimo de 15,06% e o máximo de 62,92%. Os dados de massa e rendimento de amêndoas e cascas seguem distribuição pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, embora os dados de massas de cascas e amêndoas não sejam considerados normais pelo teste de Shapiro-Wilk (Tabela 1).

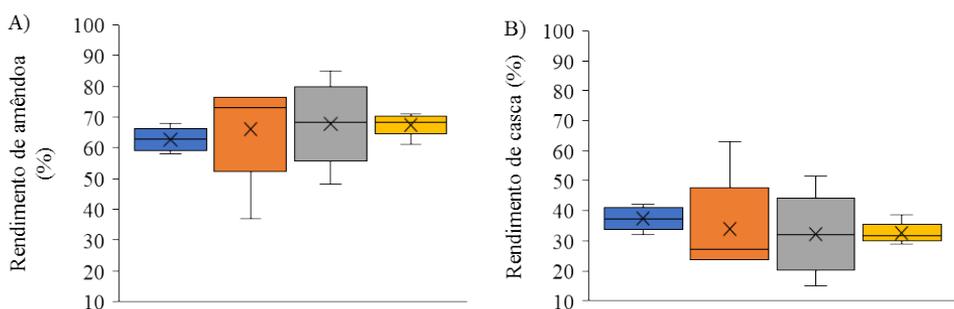
Tabela 1. Resumo da análise estatística descritiva do rendimento de amêndoas e cascas de sementes comerciais de *Moringa oleifera*.

Parâmetros	Variáveis			
	MAM	MCA	RAM	RCA
Média aritmética amostral	0,20	0,11	65,96	34,04
Variância	1E-3	2 E-3	107,31	107,31
Desvio padrão	0,04	0,05	10,50	10,36
Coeficiente de variação (%)	21,83	44,46	15,70	30,43
Erro padrão da média	9 E-3	0,01	2,32	2,32
Amplitude total	0,16	0,20	47,86	47,86
Máximo	0,15	0,04	37,08	15,06
Mínimo	0,30	0,25	84,94	62,92
Testes de Normalidade				
Shapiro-Wilk (p – valor)	0,02	0,02	0,12	0,12
Kolmogorov-Smirnov (p – valor)	0,46	0,18	0,72	0,72

MAM: massa de amêndoas; MCA: massa de cascas; RAM: rendimento de amêndoas; e RCA: rendimento de cascas.

Com base na dispersão dos dados de massa de amêndoas (Figura 1A) e de cascas (Figura 1B), verificou-se que não há diferença significativa entre as repetições amostradas, evidenciando homogeneidade dos dados. Não foram evidenciados *outliers* entre os dados amostrados.

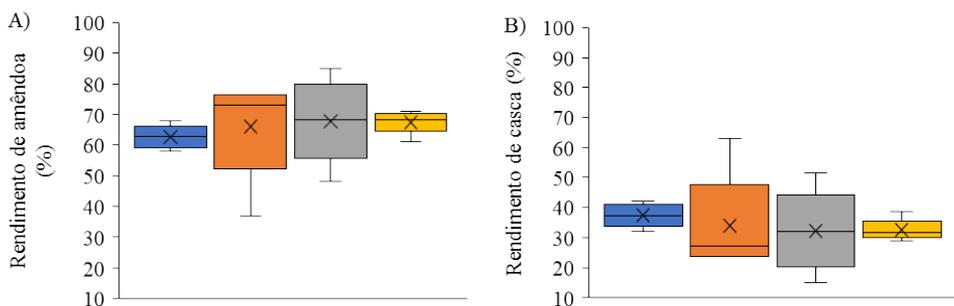
Figura 1. Boxplot do rendimento de amêndoas (A) e cascas (B) de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck.



A obtenção das massas de amêndoas e cascas são importantes indicadores sobre as sementes de *Moringa oleifera*, notadamente pelas suas inúmeras potencialidades de uso, como por exemplo, a extração de óleo que pode ser de 35% a 40% da massa total da semente, além da torta restante que não é tóxica e não perde suas propriedades, podendo ser usada como decantador no tratamento de água para o consumo humano (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Nas Figuras 2A e B, é possível observar a dispersão dos dados de rendimento de amêndoas e cascas de sementes de *Moringa oleifera*, evidenciando que as amêndoas representam a fração em maior quantidade na semente, o que implica em maior capacidade de exploração das potencialidades destas sementes, pois as amêndoas concentram substâncias importantes como enzimas (BEZERRA *et al.*, 2018), proteínas (OLIVEIRA *et al.*, 2018) além de outras potencialidades concernentes aos diversos órgãos da planta (MEDINA *et al.*, 2018).

Figura 2. Boxplot do rendimento de amêndoas (A) e cascas (B) de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck.



