

## Diversidade genética e fenotípica de uma população de plântulas de moringa a partir de descritores morfológicos

Lucas Emanuel **Lopes**<sup>1</sup>, Myrella de Mello **Domingues**<sup>1</sup>, Pedro Barbosa **Silva**<sup>1</sup>, Mariela Fernandes da **Silva**<sup>1</sup>, Jorge González **Aguilera**<sup>1</sup>, Fábio **Steiner**<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil.

\* Correspondente: steiner@uems.br

**Resumo:** A moringa (*Moringa oleifera* Lam. - Moringaceae) é uma planta originária da Índia, que vem sendo amplamente cultivada em diversas regiões do mundo, especialmente devido às propriedades nutricionais de suas folhas que possuem elevado interesse econômico, medicinal e industrial. No entanto, não há relatos sobre a diversidade genotípica e fenotípica das plântulas de moringa cultivadas na região Centro-Oeste do Brasil. Este estudo teve como objetivo caracterizar uma população de plântulas de moringa por meio de diferentes descritores morfológicos qualitativos. Uma população constituída por 1.263 plantas de moringa com 28 dias foi inicialmente classificada e separada em quatro grupos fenotípicos distintos com base na coloração do hipocótilo [plântulas com hipocótilo de cor verde (100% verde),  $\frac{3}{4}$  verde (75% verde e 25% roxo),  $\frac{3}{4}$  roxo (25% verde e 75% roxo), e hipocótilo roxo (100% roxo)]. Inicialmente, foram avaliadas a taxa de emergência das plântulas e a frequência de ocorrência das distintas classes de cor do hipocótilo na população total. Posteriormente, foram avaliados 10 descritores morfológicos em cada grupo de plantas com coloração distinta do hipocótilo. A taxa de emergência das plantas foi de 74%, indicando a adequada qualidade fisiológica das sementes. A separação da população em quatro grupos fenotípicos com base na cor do hipocótilo permitiu separar 432 plantas (34,2%) com hipocótilo de cor verde, 480 plantas (38,0%) de cor  $\frac{3}{4}$  verde, 336 plantas (26,6%) de cor  $\frac{3}{4}$  roxo e 15 plantas (1,2%) com hipocótilo de cor roxo. Os resultados reportaram que dos dez descritores morfológicos avaliados, apenas o tipo de inserção do primeiro par de folha (TI\_1F) e a altura de inserção da primeira folha (AI\_1F) possuem diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os distintos grupos fenotípicos de plântulas de moringa. Plântulas do grupo fenotípico com hipocótilo de cor roxo ou  $\frac{3}{4}$  roxo possuem em sua totalidade a inserção do primeiro par de folha do tipo oposto, ao passo que as plântulas com hipocótilo de cor verde e  $\frac{3}{4}$  verde possuem, respectivamente, 25% e 42% das plantas com a inserção do primeiro par de folhas do tipo alternado. Plântulas com hipocótilo de cor roxo possuem maior altura de inserção da primeira folha (AI\_1F) quando comparadas as plântulas de cor verde e  $\frac{3}{4}$  verde. Correlações altamente significativas e negativas foram obtidas entre TI\_1F e DC ( $-0,99$ ,  $P < 0,05$ ) e VR ( $-0,96$ ;  $P < 0,05$ ). Correlações altamente significativas e positivas foram obtidas entre AI\_1F e DC ( $0,96$ ;  $P < 0,05$ ). Pode-se afirmar que existe variabilidade genética e fenotípica dentro de uma população de plântulas de moringa, e os distintos grupos fenotípicos separados com base na coloração do hipocótilo possuem algumas características ou descritores morfológicos típicos do seu grupo.

**Palavras-chave:** *Moringa oleifera* Lam.; variabilidade; correlações; potencial alimento.

Recebido: 15/10/2023

Aceito: 17/10/2023

Publicado: 21/10/2023

Editor Principal

Alan Mario Zuffo

Bruno Rodrigues de Oliveira



Copyright: © 2023.

Creative Commons Attribution

license: [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Para citação: Lopes, L. E.; Domingues, M. d.; Silva, P. B.; Silva, M. F.; Aguilera, J. G.; Steiner, F. (2023). Diversidade genética e fenotípica de uma população de plântulas de moringa a partir de descritores morfológicos. Trends in Agricultural and Environmental Sciences, (e230004), DOI: 10.46420/TAES.e230004



