



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA**

NYNYVE THAYNAR BRITO DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, RESISTÊNCIA E ESTIMATIVA DE
PARÂMETROS GENÉTICOS EM ACESSOS DE *Luffa cylindrica* INOCULADOS
COM *Meloidogyne incognita* E *M. javanica***

MOSSORÓ

2025

NYNYVE THAYNAR BRITO DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, RESISTÊNCIA E ESTIMATIVA DE
PARÂMETROS GENÉTICOS EM ACESSOS DE *Luffa cylindrica* INOCULADOS
COM *Meloidogyne incognita* E *M. javanica***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestra em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas culturais

Orientador: Prof. Dr. Aurélio Paes Barros Júnior

Coorientadora: Prof. Dra. Lindomar Maria da Silveira

Coorientadora: Prof. Dra. Edicleide Macedo da Silva

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A447c Almeida, Nynyve Thaynar Brito de .
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, RESISTÊNCIA E
ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM ACESSOS DE
Luffa cylindrica INOCULADOS COM Meloidogyne
incognita E M. javanica / Nynyve Thaynar Brito de
Almeida. - 2025.
56 f. : il.

Orientador: Aurélio Paes Barros Júnior.
Coorientador: Lindomar Maria da Silveira.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnica, 2025.

1. bucha vegetal. 2. variabilidade genética.
3. seleção genética. 4. agrupamento hierárquico.
I. Barros Júnior, Aurélio Paes , orient. II.
Silveira, Lindomar Maria da, co-orient. III.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

NYNYVE THAYNAR BRITO DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, RESISTÊNCIA E ESTIMATIVA DE
PARÂMETROS GENÉTICOS EM ACESSOS DE *Luffa cylindrica* INOCULADOS
COM *Meloidogyne incognita* E *M. javanica***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestra em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas culturais

Defendida em: 18 / 02 / 2025

BANCA EXAMINADORA

Aurélio Paes Barros Júnior, Prof. Dr.
(UFERSA)
Presidente

João Everthon da Silva Ribeiro Prof. Dr.
(UFERSA)
Membro Examinador

Lindomar Maria da Silveira, Prof. Dr.
(UFERSA)
Membro Examinador

Marilene Santos de Lima Profa. Dra.
(UFAC)
Membro Examinador

Edicleide Macedo da Silva, Profa. Dra.
(UFERSA)
Membro Examinador

Manoel Abílio de Queiroz, Prof. Dr.
(UNEB)
Membro Examinador

Dedico este trabalho aos meus amados avós, Maria de Fátima e José Gonçalves, obrigada por todo o apoio e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte infinita de amor e sabedoria, por me conceder forças nos momentos de incerteza, iluminar meus caminhos e me dar a graça de alcançar mais esta conquista.

Ao meu marido, Benedito, por todo o seu amor incondicional, sua paciência e apoio, que foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Obrigada por cada palavra de incentivo, por cada abraço nos dias difíceis e por celebrar comigo cada pequena conquista. Sem você, este caminho teria sido muito mais difícil.

À minha família, minha base e meu alicerce. Aos meus queridos avós, Maria de Fátima e José Gonçalves, cuja sabedoria e amor sempre me guiaram. Aos meus tios, que sempre estiveram ao meu lado, especialmente à minha tia Adriana, que foi essencial em minha trajetória escolar e na vida. Aos meus tios Gabriela, José Júnior, José Fábio, Edilânia e Orlando, verdadeiros incentivadores, que sempre acreditaram em mim e me motivaram a seguir adiante.

Às minhas afilhadas, Maria Bianca e Ana Liz, que são pura luz e amor, enchendo meus dias de alegria. Aos meus amados primos Arthur, Alicia, Leticya e Larissa, que tornam minha vida mais colorida e feliz.

Aos meus amados filhos felinos, Lagertha e Bjorn, por todo o carinho e alegria que trazem à minha vida. Obrigada por me lembrarem da beleza nas pequenas coisas, com cada gesto de amor e companheirismo.

À Capes, pelo suporte financeiro que tornou possível a realização deste trabalho.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, por proporcionarem um ambiente acadêmico enriquecedor e por abrirem portas para o meu crescimento profissional e pessoal.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Aurélio Paes Barros Júnior, por sua dedicação, paciência e ensinamentos. Às minhas coorientadoras, Profa. Dra. Lindomar Maria da Silveira e Profa. Dra. Edicleide Macedo da Silva, por todo o conhecimento compartilhado, pela confiança em meu trabalho e pelo carinho com que me acompanharam nessa caminhada.

À banca avaliadora, composta pelo Prof. Dr. João Everthon da Silva Ribeiro, Profa. Dra. Marilene Santos de Lima e Prof. Dr. Manoel Abílio de Queiroz, pelas contribuições valiosas e por me ajudarem a aprimorar este trabalho com suas considerações e sugestões.

Aos amigos que estiveram ao meu lado durante essa jornada, especialmente Francismária, César, Dalbert, Geovanna, Eduardo e Luiz. Mais do que colegas, vocês se tornaram parte da minha história. Foram dias de trabalho árduo, noites sem fim, mas também de muitas risadas, apoio mútuo e momentos inesquecíveis.

Ao Grupo de Estudos em Recursos Genéticos e Melhoramento Vegetal (GERMEV), agradeço à Adriano, Anderson, Bruno, Camila, Cintya, David, Eduardo, Francismária, Geovanna, Luiz, Paulo e Sara, pelo convívio acadêmico e pelas trocas de conhecimento que tanto contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal, em especial ao Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes, por sua orientação nas análises estatísticas, pelo carinho e pelos aprendizados.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Produção Agrícola e Recursos Genéticos Vegetais (GEPPARG), por todo o apoio na realização do trabalho, a César, David e aos bolsistas Alessandra e Diego.

E a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

“Mas aqueles que esperam no Senhor
renovam as suas forças. Voam alto
como águias; correm e não ficam
exaustos, andam e não se cansam.”