É importante ressaltar que o emprego de *boxplot* tem expressiva importância para apresentação de dados de massa e rendimento de amêndoas e cascas de sementes de *Moringa oleifera*, notadamente por se tratar de uma forma simples e de fácil interpretação, podendo ser empregado em diversas áreas do conhecimento (WALKER *et al.*, 2018). De fato, além das vantagens citadas anteriormente, este tipo de gráfico propicia rápido resumo visual da distribuição dos dados, dentre os quais podem ser citados dados de análises biométricas, abrangendo áreas como Ciências Biológicas e da Terra (BUTTARAZZI *et al.*, 2018).

Caracterização Morfométrica

Na análise das características morfométricas, verificou-se que as sementes de *M. oleifera* Lamarck possuem comprimento médio de 10,59 mm, com variação entre 7,14 mm e 15,03 mm, desvio padrão de 1,58 mm e amplitude total de 7,89. A largura das sementes variou de 6,89 mm a 11,89 mm, com média de 9,61 mm, desvio padrão de 0,90 mm e amplitude total de 4,98. A massa média das sementes foi de 0,29 g, variando entre 0,11 g e 0,44 g, com desvio padrão de 0,06 e amplitude total de 0,33. Os dados de todas as variáveis avaliadas foram considerados normais ($p > 0,05$), exceto quando se aplicou o teste de Shapiro-Wilk aos dados de comprimento das sementes (Tabela 2).

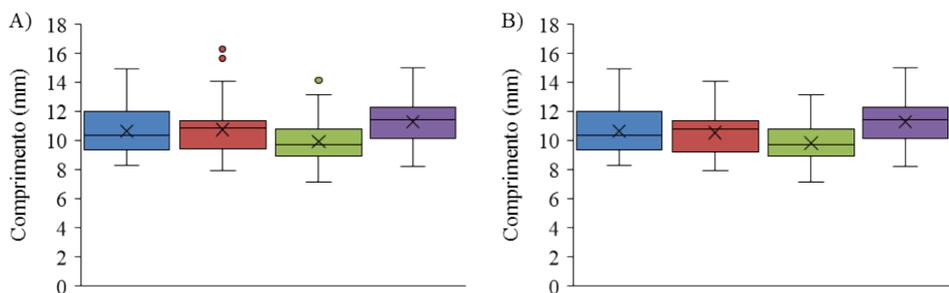
Tabela 2. Resumo da análise estatística descritiva das características morfométricas de sementes comerciais de *Moringa oleifera*.

Parâmetros	Variáveis		
	Comprimento	Largura	Massa
Média aritmética amostral	10,59	9,61	0,29
Variância	2,51	0,82	0,00
Desvio padrão	1,58	0,90	0,06
Coefficiente de variação (%)	14,96	9,40	22,02
Erro padrão da média	0,11	0,06	0,00
Amplitude total	7,89	4,98	0,33
Máximo	15,03	11,87	0,44
Mínimo	7,14	6,89	0,11
Teste de Normalidades	Valores de probabilidade		
Shapiro-Wilk (p – valor)	0,02	0,60	0,10
Kolmogorov-Smirnov (p – valor)	0,45	0,92	0,26

Na Figura 3, é possível observar a dispersão dos dados de comprimento obtidos de quatro repetições de 50 sementes de *M. oleifera* Lamarck. Verificou-se

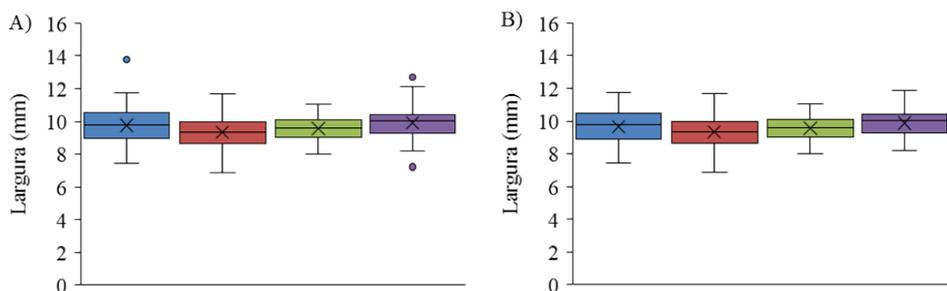
que, na segunda e quarta repetições, foram identificados *outliers*, gerando média geral de 10,65 mm (Figura 3A). Após a remoção dos *outliers*, a média geral foi reduzida para 10,59 mm (Figura 3B). Pode-se inferir que os *outliers* elevam a média geral em 0,06 mm. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Ramos *et al.* (2010), em que estes pesquisadores reportam que sementes de *M. oleifera* possuem comprimento médio de 10,4 mm.

Figura 3. *Boxplot* do comprimento de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck com (A) e sem (B) *outliers*. ■ repetição 1, ■ repetição 2, ■ repetição 3 e ■ repetição 4.