## 1. Introdução

*Moringa oleifera* Lam. caracteriza-se como uma hortaliça arbórea, uma espécie exótica nativa da Índia, pertencente à família Moringaceae. A moringa é utilizada como planta medicinal na prevenção de diversas doenças, especialmente devido ao seu alto valor nutricional de todas as partes da planta (Leone et al., 2015, Aristil et al., 2020). A família Moringaceae, contém apenas um gênero, *Moringa*, com 13 espécies conhecidas e amplamente distribuídas em diversas regiões do mundo, especialmente em regiões de clima tropical, como o Brasil (Queiroga et al., 2022). Esta espécie vegetal é popularmente conhecida no Brasil como acácia-branca, quiabo-de-quina, árvore-rabanete-de-cavalo, cedro e moringueiro (Queiroga et al., 2022). A propagação vegetativa da moringa pode ocorrer por meio do plantio de mudas (Rosa et al., 2018), sementes (Nouman et al., 2012), estacas e *in vitro* (Ibrahim & Ameen, 2017), apresentando rápido crescimento vegetativo e frutificação com apenas um ano de vida (Gopalakrishnan et al., 2016).

A espécie destaca-se por suas inúmeras aplicações e benefícios. De acordo com Jesus et al. (2013), a moringa é uma esperança para o futuro no combate a fome devido sua composição de vitaminas e sais minerais. O principal composto utilizado é o óleo extraído das sementes, visto que suas sementes possuem 33,9% de proteínas e 37,2% de lipídeos, sendo que o óleo possui alta resistência a oxidação com altos teores de ácidos graxos insaturados (Leone et al., 2015; 2016). Além disso, suas sementes possuem ação coagulante sendo utilizada no tratamento de água de pequenas comunidades, assim reduzindo os riscos trazidos pela água contaminada, como a redução de microrganismos; combate a anemia; benefícios para alimentação humana; entre outros (Gopalakrishnan et al., 2016). O óleo extraído das sementes possui excelente qualidade, e tem sido utilizado em cosméticos, alimentos, medicamentos e na produção de biodiesel. A moringa também pode ser utilizada na alimentação humana pelo seu alto nutritivo (Leone et al., 2016), na produção de feno para bovinos e de ração para as galinhas, além de conseguir recuperar solos e purificar a água (Leone et al., 2015).

A moringa tem ampla adaptabilidade as condições edafoclimáticas e consegue se desenvolver em inúmeros tipos de solos, com valor de pH entre 5 e 8 (Leone et al., 2015; Noronha et al., 2018, Rosa et al., 2018). Esta planta adapta-se a regiões úmidas, porém, desenvolve-se melhor em regiões de clima tropical e seco. O cultivo de moringa exige poucos tratamentos culturais, e em condições adequadas, uma única planta pode produzir de 50 a 70 kg de frutos por ano (Jesus et al., 2013).

A procura por culturas que possuem crescimento rápido como a moringa, em diferentes regiões e em climas adversos, é algo que se mostra pertinente e interessante (Aristil et al., 2020). Este conhecimento permite fazer um melhor uso das espécies de plantas de maior aporte nutricional. Logo, surge a importância de se conhecer e caracterizar a diversidade genética e fenotípica das plantas de moringa cultivadas nas mais diversas regiões do Brasil e do mundo, para uma conservação e uso mais consciente e mais eficiente (Jesus et al., 2013).

O conhecimento da diversidade genética presente nas diferentes espécies de moringa é de grande importância para a biodiversidade e para as atividades de melhoramento na cultura (Aristil et al., 2020). Visto que, a variabilidade apresentada pelos indivíduos constitui a base para explorar os recursos genéticos, cuja atividade de caracterização e avaliação são imprescindíveis para a realização dos trabalhos de pré-melhoramento (Aguilera et al., 2019).

O objetivo do presente trabalho foi de caracterizar a diversidade genética e fenotípica de uma população de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam. - Moringaceae) por meio de diferentes descritores morfológicos qualitativos.

## 2. Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido na Universidade Estadual de Mato Grosso Sul (UEMS), em Cassilândia (MS). Sementes de moringa foram adquiridas no município de Arcoverde (PE). Para a formação das mudas, as sementes foram semeadas em tubetes de 115 mL, preenchidos com substrato formulado a partir da mistura de solo e esterco bovino na proporção 2:1 (v/v), acrescido da aplicação de 5 g L<sup>-1</sup> de fertilizante NPK 04-14-08 e 1 g L<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. Após a semeadura, o substrato foi umedecido até próximo da capacidade de retenção de água e as bandejas foram mantidas em condições controladas de condições de casa de vegetação por 28 dias (Figura 1A). As plântulas foram diariamente irrigadas por sistema automatizado de microaspersão para manter o teor de água do substrato próximo da capacidade máxima de retenção de água.