Isaías 40:31

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1. Temperatura média (°C) e umidade relativa média do ar (%) dos meses de junho a outubro de 2024 em Mossoró – RN.....21
- Figura 2. Mapa de calor do diâmetro do caule (DC), massa da raiz fresca (MDR), massa fresca da parte aérea (MF), massa seca da parte aérea (MS) e número de frutos (NF) da coleção de acesso de *Luffa* spp. da UFERSA.....28
- Figura 3. Dendrograma UPGMA obtido pela matriz de dissimilaridade de distâncias euclidianas a partir de descritores quantitativos vegetativos avaliados em acessos de *Luffa cylindrica*. Correlação cofenética ($r = 0,85$, $p < 0,05$).....29
- Figura 4. Mapa de calor da massa do fruto seco (MDF), comprimento do fruto (CDF) e diâmetro do fruto (DDF) da coleção de acesso de *Luffa* spp. da UFERSA.....30
- Figura 5. Dendrograma UPGMA obtido pela matriz de dissimilaridade de distâncias euclidianas a partir de descritores quantitativos do fruto avaliados em acessos de *Luffa cylindrica*. Correlação cofenética ($r = 0,82$, $p < 0,05$).....31
- Figura 6. Dendrograma UPGMA obtido pela matriz de dissimilaridade de distâncias euclidianas a partir de descritores quantitativos vegetativos e de frutos avaliados em acessos de bucha. Correlação cofenética ($r = 0,84$, $p \leq 0,05$).....32

CAPÍTULO 2

- Figura 1. Temperatura média (°C) e umidade relativa média do ar (%) dos meses de junho a outubro de 2024 em Mossoró – RN.....40
- Figura 2. Frequência absoluta de classes da reação em acessos de bucha vegetal inoculados com *Meloidogyne incognita*.....47
- Figura 4. Estimativa das correlações de Pearson entre as variáveis: diâmetro do caule (DC), massa da raiz fresca (MDR), massa fresca da parte aérea (MF), massa seca da parte aérea (MS), número de frutos (NF), índice SPAD, número total de ovos e nematoides em diferentes estádios (NTOJ) e fator de reprodução (FR) em acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) inoculados com *M. incognita*.....50
- Figura 5. Estimativa das correlações de Pearson entre as variáveis: diâmetro do caule (DC), massa da raiz fresca (MDR), massa fresca da parte aérea (MF), Massa seca da parte aérea (MS), número de frutos (NF), índice SPAD, número total de ovos e nematoides em diferentes estádios (NTOJ) e fator de reprodução (FR) em acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) inoculados com *M. javanica*.....51
- Figura 6. Ganhos de seleção para médias de acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) selecionados quanto à resistência a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*.....52

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Acessos de bucha vegetal (<i>Luffa cylindrica</i>) avaliados e caracterizados através de descritores morfológicos.....	21
Tabela 2. Descritores vegetativos qualitativos avaliados em acessos de bucha vegetal (<i>Luffa cylindrica</i>).....	25
Tabela 3. Descritores qualitativos avaliados em frutos de bucha vegetal (<i>Luffa cylindrica</i>)..	26

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Identificação de acessos de bucha vegetal (<i>Luffa cylindrica</i>) avaliados para resistência a <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i>	40
Tabela 2. Componentes de variância e estimativas de parâmetros genéticos para resistência à <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> em acessos de bucha vegetal (<i>Luffa cylindrica</i>).....	44
Tabela 3. Valores genotípicos de resistência à <i>Meloidogyne incognita</i> em acessos de bucha vegetal (<i>Luffa cylindrica</i>).....	46
Tabela 4. Valores genotípicos de resistência a <i>Meloidogyne javanica</i> em acessos de bucha vegetal (<i>Luffa cylindrica</i>).....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\hat{\sigma}_e^2$	Variância ambiental
$\hat{\sigma}_f^2$	Variância fenotípica individual
$\hat{\sigma}_g^2$	Variância genotípica
Ac _g	Acurácia da seleção
CDF	Comprimento do fruto
CDS	Cor da semente
CE	Ceará
CV _e	Coefficiente de variação ambiental
CV _g	Coefficiente de variação genética
DC	Diâmetro do caule
DDF	Diâmetro do fruto
EDF	Estrias do fruto
FDC	Formato do caule
FAF	Formato apical do fruto
FDF	Formato do fruto
FBF	Formato basal do fruto
FR	Fator de reprodução
G	Gavinhas
GS	Ganho de seleção
h ² _g	Herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo
PDP	Porte das plantas
MDF	Massa do fruto seco
MDR	Massa da raiz fresca
MF	Massa fresca da parte aérea
MI	<i>Meloidogine incógnita</i>
MJ	<i>Meloidogyne javanica</i>
MO	Médias originais
MS	Massa seca da parte aérea
MS	Médias selecionadas dos acessos resistentes
NF	Número de frutos

NTOJ	Número de ovos e nematoides em diferentes estádios
PE	Pernambuco
PF	População final
PI	População inicial
Re	Reação
RN	Rio Grande do Norte
SDS	Superfície da semente
SP	São Paulo
SPAD	Índice <i>Soil Plant Analysis Development</i>
TDF	Textura da casca do fruto
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UPGMA	<i>Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Averages</i>

SUMÁRIO

RESUMO.....	12
INTRODUÇÃO GERAL.....	14
CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA EM ACESSOS DE <i>Luffa cylindrica</i>.....	17
RESUMO.....	17
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	21
2.2 MATERIAL VEGETAL.....	21
2.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL.....	22
2.4 DESCRITORES MORFOLÓGICOS AVALIADOS.....	22
2.5 ANÁLISE DE DADOS.....	24
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
3.1 DESCRITORES QUALITATIVOS.....	25
3.2 DESCRITORES QUANTITATIVOS.....	27
4 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34
CAPÍTULO 2 - RESISTÊNCIA EM ACESSOS DE <i>Luffa cylindrica</i> INOCULADAS COM <i>Meloidogyne incognita</i> E <i>M. javanica</i>.....	36
RESUMO.....	36
1 INTRODUÇÃO.....	38
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	40
2.2 MATERIAL VEGETAL.....	40
2.3 OBTENÇÃO DOS INÓCULOS E MULTIPLICAÇÃO.....	41
2.4 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL.....	41
2.5 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DOS NEMATOIDES.....	42
2.6 AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA.....	42
2.7 CARACTERIZAÇÃO MORFOFISIOLÓGICA.....	42
2.8 ANÁLISE DE DADOS.....	43
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, RESISTÊNCIA E ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM ACESSOS DE *Luffa cylindrica* INOCULADOS COM *Meloidogyne incognita* E *M. javanica*