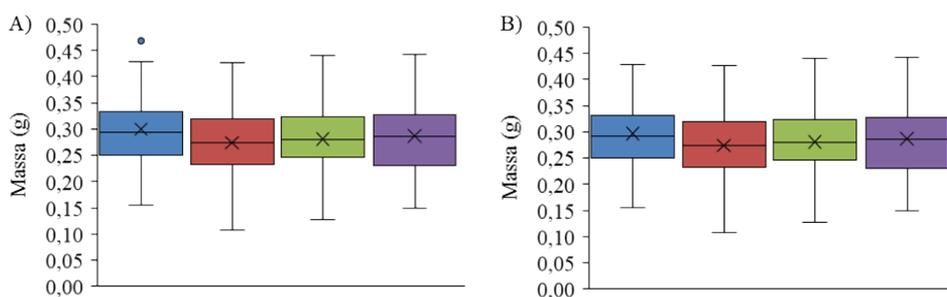
Na Figura 4, está ilustrada a dispersão dos dados de largura das sementes. Foram identificados outlier na primeira e quarta repetições, sendo registrada média geral de 9,64 mm (Figura 4A). Após a remoção dos valores considerados outliers, a média foi reduzida para 9,61 mm (Figura 4B), o representou decréscimo de 0,03 mm na média geral. De acordo com Ramos *et al.* (2010), sementes de *M. oleifera* possuem espessura média de 10,0 mm, valor semelhante ao relatado nesta pesquisa. Devido ao formato esférico das sementes, nesta pesquisa foi utilizado o termo largura de sementes, diferindo do termo espessura relatado por pelos autores citados anteriormente.

Figura 4. *Boxplot* da largura de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck com (A) e sem (B) *outliers*. ■ repetição 1, ■ repetição 2, ■ repetição 3 e ■ repetição 4.



Observando-se o *boxplot* da dispersão dos dados de massa de sementes de *M. oleifera* Lamarck, verificou-se que foi identificado um valor considerado *outlier*, sendo registrada massa média geral de 0,29 g (Figura 5A). Após a remoção do *outlier*, a média geral da massa das sementes foi mantida em 0,29 g (Figura 5B). A massa média das sementes foi semelhante a massa de 0,27 g relatada por Bezerra *et al.* (2004), de modo que estes autores classificam essas sementes como pesadas e reportam que sementes de *M. oleifera* com massas de 0,22 g e 0,18 g são classificadas como médias e leves, respectivamente.

Figura 5. *Boxplot* da massa de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck com (A) e sem (B) *outliers*.



Estes resultados são importantes para incremento qualitativo e quantitativo das informações disponibilizadas sobre sementes de *M. oleifera* Lamarck, notadamente devido ao fato das características morfométricas serem importantes indicadores da qualidade fisiológica de sementes (MARQUES *et al.*, 2018). De fato, realizar estas análises pode trazer informações primordiais para o produtor, principalmente para os sistemas agroecológicos, onde a qualidade e vigor das sementes são primordiais para garantia de seu bom desempenho (BEZERRA *et al.*, 2004).

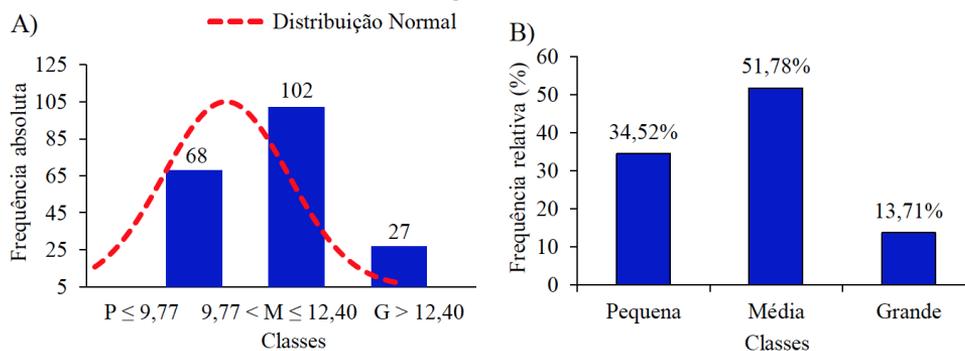
A presença de *outliers* pode influenciar o valor da média, tornando este valor maior ou menor, isso pode prejudicar a qualidade das análises de dados e reduzir a consistência dos resultados. Neste contexto, a remoção destes valores pode contribuir para que se tenha maior confiabilidade dos resultados obtidos (MELO *et al.*, 2018). Ressalta-se que, a depender da técnica de análise estatística utilizada, é possível que estes valores *outliers* não tenham importância significativa nas estimativas dos resultados (GISLUM *et al.*, 2018).