**Figura 1.** Detalhe da população de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam. - Moringaceae) cultivadas em tubetes de 115 mL sob condições de casa-de-vegetação aos 28 dias após a semeadura (A). Destaque das quatro classes de plantas com base na coloração do hipocótilo (B). (Plantas com hipocótilo de cor verde, 3/4 verde, 3/4 roxo e roxo da esquerda para a direita, respectivamente). Fonte: Os Autores.

Foram semeadas 1.710 sementes colocando uma única semente por tubete. Após 15 dias, avaliou-se a porcentagem de emergência das plântulas. Aos 28 dias após a semeadura, a população total de plântulas (1.263 indivíduos) foi classificada e separada em quatro grupos distintos com base na coloração do hipocótilo [plântulas com hipocótilo de cor verde (100% verde), 3/4 verde (75% verde e 25% roxo), 3/4 roxo (25% verde e 75% roxo), e hipocótilo roxo (100% roxo)] (Figura 1B).

### 2.1 Descritores morfológicos

Avaliaram-se 10 descritores morfológicos em uma amostra de 12 plântulas em cada grupo de plantas com coloração distinta do hipocótilo. Avaliou-se o diâmetro do coleto (DC, mm) por meio do paquímetro digital, altura de planta (AP, cm) medida por meio de uma régua graduada em centímetros da base do coleto até a inserção do ápice caulinar, número de folhas (NF, unidade) foi obtido por meio da contagem das folhas presentes em cada plântula. O tipo de inserção do 1º par de folha (TI\_1F), sendo observado o posicionamento oposto ou alternado de inserção do primeiro par de folhas das plântulas; e a altura da inserção da 1º par de folha (AI\_1F, cm) medido por meio de régua graduada em centímetros, aferindo-se a altura desde a base do coleto até a inserção da primeira folha. A matéria fresca das raízes (MFR, g) e a matéria fresca das folhas (MFF, g) foram determinadas em balança analítica com precisão de 0,001 g. As plântulas foram, então, separadas em parte aérea e raízes, acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar à 60 °C por três dias até a obtenção

da massa constante. A determinação da matéria seca parte aérea (MSPA, g) e das raízes (MSR, g) foi realizada em balança analítica com precisão de 0,001 g. O volume radicular (VR, cm<sup>3</sup>) foi determinado pelo método de deslocamento de massa de água, utilizando uma proveta de volume conhecido de água (10 mL) graduada em mililitros (mL).

## 2.2 Análises estatísticas

Os dados foram tabulados e processados por meio da análise de variância (ANOVA), e as médias dos distintos grupos fenotípicos de plantas de moringa foram comparadas pelo teste Tukey ( $P < 0.05$ ). Foi construído um diagrama de dispersão baseado na análise dos coeficientes de correlação de Pearson entre todas as características morfológicas das plantas de moringa. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software RBio versão 166 para Windows (Bhering, 2017).

## 3. Resultados

A diversidade genética e fenotípica de plântulas de moringa foi obtida ao avaliar uma população contendo 1.263 mudas de moringa produzidas em tubetes sob condições de casa de vegetação (Figura 1). A porcentagem de emergência das plântulas de moringa, avaliada aos 15 dias após a semeadura, foi de 74%, indicando que as sementes usadas neste estudo possuíam excelente vigor e qualidade fisiológica. Inicialmente, a população total de plântulas de moringa foi classificada quando a sua diversidade fenotípica com base na variação da coloração do hipocótilo (caule) das plantas (Figura 1B). A separação da população de plantas em classes (grupos) com base na coloração do hipocótilo permitiu separar 432 plântulas com hipocótilo de cor verde, 480 plântulas com cor <sup>3</sup>/<sub>4</sub> verde, 336 plântulas com cor <sup>3</sup>/<sub>4</sub> roxo e 15 plântulas com cor roxa, representando 34,2%, 38,0%, 26,6% e 1,2% da população total de plantas, respectivamente.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância e da estatística descritiva para os 10 descritores morfológicos avaliados em uma população de planta de moringa (*Moringa oleifera* Lam. - Moringaceae) constituída por quatro grupos fenotípicos de plântulas com distinta cor do hipocótilo no município de Cassilândia, MS, 2023.