RESUMO

Luffa cylindrica (L.) Roem., conhecida popularmente como bucha vegetal, é uma cultura de grande interesse econômico e ambiental, amplamente cultivada para a produção de fibras utilizadas na fabricação de esponjas e outros produtos industriais, além de apresentar potencial para aplicações alimentares e medicinais. Apesar de sua relevância, a variabilidade genética da espécie ainda é pouco explorada, tornando essencial a caracterização de seus acessos para programas de melhoramento e conservação genética. O objetivo deste estudo foi caracterizar a variabilidade genética e avaliar a resistência de acessos a *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, utilizando caracterização morfológica e estimativas de parâmetros genéticos. Foram caracterizados e avaliados 15 acessos de bucha vegetal. Para caracterização, foram utilizados os descritores diâmetro do caule (DC), massa fresca da raiz (MDR), massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea, número de frutos por acesso (NF), porte das plantas (PDP), formato de caule (FDC), gavinhas (G), formato do pedúnculo (FDP), formato do fruto (FDF), formato basal (FBF) e apical do fruto (FAF), textura da casca do fruto (TDF), estrias do fruto (EDF), diâmetro do fruto (DDF), comprimento do fruto (CDF), massa do fruto seco (MDF), cor da semente (CDS) e superfície da semente (SDS). Para a avaliação da resistência, os acessos foram inoculados com os nematoides *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*; como padrão de suscetibilidade, foi utilizado *Abelmoschus esculentus* e como padrão de resistência, *Crotalaria spectabilis*. Os dados dos descritores quantitativos foram agrupados pelo método hierárquico aglomerativo UPGMA e calculada a distância genética entre os acessos. A avaliação de resistência foi realizada por meio da contagem do número total de ovos e nematoides em diferentes estádios, para posterior determinação do fator de reprodução, além de variáveis relacionadas ao crescimento vegetal. Foi calculada a estimativa dos parâmetros genéticos ($\hat{\sigma}_g^2$, $\hat{\sigma}_e^2$, $\hat{\sigma}_f^2$, h^2_g , Ac_g , CV_g , CV_e) utilizando o *software* SELEGEN-REML/BLUP. Os resultados da caracterização morfológica revelaram ampla variabilidade entre os acessos, com diferenças significativas nos descritores avaliados. O agrupamento hierárquico revelou distintos perfis fenotípicos, destacando-se os acessos B22, B4 e B27 com potencial para uso em programas de melhoramento genético para os descritores MDF, CDF, DDF. Cinco acessos (B18, B19, B21, B22 e B15) foram identificados como resistentes a *M. incognita* e *M. javanica*, evidenciando seu potencial para programas de melhoramento genético visando à obtenção de cultivares mais adaptadas e resistentes. O acesso B22, resistente a *M. incognita* e *M. javanica*, obteve destaque no método hierárquico aglomerativo UPGMA, devido aos descritores MDF (36 g), CDF (21 cm), DDF (19 cm). Foram observadas correlações positivas entre descritores de crescimento vegetativo e resistência aos nematoides, demonstrando que esses fatores podem ser combinados em estratégias de seleção e melhoramento genético.

Palavras-chave: Bucha vegetal. Variabilidade genética. seleção genética. Agrupamento hierárquico.

**MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION, RESISTANCE AND ESTIMATION
OF GENETIC PARAMETERS IN *Luffa cylindrica* ACCESSORIES INOCULATED
WITH *Meloidogyne incognita* AND *M. javanica***

ABSTRACT

Luffa cylindrica (L.) Roem., popularly known as loofah, is a crop of great economic and environmental interest, widely cultivated for the production of fibers used in the manufacture of sponges and other industrial products, in addition to having potential for food and medicinal applications. Despite its relevance, the genetic variability of the species is still little explored, making the characterization of its accessions essential for breeding and genetic conservation programs. The objective of this study was to characterize the genetic variability and evaluate the resistance of accessions to *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*, using morphological characterization and estimates of genetic parameters. Fifteen loofah accessions were characterized and evaluated. The following descriptors were used for characterization: stem diameter (DC), fresh root mass (MDR), fresh mass (MF) and dry mass (MS) of the aerial part, number of fruits per accession (NF), plant size (PDP), stem shape (FDC), tendrils (G), peduncle shape (FDP), fruit shape (FDF), basal shape (FBF) and apical fruit shape (FAF), fruit peel texture (TDF), fruit striations (EDF), fruit diameter (DDF), fruit length (CDF), dry fruit mass (MDF), seed color (CDS) and seed surface area (SDS). To evaluate resistance, the accessions were inoculated with the nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*, *Abelmoschus esculentus* was used as a susceptibility standard and *Crotalaria spectabilis* as a resistance standard. Data from quantitative descriptors were grouped using the hierarchical agglomerative method UPGMA and the genetic distance between accessions was calculated. Resistance evaluation was performed by counting the total number of eggs and nematodes at different stages for subsequent determination of the reproduction factor, in addition to variables related to plant growth. Estimates of genetic parameters ($\hat{\sigma}_g^2, \hat{\sigma}_e^2, \hat{\sigma}_f^2, h^2_g, Ac_g, CV_g, CV_e$) were calculated using the SELEGEN-REML/BLUP software. The results of morphological characterization revealed wide variability among accessions, with significant differences in the evaluated descriptors. Hierarchical grouping revealed distinct phenotypic profiles, with accessions B22, B4 and B27 standing out as having potential for use in genetic improvement programs for the descriptors MDF, CDF, DDF. Five accessions (B18, B19, B21, B22 and B15) were identified as resistant to *M. incognita* and *M. javanica*, evidencing their potential for genetic improvement programs aimed at obtaining more adapted and resistant cultivars. Accession B22, resistant to *M. incognita* and *M. javanica*, stood out in the hierarchical agglomerative method UPGMA, due to the descriptors MDF (36 g), CDF (21 cm), DDF (19 cm). Positive correlations were observed between vegetative growth descriptors and nematode resistance, demonstrating that these factors can be combined in selection and genetic improvement strategies.

Keywords: Plant loofah. Genetic variability. Genetic selection. Hierarchical clustering.