Classificação Morfométrica

Com base no comprimento das sementes, verificou-se que do total de 200 sementes, 68 unidades foram classificadas como pequenas, 102 médias

e 27 grandes (Figura 6A), o que representou percentuais de 34,52% de sementes pequenas, 51,78% médias e 13,71% grandes (Figura 6B). Os dados de três sementes foram removidos do banco de dados por serem considerados *outliers*.

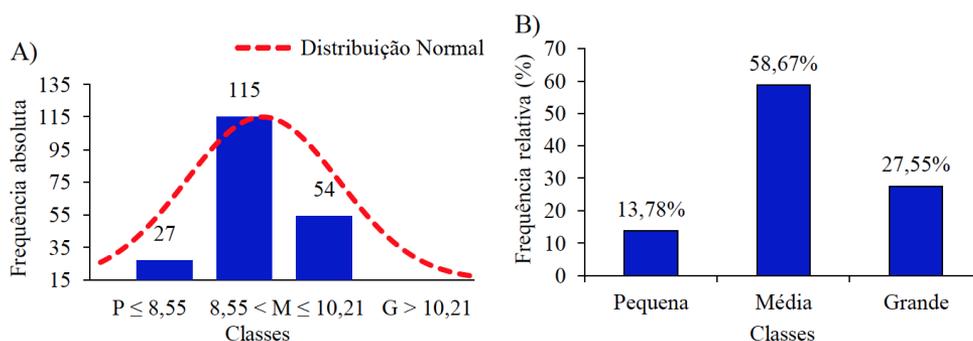
Figura 6. Histograma de frequência absoluta (A) e relativa (B) do comprimento de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck. P: pequenas, M: médias e G: grandes.



A classificação das sementes de acordo com o comprimento consiste em uma estratégia importante para a seleção de material propagativo de melhor qualidade, isso porque os aspectos morfológicos de sementes é um importante fator no estudo de mecanismos de dispersão e pode ser utilizado na tomada de decisões para regeneração de áreas (RAMOS *et al.*, 2010). Estes pesquisadores reportam que, de fato, as características morfométricas das sementes, como o comprimento, são importantes para viabilizar o cultivo das plantas de *Moringa oleifera*.

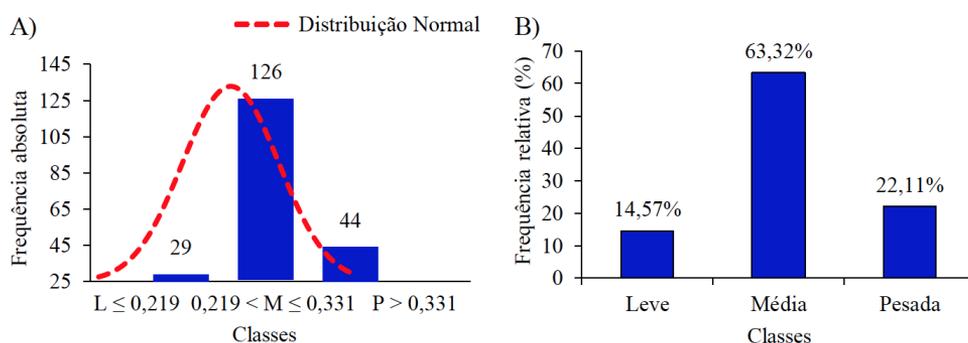
Com base na largura, foram constatadas 27 sementes classificadas como pequenas, 115 médias e 54 grandes (Figura 7A), o que representou percentuais de 13,78% de sementes pequenas, 58,67% de sementes médias e 27,55% de sementes grandes (Figura 7B). Os dados de quatro sementes foram removidos do banco de dados por serem considerados *outliers*.

Figura 7. Histograma de frequência absoluta (A) e relativa (B) da largura de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck. P: pequenas, M: médias e G: grandes. Lagoa Seca, PB, 2018.



Com base na massa, foram constatadas 29 sementes classificadas como pequenas, 126 médias e 44 grandes (Figura 8A), o que correspondeu aos percentuais de 14,57% de sementes leves, 63,32% médias e 22,11% pesadas (Figura 8B). O dado de uma semente foi removido do banco de dados por ser considerado *outlier*.

Figura 8. Histograma de frequência absoluta (A) e relativa (B) da massa de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck. L: leves, M: médias e P: pesadas.



Classificar as sementes de *M. oleifera* com base em sua massa é uma ferramenta importante para futuras pesquisas e também para auxiliar os produtores quanto a seleção destas unidades propagativas para o cultivo. Esta informação é ratificada por Bezerra *et al.* (2004) em estudo baseado na germinação de sementes de *M. oleifera*, onde foi observado que as sementes de massa média e pesadas apresentaram maior porcentagem e velocidade de germinação do que as leves e que as sementes pesadas proporcionaram plântulas mais vigorosas.