FV <sup>1</sup>	GL	Soma de quadrados									
		AP (cm)	DC (mm)	NF (unidade)	TI_1F (Tipo)	AI_1F (cm)	MFR (g)	MFF (g)	VR (cm <sup>3</sup> )	MSR (g)	MSPA (g)
TRAT, ERRO	3 44	11,69 <sup>NS</sup> 191,79	0,465 <sup>NS</sup> 3,445	0,06 <sup>NS</sup> 29,417	1,50* 5,167	33,22** 105,23	0,28 <sup>NS</sup> 1,641	0,05 <sup>NS</sup> 0,346	0,12 <sup>NS</sup> 1,00	0,006 <sup>NS</sup> 0,016	0,0004 <sup>NS</sup> 0,0159
CV (%)		10,83	10,46	14,59	29,37	15,13	32,76	8,75	29,88	32,73	12,06
Média		19,27	2,675	5,60	1,17	10,22	1,38	2,38	1,18	0,14	0,37
Mínimo		14,00	2,00	4,00	1,00	6,50	0,44	2,13	0,80	0,04	0,31
Máximo		25,00	3,3	7,00	2,00	13,00	1,91	2,72	2,00	0,22	0,41

<sup>1</sup>FV: fonte de variação, GL: grau de liberdade, AP: altura de planta, DC: diâmetro do coleto, NF: número de folhas, TI\_1F: tipo de inserção do primeiro par de folhas, AI\_1F: altura da inserção da primeira folha, MFR: massa fresca das raízes, MFF: massa fresca da parte área, VR: volume radicular, MSR: massa seca das raízes, MSP: massa seca da parte área. Fonte: Dados da pesquisa.

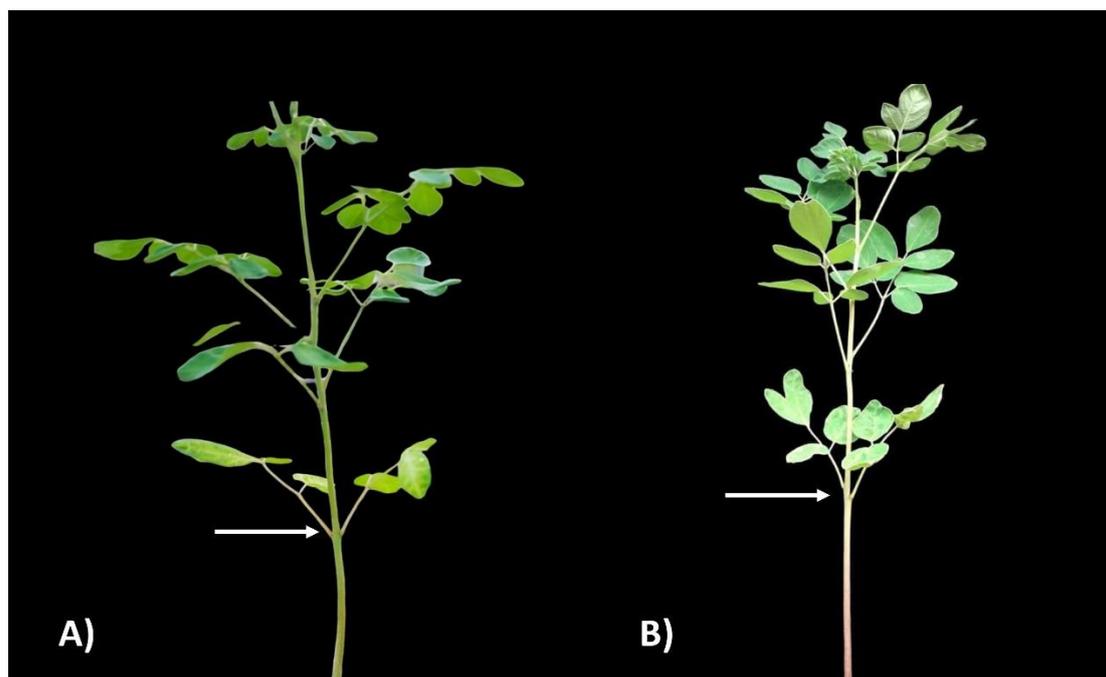
A partir da classificação fenotípica considerando a população em quatro grupos com coloração distinta do hipocótilo, foi realizada as análises de variância e de correlação para os 10 descritores morfológicos (Tabela 1). A análise de variância reportou que dos dez descritores morfológicos avaliados, apenas o tipo de inserção do primeiro par de folha (TI\_1F) e a altura de inserção da primeira folha (AI\_1F) possuem diferenças significativas ( $P < 0.05$ ) entre os distintos grupos fenotípicos de plântulas de moringa (Tabela 1). Os resultados obtidos para os quatro grupos fenotípicos obtidos a partir da classificação com base na coloração do hipocótilo, reportaram que embora exista diferenças na coloração do hipocótilo das plantas, a maioria dos descritores morfológicos são semelhantes entre os distintos grupos de moringa (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios para os 10 descritores morfológicos avaliados nos quatro grupos fenotípicos de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam. - Moringaceae) classificados e separados com base na coloração de hipocótilo das plantas cultivadas em condições controladas de casa de vegetação no município de Cassilândia, MS, 2023.