INTRODUÇÃO GERAL

Luffa cylindrica (L.) Roem., popularmente conhecida como bucha vegetal, tem despertado interesse crescente devido ao seu amplo potencial de uso e ao aumento de sua demanda no mercado. Esse interesse se deve, em grande parte, à agregação de valor que o produto tem recebido por meio de beneficiamentos que dão um aspecto mais nobre à sua fibra (Marouelli, 2013a). A espécie é facilmente encontrada e amplamente cultivada na Ásia e na África, onde já foram comprovados seus benefícios medicinais, sendo utilizada no tratamento de doenças respiratórias, infecções e inflamações (Daniel-Mkpume *et al.*, 2019).

Embora a bucha vegetal ainda não possua a mesma expressividade comercial de outras culturas pertencentes à família das Cucurbitáceas, sua esponja fibrosa tem se destacado para reforçar polímeros na fabricação de telhados, eletrodomésticos, automóveis e *design* arquitetônico (Kalusuraman *et al.*, 2018; Adeyanju *et al.*, 2021).

O cultivo da bucha vegetal tem crescido significativamente no Brasil, tornando-se uma importante atividade econômica, especialmente para a agricultura familiar. Essa expansão tem sido observada em várias regiões do país, onde a cultura tem se consolidado como fonte de renda para pequenos produtores (Marouelli *et al.*, 2013b; Blind *et al.*, 2018a). Apesar desse crescimento, a espécie ainda é pouco estudada e utilizada, sendo necessárias informações científicas mais aprofundadas sobre sua fisiologia (Barroso *et al.*, 2014).

Luffa cylindrica apresenta ampla adaptabilidade climática, podendo ser cultivada desde regiões subtropicais até equatoriais, incluindo ambientes úmidos e áridos. No entanto, variações significativas de seus descritores como taxas de crescimento, produtividade e qualidade dos frutos podem ocorrer de acordo com as condições agroclimáticas e genéticas (Silva *et al.*, 2012). Por ser uma espécie rústica, a bucha vegetal demonstra resistência a adversidades físicas, químicas e biológicas do solo, tornando-se uma alternativa promissora como porta-enxerto para outras cucurbitáceas devido à sua resistência a fitopatógenos (Bisognin, 2002; Rizo *et al.*, 2004; Ito *et al.*, 2009; Aumond *et al.*, 2011).

Diante da importância econômica e do crescimento das áreas cultivadas, programas de melhoramento genético têm sido desenvolvidos com o objetivo de aumentar a eficiência do sistema produtivo, explorando, dentre outros aspectos, fontes de resistência genética e desenvolvimento de cultivares adaptadas para diferentes finalidades de uso (Barroso *et al.*, 2014). Nesse contexto, a caracterização morfológica de acessos é fundamental porque permite conhecer a variabilidade genética conservada em bancos de germoplasma, identificar

descritores específicos e sugerir acessos promissores para uso em programas de melhoramento da espécie (Silva *et al.*, 2006).

Um dos principais desafios fitossanitários enfrentados pelo cultivo da bucha vegetal é a suscetibilidade a fitonematoides, especialmente *Meloidogyne* spp., (*M. incognita* e *M. javanica*). Esses nematoides estão entre os mais prejudiciais economicamente, pois afetam diversas culturas agrícolas e causam sintomas característicos de galhas nas raízes, tipicamente por infecção dos tecidos condutores da planta, comprometendo o desenvolvimento e a produtividade (Tariq-Khan *et al.*, 2017). No entanto, ainda há escassez de informações para auxiliar programas de melhoramento na seleção de acessos resistentes a esses patógenos.

Dessa forma, o uso de ferramentas de seleção eficientes torna-se essencial para identificar acessos promissores. A metodologia baseada no modelo misto, utilizando a máxima verossimilhança restrita (REML) e a melhor predição linear não enviesada (BLUP), pode ser uma alternativa, pois permite estimar valores genotípicos com maior precisão, garantindo mais eficácia no processo de seleção (Resende, 2007). Além de possibilitar a escolha dos melhores métodos para a condução de populações segregantes, essas estimativas podem auxiliar na inferência sobre a variabilidade genética e nos ganhos esperados com a seleção (Blind *et al.*, 2018b).

Diante desse cenário, a presente pesquisa teve como objetivo contribuir para o avanço no conhecimento sobre a cultura da *Luffa cylindrica*, por meio da caracterização morfológica e da estimativa de parâmetros genéticos em acessos inoculados com *M. incognita* e *M. javanica*.

REFERÊNCIAS

- ADEYANJU, C. A. *et al.* A review on *Luffa* fibres and their polymer composites. **Journal of Materials Science**, v. 56, n. 4, p. 2797-2813, 2021.
- AUMONDE, T. Z. *et al.* Enxertia, produção e qualidade de frutos do híbrido de mini melancia smile. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 17, n. 4, p. 42-50, 2011.
- BARROSO, P. A. *et al.* Caracterização morfológica de plântulas de *Luffa cylindrica* L. germinadas in vitro. **Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, p. 89-93, 2014.
- BISOGNIN, D. A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, v. 32, n. 5, p. 715-723, 2002.
- BLIND, A. D. *et al.* Estimativa de parâmetros genéticos, análise de trilha e seleção em bucha vegetal para caracteres agronômicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 2, p. 1-8, 2018.
- DANIEL-MKPUME, C. C. *et al.* Effect of *Luffa cylindrica* fiber and particulate on the mechanical properties of epoxy. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 102, p. 3439-3444, 2019.
- ITO, L. A. *et al.* Seleção de portaenxertos resistentes ao cancro da haste e seus efeitos na produtividade de melão 'Bônus nº 2'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 262-267, 2009.
- KALUSURAMAN, G. *et al.* Fibre loading effects on dynamic mechanical properties of compression moulded *Luffa* fibre polyester composites. **International Journal of Computer Aided Engineering and Technology**, v. 10, n. 1-2, p. 157-165, 2018.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; LOPES, J. F. Irrigação na cultura da bucha vegetal. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 12, 2013. (**Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 116**).
- RESENDE, M. D. V. **SELEGEN - REM/BLUP**: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2007.
- RIZZO, A. A. N. *et al.* Avaliação de métodos de enxertia e porta-enxertos para melão rendilhado. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 808-810, 2004.
- SILVA, M. W. K. P.; RANIL, R. H. G.; FONSEKA R. M. *Luffa cylindrica* (L.) M. Roemer (Sponge Gourd-Niyan wetakolu): An Emerging High Potential Underutilized Cucurbit. **Tropical Agricultural Research**, v. 23, n. 2, p. 186 – 191, 2012.
- TARIQ-KHAN, M. *et al.* Distribution of root-knot nematode species and their virulence on vegetables in northern temperate agro-ecosystems of the Pakistani-administered territories of Azad Jammu and Kashmir. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 124, p. 201-212, 2017.

CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA EM ACESSOS DE *Luffa cylindrica*

RESUMO

Conhecida como bucha vegetal ou cabaça de esponja, [*Luffa cylindrica* (L.) Roem.] é cultivada em diversos países. No entanto, apesar do seu potencial econômico e ambiental, a variabilidade genética da espécie ainda é pouco explorada, tornando essencial a caracterização de seus acessos para subsidiar programas de melhoramento e conservação genética. Com o objetivo de quantificar a variabilidade fenotípica em acessos de bucha vegetal, foi conduzido na Horta Didática da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, um experimento utilizando delineamento em blocos completos, casualizados, com 15 tratamentos e oito repetições. Cada tratamento foi representado por um acesso de bucha e cada repetição foi representada por uma planta. Foram mensurados os descritores quantitativos e qualitativos referentes às características vegetativas e de frutos: diâmetro do caule (DC), massa fresca da raiz (MDR), massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea, número de frutos por acesso (NF), diâmetro (DDF) e comprimento do fruto (CDF), massa do fruto seco (MDF), porte das plantas (PDP), formato de caule (FDC), gavinhas (G), formato do fruto (FDF), formato do pedúnculo (FDP), formato basal (FBF) e apical do fruto (FAF), textura da casca do fruto (TDF), estrias do fruto (EDF), cor da semente (CDS), superfície da semente (SDS). Os dados qualitativos foram analisados com base na frequência dos descritores observados, e os dados quantitativos foram agrupados pelo método hierárquico aglomerativo UPGMA e calculada a distância genética entre os acessos. Os resultados evidenciaram variabilidade entre os acessos, com B27 apresentando o maior NF (três frutos), ao passo que B12 e B22 tiveram as maiores MF. O diâmetro do caule mostrou pouca variação, indicando uniformidade nessa característica. As análises vegetativas indicaram predominância do PDP prostrado, com FDC intermediário e presença de G em todos os acessos. Quanto aos frutos, houve variação na maioria dos descritores. O MDF variou de 31 g (B4) a 36 g (B22), e no CDF, B22 também apresentou o maior valor médio. Esses resultados demonstram ampla diversidade fenotípica entre os acessos avaliados, fornecendo subsídios para a conservação e o uso da variabilidade genética da espécie em programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: Bucha vegetal. Cucurbitaceae. Variabilidade fenotípica. Conservação.

CHAPTER 1 - MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION IN *Luffa cylindrica* ACCESSIONS

ABSTRACT

Known as loofah or sponge gourd, [*Luffa cylindrica* (L.) Roem.] is cultivated in several countries. However, despite its economic and environmental potential, the genetic variability of the species is still little explored, making the characterization of its accessions essential to support genetic improvement and conservation programs. Aiming to quantify the phenotypic variability in loofah accessions, an experiment was conducted at the Teaching Garden of the Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA), in Mossoró, using a randomized complete block design, with 15 treatments and eight replicates. Each treatment was represented by one loofah accession and each replicate represented by one plant. Quantitative and qualitative descriptors related to vegetative and fruit characteristics were measured: stem diameter (DC), fresh root mass (MDR), fresh mass (MF) and dry mass (MS) of the aerial part, number of fruits per accession (NF), diameter (DDF) and length of the fruit (CDF), dry fruit mass (MDF), plant height (PDP), stem shape (FDC), tendrils (G), fruit shape (FDF), peduncle shape (FDP), basal (FBF) and apical fruit shape (FAF), fruit peel texture (TDF), fruit striations (EDF), seed color (CDS), seed surface (SDS). Qualitative data were analyzed based on the frequency of the observed descriptors and quantitative data were grouped by the hierarchical agglomerative method UPGMA and the genetic distance between accessions was calculated. The results showed variability among accessions, with B27 presenting the highest NF (3 fruits), while B12 and B22 had the highest MF. Stem diameter showed little variation, indicating uniformity in this characteristic. Vegetative analyses indicated a predominance of prostrate PDP, with intermediate FDC and presence of G in all accessions. Regarding fruits, there was variation in most descriptors. MDF ranged from 31 g (B4) to 36 g (B22), and in CDF, B22 also presented the highest average value. These results demonstrate broad phenotypic diversity among the accessions evaluated, providing support for the conservation and use of the genetic variability of the species in genetic improvement programs.

Keywords: Vegetable loofah. Cucurbitaceae. Phenotypic variability. Conservation.

1 INTRODUÇÃO

Luffa cylindrica (L.) Roem., popularmente conhecida como bucha vegetal, é uma planta amplamente cultivada. Seu hábito de crescimento é trepador, auxiliado pela presença de gavinhas auxiliares (Marouelli *et al.*, 2013). Seus frutos geralmente são cilíndricos e alongados, mas podem apresentar variações morfológicas entre os acessos (Bezerra *et al.*, 2025a).

A espécie desempenha papel socioeconômico importante para a agricultura familiar, pois promove inclusão social, geração de emprego e renda, sendo um produto capaz de contribuir para manutenção de famílias no campo, podendo ser utilizada na alimentação (rica em vitaminas, minerais dietéticos, antioxidantes e compostos fenólicos), decoração, artesanato, vestuário, acessórios, fabricação de estofamentos, dispositivos de filtragem, isolamentos acústicos e térmicos (Dhillon *et al.*, 2020; Behera *et al.*, 2024; Gorman *et al.*, 2024).