É importante ressaltar que a remoção dos valores de comprimento, largura e massa de sementes considerados *outliers* contribuiu para maior precisão na estimativa das classes, isso porque a média dos dados está diretamente relacionada aos *outliers* e pode evidenciar médias maiores ou menores (MELO *et al.*, 2018). Contudo, em estudo para caracterização da qualidade de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.), Gislum *et al.* (2018) reportam que foram identificados alguns *outliers* em seus dados e que a remoção destes não influenciou os resultados.

As divergências observadas entre as frequências absolutas e relativas das medidas morfométricas sugerem que em estudos futuros sejam utilizadas técnicas de análise de correlação para identificar quais variáveis melhor se relacionam entre si e entre a germinação e vigor de plântulas (PONTES *et al.*, 2018). Também é sugerida análise de agrupamento (*Cluster*

Analysis) para classificação das sementes por medidas de similaridade a partir de variáveis morfométricas (NERURKAR *et al.*, 2018; SHARMA *et al.*, 2018).

Condutividade Elétrica e Teor de Umidade

Na análise da condutividade elétrica e da umidade, verificou-se que as sementes de *M. oleifera* possuem condutividade média de $172,16 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, podendo variar entre $130,00 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ e $230,78 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, com desvio padrão de $41,82 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ e amplitude total de $100,78 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, e umidade média de 11,57%, variando de 11,21% a 11,96%, com desvio padrão de 0,30% e amplitude total de 0,75%.

Os dados de todas as variáveis de condutividade elétrica foram considerados normais pelo teste de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov, porém os dados de variância, desvio padrão, erro padrão da média e amplitude total nas variáveis de umidade, foram considerados anormais tanto para os testes de Shapiro-Wilk quanto para os testes de Kolmogorov-Smirnov (Tabela 3).

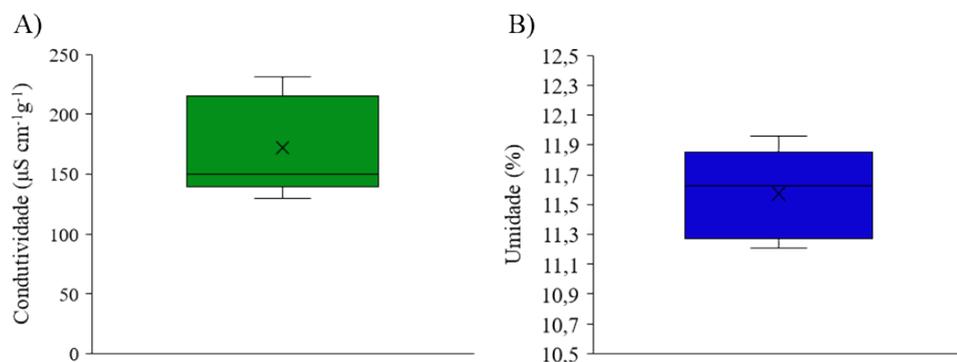
Tabela 3. Resumo da análise estatística descritiva da condutividade elétrica e umidade de sementes comerciais de *Moringa oleifera*.

Parâmetros	Variáveis	
	Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)	Umidade (%)
Média aritmética amostral	172,16	11,57
Variância	1748,77	0,09
Desvio padrão	41,82	0,30
Coeficiente de variação (%)	24,29	2,63
Erro padrão da média	18,70	0,14
Amplitude total	100,78	0,75
Máximo	230,78	11,96
Mínimo	130,00	11,21
Testes de normalidade	Valores de probabilidade	
Shapiro-Wilk (p – valor)	0,40	0,80
Kolmogorov-Smirnov (p – valor)	0,68	0,99

Na Figura 9A (condutividade) e 9B (umidade), é possível observar a dispersão dos dados da condutividade elétrica e umidade de sementes comerciais de *M. oleifera* Lamarck. A visualização destes dados através de um *boxplot* pode ser uma ferramenta importante para auxiliar em pesquisas com pureza de sementes,

isso porque de acordo com Walker *et al.* (2018), este tipo de gráfico é eficaz e de ampla utilização, notadamente devido a sua simplicidade e interpretabilidade.

Figura 9. Boxplots da condutividade elétrica (8A) e da umidade (8B) de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck.