Cor do hipocótilo	AP (cm)	DC (mm)	NF (unidade)	TI_1F (Tipo)	AI_1F (cm)	MFR (g)	MFF (g)	VR (cm <sup>3</sup> )	MSR (g)	MSPA (g)
Verde	19,21	2,61	5,67	1,25 ab	9,42 b	1,15	2,38	1,17	0,11	0,36
<sup>3</sup> / <sub>4</sub> Verde	18,54	2,55	5,58	1,42 a	9,42 b	1,35	2,44	1,03	0,13	0,38
<sup>3</sup> / <sub>4</sub> Roxo	19,92	2,76	5,58	1,00 b	10,71 ab	1,57	2,41	1,23	0,13	0,37
Roxo	19,42	2,78	5,58	1,00 b	11,33 a	1,45	2,27	1,30	0,18	0,36

AP: altura de planta, DC: diâmetro do coleto, NF: número de folhas por planta, TI\_1F: tipo de inserção do primeiro par de folhas, AI\_1F: altura da inserção da primeira folha, MFR: massa fresca das raízes, MFF: massa fresca da parte aérea, VR: volume radicular, MSR: massa seca das raízes, MSPA: massa seca da parte aérea. Fonte: Dados da pesquisa.

Diferenças significativas foram observadas para o tipo de inserção do primeiro par de folhas, sendo observado que para os grupos de plântulas com coloração do hipocótilo <sup>3</sup>/<sub>4</sub> roxo e roxo, 100% das plantas possuem tipo de inserção do primeiro par de folha com posicionamento oposto (Tabela 2 e Figura 2A), ao passo que para o grupo de plantas com cor <sup>3</sup>/<sub>4</sub> verde e verde, 42% e 25% das plântulas possuem tipo de inserção do primeiro par de folha com posicionamento alternado (Tabela 2 e Figura 2B), respectivamente. Ao considerar os grupos fenotípicos principais de cor roxa e verde tem-se distribuição no posicionamento de inserção do primeiro par de folha com 100% oposto e 33% alternado, respectivamente. Este tipo de variação não tem sido descrito em outros estudos com plântulas de moringa, e pode ser uma característica que nos auxilia no reconhecimento da segregação de populações, tendo em vistas a frequência de sua manifestação.