No entanto, apesar do alto potencial de uso e demanda crescente em diversos setores no Brasil, a cultura ainda é subutilizada (Blind *et al.*, 2020a). Um dos fatores que podem estar contribuindo para essa subutilização é a falta de uniformidade observadas nos genótipos utilizados nos cultivos. A bucha vegetal é uma espécie alógama e reproduz preferencialmente por cruzamento, podendo favorecer um aumento da variabilidade para as mais diversas características. De outra parte, também se observa uma escassez de programas de melhoramento que trabalhem com a cultura, dificultando o desenvolvimento de cultivares uniformes para características de interesse (Maia *et al.*, 2019)

A caracterização morfológica é um passo fundamental para a conservação e o uso eficiente dos recursos genéticos vegetais. Bernacci *et al.* (2015) definem essa caracterização como o estudo da morfologia das plantas e suas estruturas externas utilizando dados qualitativos e quantitativos de descritores herdáveis. Dessa forma, a caracterização morfológica se destaca por ser de baixo custo e fácil execução quando comparada a outros métodos, além de permitir conhecer e mensurar descritores de interesse.

Portanto, a caracterização de acessos para identificar a variabilidade existente é uma etapa fundamental em qualquer programa de melhoramento de espécies, permitindo a seleção de plantas com descritores desejáveis. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar morfológicamente acessos de *Luffa cylindrica* pertencentes à Coleção de germoplasma de cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA),

visando a fornecer informações que possam subsidiar estratégias de conservação e uso em programas de melhoramento genético da espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Foram realizados dois experimentos na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), na Horta Didática do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais. O local está situado no município de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte, Brasil, 5° 12' 27" Sul e 37° 19' 02" Oeste, com altitude de 20 m. O clima da região é classificado como BSh, segundo a classificação de Köppen-Geiger (1936).

Os experimentos foram conduzidos de forma simultânea no período de 1º de julho de 2024 a 27 de outubro de 2024. Os dados de temperatura média e umidade relativa do ar foram coletadas pela Estação Meteorológica Automática (EMA) da UFERSA (Figura 1).

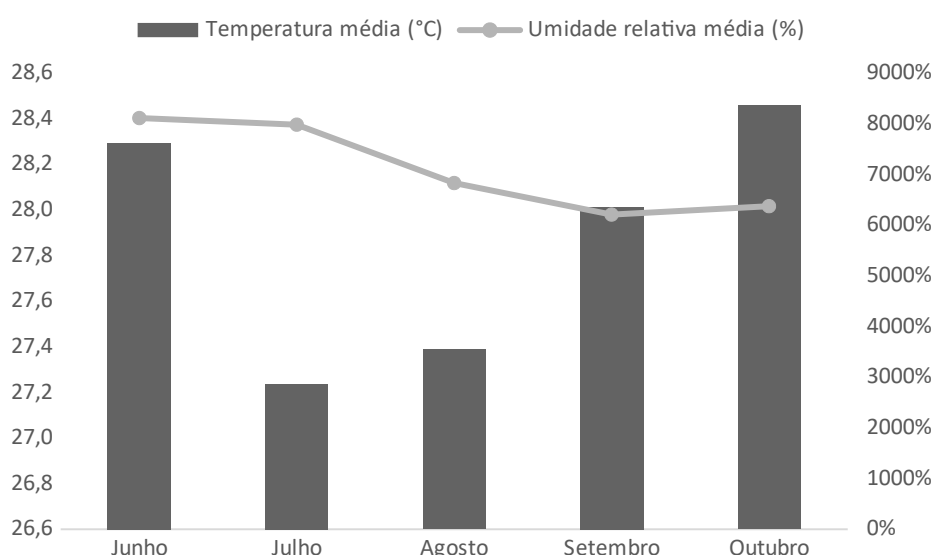


Figura 1. Temperatura média (°C) e umidade relativa média do ar (%) dos meses de junho a outubro de 2024 em Mossoró – RN. Fonte: A autora (2025).

2.2 MATERIAL VEGETAL

Foram avaliados 15 acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*), obtidos a partir da Coleção de Germoplasma de Cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Tabela 1).

Tabela 1. Acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) caracterizados através de descritores morfológicos.

ID*	ESPÉCIE	LOCAL DE COLETA
-----	---------	-----------------

B4	<i>Luffa cylindrica</i>	Apodi/RN
B6	<i>Luffa cylindrica</i>	Apodi/RN
B12	<i>Luffa cylindrica</i>	Petrolina/PE
B13	<i>Luffa cylindrica</i>	Mossoró/RN
B15	<i>Luffa cylindrica</i>	Gov Dix-Sept Rosado/RN
B17	<i>Luffa cylindrica</i>	Apodi/RN
B18	<i>Luffa cylindrica</i>	Serra Talhada/PE
B19	<i>Luffa cylindrica</i>	Apodi/RN
B20	<i>Luffa cylindrica</i>	Orocó/PE
B21	<i>Luffa cylindrica</i>	Monsenhor Tabosa/CE
B22	<i>Luffa cylindrica</i>	Serra Talhada/CE
B23	<i>Luffa cylindrica</i>	Petrolina/PE
B24	<i>Luffa cylindrica</i>	Serra Talhada/PE
B27	<i>Luffa cylindrica</i>	Apodi/RN
B28	<i>Luffa cylindrica</i>	Mossoró/RN

Fonte: A autora (2025). *Código do acesso na Coleção de germoplasma de Cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

2.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

Foram produzidas mudas, a partir de sementes, em bandeja de poliestireno de 128 células utilizando substrato comercial (anteriormente autoclavado a 120°C, 1 ATM durante uma hora) e mantidas em casa de vegetação. Quando as mudas apresentaram folhas definitivas, foram transplantadas para vasos com capacidade de 8,7 litros, preenchidos com substrato composto por areia e esterco (2:1). Os vasos foram levados a campo e as plantas foram conduzidas em sistema de espaldeiras.

Foi realizada irrigação por gotejamento, garantindo um mínimo de área molhada de 35% a 60% (Marouelli; Da Silva; Lopes, 2013). O espaçamento dos vasos foi de 1,5 m entre plantas e 2 m entre linhas. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com oito repetições, sendo a unidade amostral representada por uma planta.

2.4 DESCRITORES MORFOLÓGICOS AVALIADOS

As plantas foram caracterizadas morfolologicamente, utilizando-se oito descritores quantitativos e 11 descritores qualitativos (Joshi *et al.*, 2014).