Pureza Física de Sementes

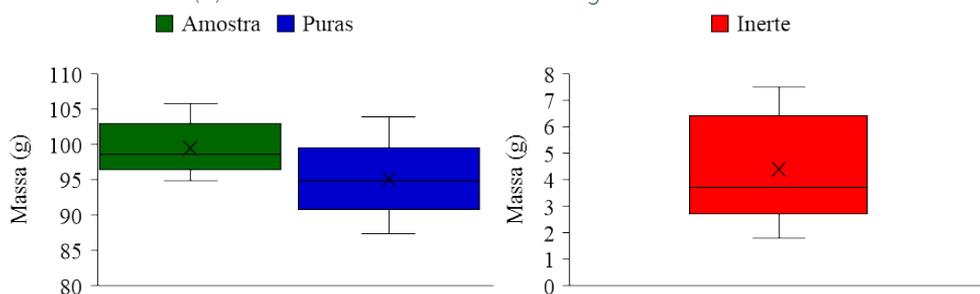
A partir da amostra de trabalho, verificou-se que a massa média das amostras de sementes de *M. oleifera* foi de 99,48 g, variando de 94,86 g a 105,76 g, com desvio padrão de $\pm 4,00$ e amplitude total de 10,89 g. A massa de sementes puras nas amostras foi de 95,09 g, com valor mínimo de 87,38 g e máximo de 103,96 g, sendo calculado desvio padrão de $\pm 5,89$ g e amplitude de 16,58 g. Foi registrada massa de 4,39 g de matéria inerte nas amostras, com valor mínimo de 1,79 g e máximo de 7,48 g, desvio padrão de $\pm 2,13$ g e amplitude de 5,69 g. Não foram encontradas outras sementes nas amostras de sementes de *Moringa oleifera* (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise estatística descritiva da pureza física de sementes comerciais de *Moringa oleifera*.

Parâmetros	Variáveis			
	Amostra	Puras	Inertes	Outras
Média aritmética amostral	99,48	95,09	4,39	-
Variância	16,07	34,73	4,58	-
Desvio padrão	4,00	5,89	2,13	-
Coeficiente de variação (%)	4,02	6,19	48,74	-
Erro padrão da média	1,79	2,63	0,96	-
Amplitude total	10,89	16,58	5,69	-
Máximo	105,76	103,96	7,48	-
Mínimo	94,86	87,38	1,79	-
Testes de normalidade dos dados				
Shapiro-Wilk (p – valor)	0,66	0,42	0,83	-
Kolmogorov-Smirnov (p – valor)	0,91	0,65	0,93	-

Na Figura 10A, observou-se a dispersão dos dados de massas da amostra e de sementes puras, enquanto que na Figura 10B observa-se a massa de matéria inerte nas amostras de semente comerciais de *Moringa oleifera*. A visualização destes dados através de um *boxplot* pode ser uma ferramenta importante para auxiliar em pesquisas com pureza de sementes, isso porque de acordo com Walker *et al.* (2018), este tipo de gráfico é eficaz e de ampla utilização, notadamente devido a sua simplicidade e interpretabilidade.

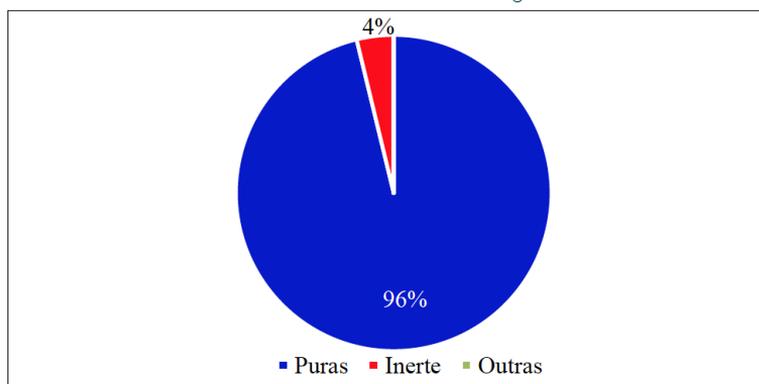
Figura 10. *Boxplot* das massas das amostras, sementes puras (A) e de matéria inerte (B) de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck.



Ressalte-se que não foram encontrados valores considerados *outliers*, o que contribuiu para maior precisão na estimativa da pureza, isso porque a média dos dados está diretamente relacionada aos *outliers*, evidenciando médias maiores ou menores (MELO *et al.*, 2018).

Verificou-se que nas amostras do lote de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck, utilizado como amostra de trabalho, a porcentagem de sementes puras foi de 96% e a porcentagem de matéria inerte foi de 4%, não sendo evidenciadas outras sementes (0%) na amostra (Figura 11). A análise de pureza física é importante para garantia da uniformidade e qualidade de sementes para comercialização, conforme preconiza a legislação (BRASIL, 2009). Em pesquisas científicas, a análise de pureza contribui para a redução da fração residual na estimativa do erro, de modo a proporcionar menor erro nas análises de dados, sobretudo reduzindo medidas de dispersão. De fato, ao analisar sementes de *Moringa oleifera* Lamarck, Rabbani *et al.* (2013) consideraram a padronização das sementes com base na pureza física.

Figura 11. Porcentagens de sementes puras, matéria inerte e outras sementes em amostras de sementes comerciais de *Moringa oleifera* Lamarck.