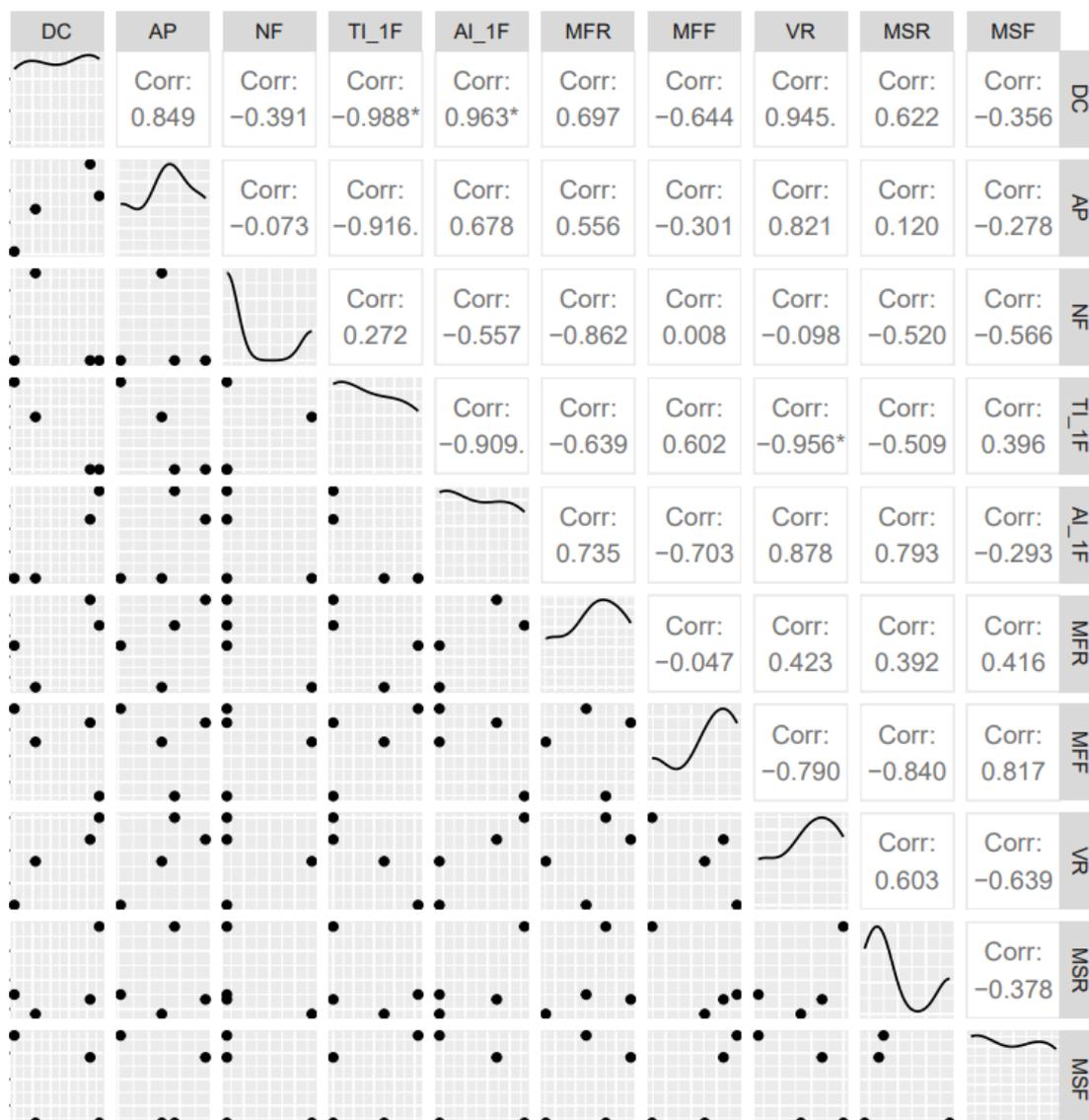


**Figura 2.** Detalhe do posicionamento oposto (A) ou alternado (B) de inserção do primeiro par de folhas das plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam. - Moringaceae) cultivadas em tubetes de 115 mL sob condições de casa-de-vegetação aos 28 dias após a semeadura. Fonte: Os Autores.

A altura de inserção da primeira folha (AI\_1F) foi outro descritor morfológico que possui variação entre os distintos grupos fenotípicos de moringa, sendo que o grupo formado com plântulas com hipocótilo de cor roxa possui maior altura de inserção da primeira folha (11,33 cm) quando comparado aos grupos fenotípicos de cor verde (9,42 cm) e <sup>3</sup>/<sub>4</sub> verde (9,42 cm) (Tabela 2).

A dispersão dos dados e a correlação entre os descritores morfológicos das plântulas de moringa é mostrada na Figura 3. O DC possui correlação altamente significativa e positiva com a AI\_1F

( $r = 0,963$ ;  $P < 0,05$ ) e correlação altamente significativa e negativa com o TI\_1F ( $r = -0,988$ ;  $P < 0,05$ ). A AP possui correlação positiva com o VR ( $r = 0,821$ ;  $P > 0,05$ ) e negativa com o TI\_1F ( $r = -0,92$ ;  $P > 0,05$ ). O NF possui correlação negativa com a MFR ( $r = -0,862$ ;  $P > 0,05$ ). O TI\_1F possui correlação significativa e negativa com o VR ( $r = 0,656$ ;  $P < 0,05$ ) e com AI\_1F ( $r = -0,909$ ;  $P > 0,05$ ). A AI\_1F possui correlação positiva com o VR ( $r = 0,878$ ;  $P > 0,05$ ). A MFF possui correlação positiva com MSF ( $r = 0,817$ ;  $P > 0,05$ ) e negativa com MSR ( $r = -0,840$ ;  $P > 0,05$ ).



**Figura 3.** Diagrama de dispersão baseado na análise dos coeficientes de correlação de Pearson entre os 10 descritores morfológicos das plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam. - Moringaceae) cultivadas em condições controladas de casa de vegetação no município de Cassilândia, MS, 2023. DC: diâmetro do coleto, AP: altura da planta, NF: número de folhas, TI\_1F: tipo de inserção do primeiro par de folha, AI\_1F: altura da inserção da primeira folha, MFR: matéria fresca das raízes, MFF: massa fresca da parte aérea, VR: volume radicular, MSR: matéria seca das raízes, MSF: matéria seca da parte aérea. \* representam correlações significativas ao 5% de probabilidade pelo teste “t”. Fonte: Dados da pesquisa.

#### 4. Discussão

A caracterização de germoplasma constitui a base para explorar melhor qualquer diversidade presente em coleções ou populações com fins de melhoramento genético de plantas e seleção de progênies (Aguilera et al., 2011, 2019, 2023; Elsayed et al., 2023; Morales-Aranibar et al., 2023; Sampaio et al., 2023). Para tal são identificados alguns descritores qualitativos ou quantitativos que permitem fazer uma melhor diferenciação do germoplasma e assim selecionar

os genótipos, mas contrastantes, e ou até identificar duplicatas dentro da coleção (Aguilera et al., 2011; Sampaio et al., 2023).