Descritores quantitativos:

- Diâmetro do caule (DC): Medição feita próximo ao colo das plantas, no período de frutificação, antes da colheita, utilizando um paquímetro digital. Expresso em milímetros (mm).

- Massa fresca da raiz (MDR): Medição do peso total do sistema radicular, em estado fresco, após serem lavadas, expresso em gramas (g).
- Massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea: Medição do peso total da parte aérea das plantas em seu estado fresco e seco, expresso em gramas (g).
- Número de frutos (NF): Número de frutos produzidos por cada acesso, expresso em unidades.
- Diâmetro do fruto (DDF): Medição realizada na parte mediana do fruto. Medido com auxílio de uma fita métrica, expresso em centímetros (cm);
- Comprimento do fruto (CDF): Determinado pela medição da extremidade basal à extremidade apical do fruto, utilizando uma fita métrica, expresso em centímetros (cm);
- Massa do fruto seco (MDF): Obtido por meio de pesagem em balança digital, expresso em gramas (g).

Descritores qualitativos:

- Porte das plantas (PDP) (1- Arbustivo; 2- Intermediário; 3- Prostado): Observado na época de pico da colheita;
- Formato de caule (FDC) (1- Arredondado; 2- Intermediário; 3- Angular): Observação realizada em todas as plantas do acesso;
- Gavinhas (G) (1- Presente; 2- Ausente): Determinada por meio da observação;
- Formato do pedúnculo (FDP) (1- Redondo; 2- Suavemente angulado; 3- Agudamente angulado): Determinado pela observação do talo do fruto na época de colheita;
- Formato basal do fruto (FBF) (1- Deprimido; 2- Achatado; 3- Arredondado; 4- Pontudo): Determinado pela observação da extremidade da flor no fruto no pico de colheita;
- Formato apical do fruto (FAF) (1- Deprimido; 2- Achatado; 3- Arredondado; 4- Pontudo): Determinado pela observação do Formato apical do fruto no pico de colheita;
- Formato do fruto (FDF) (1- Bloco oblongo; 2- Alongado fino; 3- Bloco alongado; 4- Elíptico; 5- Alongado cônico; 6- Piriforme; 7- Elíptico alongado): Determinado pela observação do formato dos frutos no pico de colheita;
- Textura da casca do fruto (TDF) (1- Suave; 2- Granulado; 3- Finamente enrugado; 4- Levemente ondulado; 5- Irritado; 6- Com verrugas; 7- Escabroso): Determinado pela sensação da mão (gosto sensorial) com a casca do fruto;
- Estrias do fruto (EDF) (1- Ausente; 2- Superficiais; 3- Intermediário; 4- Profundo): Determinado pela intensidade de estrias no fruto;
- Cor da semente (CDS) (1- Preto; 2- Cinza; 3- Marrom; 4- Branco): Determinado pela cor da semente;

- Superfície da semente (SDS) (1- Suave; 2- Enrugado; 3- Ligeiramente esburacado; 4- Escamoso; 5- Amassada): Determinada pela observação de 3-5 sementes maduras.

2.5 ANÁLISE DE DADOS

Para caracterização qualitativa, foram registradas as variações observadas entre os acessos, sendo a categoria mais frequente de cada descritor considerada representativa.

Além disso, a divergência genética foi avaliada com base na matriz de distâncias euclidianas padronizadas para os descritores quantitativos, agrupando os acessos pelo método hierárquico aglomerativo UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages*). O critério de Mojena (1977) foi utilizado para determinar o ponto de corte no dendrograma, e as análises foram realizadas no programa R (*R Core Team, 2022*), por meio do pacote *Analysis Multivariate* (Azevedo, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DESCRITORES QUALITATIVOS

Com base nos descritores relacionados ao porte das plantas (PDP), formato do caule (FDC) e presença de gavinhas (G) (Tabela 2), observou-se que o PDP variou, com predominância do porte "prostrado". Quanto ao FDC, a classificação "intermediário" se manteve consistente entre os acessos.

Tabela 2. Caracterização morfológica em acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*).

Descritores avaliados ¹			
Acessos	PDP	FDC	G
B4	Prostado	Intermediário	Presente
B6	Prostado	Intermediário	Presente
B12	Intermediário	Intermediário	Presente
B13	Prostado	Intermediário	Presente
B15	Prostado	Intermediário	Presente
B17	Prostado	Intermediário	Presente
B18	Intermediário	Intermediário	Presente
B19	Prostado	Intermediário	Presente
B20	Intermediário	Intermediário	Presente
B21	Prostado	Intermediário	Presente
B22	Prostado	Intermediário	Presente
B23	Prostado	Intermediário	Presente
B24	Prostado	Intermediário	Presente
B27	Prostado	Intermediário	Presente
B28	Intermediário	Intermediário	Presente

Fonte: A autora (2025). *Código do acesso na Coleção de Acesso de Cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. ¹PDP: porte das plantas; FDC: formato do caule; G: gavinhas.

Foi registrada a presença de gavinhas em todos os acessos avaliados, evidenciando menor variação genética entre os acessos e que descritores FDC e G são comuns e estão conservadas entre os acessos avaliados da coleção de acesso da UFERSA.

Nos descritores qualitativos avaliados nos frutos, observou-se variabilidade do FDP, com predominância dos formatos "redondo" e "suavemente angulado". O formato "agudamente angulado" foi observado apenas nos acessos B12 e B27 (Tabela 3). Esses descritores de frutos ajudam a identificar e desenvolver genótipos mais produtivos e precoces (Bhutia *et al.*, 2022).

Tabela 3. Descritores qualitativos avaliados em frutos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*).