Os resultados desta pesquisa contribuem para o estabelecimento de padrões de qualidade de sementes de *Moringa oleifera*, notadamente porque em agosto de 2003, entrou em vigor, no Brasil, a nova lei de sementes (Lei n.10.711/03), que estabelece o sistema nacional de sementes e mudas, cujo objetivo é garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido, comercializado e utilizado em todo país (CATÃO *et al.*, 2010).

É importante ressaltar que, atualmente é possível utilizar técnica de raios-x para análise física das sementes, isso porque a técnica permite análise rápida das estruturas internas do embrião, alguns tipos de danos mecânicos e de infestação causada por insetos (SILVA, 2021; TONETTI *et al.*, 2006). Estes pesquisadores ainda reportam que estas informações podem auxiliar na identificação de problemas que influenciam na qualidade física e fisiológica das sementes e que refletem nos índices de germinação das mesmas. Contudo, a análise tradicional

pela metodologia da RAS (BRASIL, 2009) apresenta maior facilidade e pode ser realizada por agricultores sem a necessidade de aparato tecnológico refinado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sementes comerciais de *M. oleifera* Lamarck possuem massas média de amêndoa de 0,20 g e casca de 0,11 g, com rendimentos de amêndoa de 65,96% e casca de 34,04%. Possuem comprimento médio de 10,59±1,58 mm, largura de 9,61±0,90 mm e massa de 0,29±0,06 g. Medidas morfológicas de comprimento, largura e massa podem ser utilizadas como indicadores para a classificação de sementes. Tem condutividade elétrica média de 172,16±41,82 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e teor de umidade de 11,57±0,30%. Apresentam 96% de pureza, 4% de matéria inerte e não apresentaram contaminação por outras sementes, sendo indicadas para sistemas de cultivo agroecológico. Estas informações são importantes para a tomada de decisões acerca da seleção de sementes para cultivo agroecológico.

REFERÊNCIAS

ANWAR, F.; ASHRAF, M.; BHANGER, M. I. Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, V. 82, P. 45-51, 2005.

ANZANO, A.; AMMAR, M.; PAPAIIANNI, M.; GRAUSO, L.; SABBAH, M.; CAPPARELLI, R.; LANZOTTI, V. *Moringa oleifera* Lam.: A Phytochemical and Pharmacological Overview. **Horticulturae**, V. 7, P. 409, 2021.

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, P. 295-299, 2004.

BEZERRA, L. C. C.; QUEIROZ, E. W. A. de; FREIRE, J. E. da C. Predição Físico-Química, modelagem e análise do mecanismo de interação da Quitinase Mo-Chi1 [*Moringa oleifera*, Lam.], com Poli- β -(1-4)-N-Acetil-D-Glucosamine: uma abordagem *in silico*. **Revista Desafios**, V. 5, P. 111-120, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009, P. 1-398. Disponível em< https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf>. Acesso em: 15 Ago. 2022.

BUTTARAZZI, D.; PANDOLFO, G.; PORZIO, G. C. A Boxplot for Circular Data. **Biometrics**, P. 1-10, 2018.

CATÃO, H, C. R. M.; COSTA, F. M.; VALADARES, S. V.; DOURADO, E. da R.; BRANDÃO JUNIOR, D. da S.; SALES, N. de L. P. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, V. 40, P. 2060-2066, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciências e Agrotecnologia**, V. 35, P. 1039-1042, 2011.

GISLUM, R.; NIKNESHAN, P.; SHRESTHA, S.; TADAYYON, A.; DELEURAN, L. C.; BOELT, B. Characterisation of castor (*Ricinus communis* L.) seed quality using fourier transform near-infrared spectroscopy in combination with multivariate data analysis. **Agriculture**, V. 8, P. 1-10, 2018.

KOLMOGOROV, A. Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. **Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari**, V. 4, P. 83-91, 1933.

LALAS, S.; TSAKNIS, T. Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety Periyakulam 1". **Journal of Food Composition and Analysis**, V. 15, P. 65-77, 2002.

MARQUES, C. S.; GUIMARÃES, P. V. P.; SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. de C. P. de. Morfometria e crescimento inicial de *Copaifera pubiflora* exposta à terra vegetal produzida em compostagem. **Acta Brasiliensis**, V. 2, P. 1-5, 2018.

MEDEIROS, M. L. de S.; PÁDUA, G. V. G. de; PEREIRA, M. D. Adaptação do teste de condutividade elétrica para sementes de *Moringa oleifera*. **Brazilian Journal of Forestry Research**, V. 37, P. 269-275, 2017.

MEDINA, S. E. L.; PAZOS, A.; ARMANDO, G. R.; MORENO, J. P. C.; ZAVALA, C. V. Morfometría de fruto y semilla de *Moringa oleífera* Lam. "moringa". **Sciéndo Ciencia Para El Desarrollo**, V. 21, P. 201-204, 2018.