A variabilidade dos descritores morfológicos utilizadas na avaliação da diversidade genética dos distintos grupos fenotípicos classificados com base na coloração do hipocótilo foi mensurada por meio do coeficiente de variação. Os coeficientes de variação estiveram adequados para experimentos de campo (Gomes, 2000), com valores próximos de 30%, com a exceção das variáveis MFR e MSR (Tabela 1).

Dentre as características que manifestaram variação entre os quatro grupos fenotípicos de plântulas de moringa estão o TI\_1F e AI\_1F. O TI\_1F caracterizou-se pela avaliação do tipo de inserção do primeiro par de folhas, sendo que a comparação entre os diferentes grupos fenotípicos evidenciou que as plantas com hipocótilo de cor roxo (100% roxo) ou  $\frac{3}{4}$  roxo (25% verde e 75% roxo) possuem em todas as plantas o tipo de inserção oposta. Por sua vez, as plantas com hipocótilo de cor verde (100% verde) e  $\frac{3}{4}$  verde (75% verde e 25% roxo) possuem tipo de inserção do primeiro par de folha no formato alternado, contrastando este tipo de posição entre as plantas com hipocótilos de coloração roxo e verde. Este descritor morfológico (TI\_1F) se correlacionou negativamente com o DC ( $r = -0,99$ ;  $P < 0,05$ ), AP ( $r = -0,92$ ;  $P > 0,05$ ) e VR ( $r = -0,96$ ;  $P < 0,05$ ). Desta forma pode-se afirmar que sempre que as plântulas foram classificadas com a inserção do primeiro par de folhas do tipo oposta (1), as plantas com hipocótilo de cor roxo ou  $\frac{3}{4}$  roxo possuíram os maiores valores de DC, AP e VR como verificado na Tabela 2. Noronha et al. (2018) ao avaliar sementes de moringa constataram que as correlações permitiram demonstrar que quanto maior a área livre no interior das sementes, menor a qualidade dos lotes de sementes de moringa, como uma medida indireta, parecido como o resultado obtido no presente trabalho considerando os descritores em plântulas.

A AI\_1F diferenciou-se entre os quatro grupos fenotípicos de plântulas de moringa (Tabela 2). Esta característica está relacionada com a possibilidade de efetuar-se o corte das plantas de moringa para a produção de forragem ou de silagem, e como em outras espécies, o uso de equipamentos de corte se faz necessário, e a altura do primeiro par de folhas é uma característica de interesse agrônomo. Este tipo de manejo ainda não tem sido relatado em outros trabalhos pelo que ainda se tem muito a conhecer sobre o verdadeiro impacto dessa altura de inserção da primeira folha no manejo operacional de uma área de moringa submetida a corte frequente com o foco na oferta de forragem fresca, silagem ou feno.

A moringa tem sido caracterizada em numerosas pesquisas (Nouman et al., 2012; Jesus et al., 2013; Leone et al., 2015; 2016; Gopalakrishnan et al., 2016; Ibrahim & Ameen, 2017; Noronha et al., 2018; Rosa et al., 2018; Aristil et al., 2020) e elas mostram o potencial agrícola e nutricional que a cultura tem em relação a outras espécies. Conhecer as diversas variações que a cultura pode manifestar em diferentes momentos de desenvolvimento é de importância para etapas posteriores de melhoramento genético da cultura. O uso de descritores morfológicos a nível de plântula é de interesse e o presente trabalho mostra que ainda em etapas iniciais de desenvolvimento da planta (28 dias) encontram-se diferenças dentre uma população inicial quando avaliada 1.263 plântulas. A população inicial foi classificada e separada em quatro grupos fenotípicos distintos com base na coloração do hipocótilo das plântulas. Pode-se afirmar que existe variabilidade genética e fenotípica dentro de uma população de plântulas de moringa, e os distintos grupos fenotípicos separados com base na coloração do hipocótilo possuem algumas características ou descritores morfológicos típicos do seu grupo.

## 5. Referências

Aguilera, J. G.; Marim, B. G.; Setotaw, T. A.; Zuffo, A. M.; Nick, C.; & Silva, D. J. H. (2019). The combination of data as a strategy to determine the diversity of tomato subsamples. *Amazonian Journal of Plant Research*, 3, 276-289. DOI: 10.26545/ajpr.2019.b00035x

Aguilera, J. G.; Pessoni, L. A.; Rodrigues, G. B.; Elsayed, A. Y.; Silva, D. J. H.; & Barros, E. G. (2011). Genetic variability in tomato (*Solanum lycopersicon* Mill.) by ISSR markers. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(2), 243-252. DOI: 10.5039/agraria.v6i2a998