MELO, L. D. F. de A.; MELO JUNIOR, J. L. de A.; FERREIRA, V. M.; ARAÚJO NETO, J. C. de; NEVES, M. I. R. da S. das. Biometric characterization and seed germination of giant mimosa (*Mimosa bimucronata* (DC) O. Kuntze). **Australian Journal of Crop Science**, V. 12, P. 108-115, 2018.

NERURKAR, P.; SHIRKE, A.; CHANDANE, M.; BHIRUD, S. Empirical analysis of data clustering algorithms. **Procedia Computer Science**, V. 125, P. 770-779, 2018.

NOORHOSSEINI, S. A.; SAFARZADEH, M. N.; SADEGHI, S. M. Effect of production region and seed size on germination indices and heterotrophic growth components of peanut seedling (*Arachis hypogaea*). **Iranian Journal of Seed Research**, V. 4, P. 57-77, 2018.

NORONHA, B. G. de; MEDEIROS, A. D. de; PEREIRA, M. D. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleífera* Lam. **Ciência Florestal**, V. 28, P. 393-402, 2018.

OLIVEIRA, D. S.; XAVIER, D. S. F.; FARIAS, P. N.; BEZERRA, V. S.; PINTO, C. H. C.; SOUZA, L. D.; SANTOS, A. G. D.; MATIAS, L. G. O. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleífera* Lam. **HOLOS**, V. 1, P. 49-61, 2012.

OLIVEIRA, N. T.; NASCIMENTO, K. P.; GONÇALVES, B. de O.; LIMA, F. C. de; COSTA, A. L. N. de. Tratamento de água com moringa oleífera como coagulante/floculante natural. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, V. 9, P. 373-382, 2018.

OYEYINKA, A. T.; OYEYINKA, S. A. *Moringa oleífera* as a food fortificant: Recent trends and prospects. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, V. 17, P. 127-136, 2018.

PEREIRA, S. R.; GIRALDELLI, G. R.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. de. Tamanho de frutos e de sementes e sua influência na germinação de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea*

stigonocarpa var. *stigonocarpa* Mart. ex Hayne, Leguminosae – Caesalpinoideae).

Revista Brasileira de Sementes, V. 33, P. 141-148, 2011.

PONTES, M. da S.; SANTIAGO, E. F.; NOBREGA, M. A. dos S.; FREITAS, V. de M. B. Caracterização morfológica usando dimensões lineares sobre os atributos biométricos em sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell. (Annonaceae). **Ciência Florestal**, V. 28, P. 696-707, 2018.

RABBANI, A. R. C.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A.; VASCONCELOS, M. C. Pré – embebição em sementes de moringa. **Scientia Plena**, V. 9, P. 1-8, 2013.

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

SANTOS, C. A.; MOURA, F. B. P.; LIMA, L. N. Potencialidades e uso da moringa (*Moringa oleifera* Lam.). In: SANTOS, C. A. B. dos; NOGUEIRA, E. M. de S.; MOURA, G. J. B. de; ANDRADE, M. J. G. de. (Orgs.). **Conservação dos recursos naturais**. 1. ed. Jacobina: Oxente, V. 1, P. 1-136, 2016.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). **Biometrika Trust**, V. 52, P. 591-609, 1965.

SHARMA, A.; ALI, H.; GHERSI, D. Cluster analysis of biological networks. In: SHARMA, A.; ALI, H.; GHERSI, D. (Orgs.). **Reference Module in Life Sciences**. Elsevier, 2018.

SILVA, A. S. **Relações entre imagens de raios X, multiespectrais e de fluorescência de clorofila com o potencial fisiológico de sementes de arroz**. 73f. 2021. Dissertação. (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021.

SMIRNOV, N. Table for estimating the goodness of fit of empirical distributions”. **Annals of Mathematical Statistics**, V. 19, P. 279-281, 1948.

SOARES, C. S.; SILVA, J. A. da; SILVA, G. N. da. Produção de coentro em diferentes espaçamentos dos canais hidropônicos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, V. 22, P. 1-5, 2017.

STADTLANDER, T.; BECKER, K. Proximate Composition, Amino and Fatty Acid Profiles and Element Compositions of Four Different *Moringa* Species. **Journal of Agricultural Sciences**, V. 9, P. 46, 2017.

TONETTI, O. A. O.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. da. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MAC. LEISH. **Revista Brasileira de Sementes**, V. 28, P.114-121, 2006.

VILLASEÑOR-BASULTO, D. L.; ASTUDILLO-SÁNCHEZ, P. D.; REAL-OLVERA, J.; BANDALA, E. R. Wastewater treatment using *Moringa oleifera* Lam seeds: A review. **Journal of Water Process Engineering**, V. 23, P. 151-164, 2018.

WALKER, M. L.; DOVOEDO, Y. H.; CHAKRABORTI, S.; HILTON, C. W. An Improved Boxplot for Univariate Data. **The American Statistician**, P. 1-14, 2018.