Aguilera, J. G.; Ribeiro, E. B.; Nascimento, A. C.; Silva, M. V.; Carvalho, R. d.; Cocco, A. S.; Barreto, A. F.; Martins, G. S.; Barcelos, R. P.; Rodrigues, J. A.; Steiner, F.; & Bardivieso, D. M. (2023). Qualitative and quantitative descriptors for quantifying the genetic diversity of bean seeds. *Trends in Agricultural and Environmental Sciences*, (e230001), DOI: 10.46420/TAES.e230001

Aristil, J.; Pierre, J. S., & Dominique, L. (2020). Phenotypic diversity of Haitian Benzolive (*Moringa oleifera* Lam.). *Plantae Scientia*, 3(1), 01-06. DOI: 10.32439/ps.v3i1.1-6

Bhering, L. L. (2017). Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17, 187-190. DOI: 10.1590/1984-70332017v17n2s29

Elsayed, A. Y.; Hassan, B. A. A.; Hassanin, A. A.; Zyada, H. G.; Ismail, H. E. M.; & Aguilera, J. G. (2023). Selection differential, genetic gain and heritability for yield and quality in tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Ciência e Agrotecnologia*, 47, e013722. DOI: 10.1590/1413-7054202347013722

Gopalakrishnan, L.; Doriya, K.; & Kumar, D. S. (2016). Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*, 5(2): 49-56.

Gomes, F. P. (2000). Curso de estatística experimental. Piracicaba: Degaspari.

Ibrahim, I. R.; & Ameen, S. K. M. (2017). In vitro propagation of *Moringa oleifera*. *The Iraqi Journal of Agricultural Science*, 48(4), 1089-1098.

Jesus, A. R.; Marques, N. S.; Ribeiro, E. J. N.; Tuyuty, P. L. M.; & Pereira, S. A. (2013). Dossiê técnico cultivo da *Moringa oleifera* - Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc2ODU=>. Acesso em: 09 out. 2023

Leone, A.; Spada, A.; Battezzati, A.; Schiraldi, A.; Aristil, J., & Bertoli, S. (2015). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: an overview. *Int J Mol Sci*, 16(6), 12791-12835. DOI: 10.3390/ijms17122141

Leone, A.; Spada, A.; Battezzati, A.; Schiraldi, A.; Aristil, J.; & Bertoli, S. (2016). *Moringa oleifera* seeds and oil: Characteristics and uses for human health. *International journal of molecular sciences*, 17(12), 2141. DOI: 10.3390/ijms17122141

Morales-Aranibar, L.; Yucra, F. E. Y.; Aranibar, C. G. M.; Saenz, M. C.; Gonzales, H. H. S.; Aguilera, J. G.; Alvarez, J. L. L.; Zuffo, A. M.; Steiner, F.; Ratke, R. F.; & Teodoro, P. E. (2023). First report on the genetic diversity of populations of *Gossypium barbadense* L. and *Gossypium hirsutum* L. in the Amazonian native communities, Cusco Peru. *Plants*, 12, 865. DOI: 10.3390/plants12040865

Noronha, B. G.; Medeiros, A. D.; & Pereira, M. D. (2018). Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. *Ciência Florestal*, 28(1), 393-402. DOI: 10.5902/1980509831615

Nouman, W.; Siddiqui, M. T.; Basra, S.; Ahmed, M.; Afzal, I.; & Rehman, H. U. (2012). Enhancement of emergence potential and stand establishment of *Moringa oleifera* Lam. by seed priming. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(2), 227-235. DOI: 10.3906/tar-1103-39

Queiroga, V. P.; Figueiredo-Neto, A.; & Albuquerque, E. M. B. (2022). *Moringa (Moringa oleifera LAM): Sistema de produção e utilização*. Campina Grande: AREPB, 178p.

Rosa, T. L. M.; Jordaim, R. B.; Alexandre, R. S.; de Araujo, C. P.; Gonçalves, F. G.; & Lopes, J. C. (2018). Controlled release fertilizer in the growth of *Moringa oleifera* LAM. seedlings. *Floresta*, 48(3), 303-310. DOI: 10.5380/ufv.v48i3.50063

Sampaio, A. P. L.; Aguilera, J. G.; Mendes, A. M. S.; Argente-Martinez, L.; Zuffo, A. M.; & Teodoro, P. E. (2023). The role of the genetic diversity of *Capsicum* spp. in the conservation of the species: qualitative and quantitative characterization. *Ciência e Agrotecnologia*, 47, e009122. DOI: 10.1590/1413-7054202347009122

## 6. Informações adicionais

### 6.1 Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, pelo uso das instalações que permitiram o desenvolvimento da pesquisa.

### ***6.2 Financiamento***

Não houve financiamento para realizar a pesquisa.

### ***6.3 Conflitos de interesse***

Declaramos que não há conflito de interesse.