Acessos *	Descritores avaliados ¹							
	FDP	FBF	FAF	FDF	TDF	EDF	CDS	SDS
B4	Suavemente angulado	Pontudo	Arredondado	Elíptico alongado	Escabroso	Intermediário	Preto	Enrugado
B6	Redondo	Arredondado	Arredondado	Elíptico alongado	Suave	Superficiais	Preto	Enrugado
B12	Agudamente angulado	Pontudo	Pontudo	Elíptico	Suave	Superficiais	Branco	Escamoso
B13	Redondo	Arredondado	Arredondado	Alongado cônico	Levemente ondulado	Superficiais	Preto	Escamoso
B15	Redondo	Pontudo	Achatado	Alongado fino	Levemente ondulado	Superficiais	Preto	Enrugado
B17	Suavemente angulado	Arredondado	Arredondado	Elíptico	Levemente ondulado	Intermediário	Marrom	Suave
B18	Suavemente angulado	Arredondado	Arredondado	Alongado cônico	Suave	Superficiais	Cinza	Suave
B19	Redondo	Arredondado	Arredondado	Elíptico	Finamente enrugado	Superficiais	Preto	Suave
B20	Agudamente angulado	Pontudo	Achatado	Bloco alongado	Irritado	Superficiais	Preto	Ligeiramente esburacado
B21	Suavemente angulado	Arredondado	Arredondado	Alongado fino	Com verrugas	Superficiais	Preto	Enrugado
B22	Redondo	Arredondado	Pontudo	Alongado cônico	Levemente ondulado	Superficiais	Preto	Suave
B23	Suavemente angulado	Arredondado	Arredondado	Elíptico	Levemente ondulado	Superficiais	Preto	Enrugado
B24	Agudamente angulado	Arredondado	Arredondado	Alongado cônico	Levemente ondulado	Superficiais	Preto	Enrugado
B27	Agudamente angulado	Arredondado	Pontudo	Alongado cônico	Finamente enrugado	Superficiais	Preto	Suave
B28	Suavemente angulado	Pontudo	Arredondado	Elíptico	Levemente ondulado	Superficiais	Preto	Enrugado

Fonte: A autora (2025). *Código do acesso na Coleção de Acesso de Cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

¹FDP formato do pedúnculo; FBF: formato basal do fruto; FAF: Formato apical do fruto; FDF: formato da fruta; EDF: estrias de frutas; TDF: textura da casca da fruta; CDS: cor da semente; SDS: superfície da semente.

Para a o descritor FBF, houve variação, sendo observados acessos com formato “pontudo” (B4, B12, B15, B20, B28) e “arredondado” (B6, B13, B17, B18, B19, B21, B22, B23, B24 e B27). Em relação ao FAF, foi predominante o formato “arredondado”, com exceções para o B20 e B27, caracterizados como “achatado” e “pontudo”, respectivamente.

Para o descritor FDF, ocorreu alta diversidade entre os acessos, onde os formatos diferiram de “alongados” a “elípticos”, assim como descrito por Aslam *et al.* (2025). A textura da casca do fruto também teve variação entre os acessos e textura “levemente ondulado” para a maioria dos acessos avaliados.

Por outro lado, o descritor EDF foi mais uniforme, sendo quase a maioria dos acessos avaliada como “superficiais”, com exceção dos acessos B17 e B4, classificados como “intermediário”. Da mesma forma ocorreu com a cor da semente, sendo observada predominância da cor “preta”, com exceção do acesso B12, que apresentou sementes brancas, B17 com sementes de coloração marrom e B18 com sementes cinza, sendo a cor da semente uma característica considerada como de baixa interação ambiental (Blind *et al.*, 2020b), ao passo que a SDS dos acessos variou entre “enrugado” (observado em 46,67%), “escamoso” (observado em 40%), “suave” (observado em 33,33%), “ligeiramente esburacado” (observado em 6,67%).

Essa variação observada nos descritores reflete a diversidade genética presente entre os acessos, evidenciando segregação. Essa diversidade também é constatada no estudo de Bezerra *et al.* (2025b), o que reforça a importância da caracterização da cultura da bucha para melhor compreensão e aproveitamento de seu potencial nos programas de melhoramento.

3.2 DESCRITORES QUANTITATIVOS

Com exceção de DC e NF, que apresentaram poucas variações, os acessos apresentaram variabilidade para os demais descritores avaliados. O MDR exibiu variação, com valores entre 212,00 g (B21) e 481,00 g (B13). Os acessos B12 e B22 apresentaram os maiores valores para MF e MS (Figura 2).

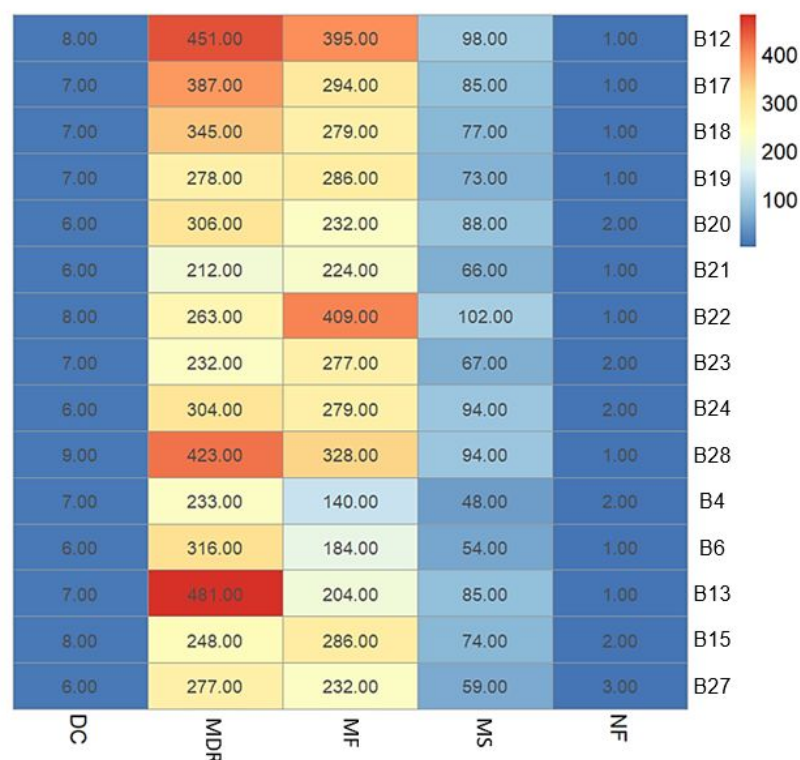


Figura 2. Mapa de calor para os descritores diâmetro do caule (DC), massa fresca da raiz (MDR), massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea e número de frutos (NF) em acessos de *Luffa cylindrica*. Fonte: A autora (2025).

Conforme pode ser observado na figura 3, a análise hierárquica revelou a formação de dois grupos principais. A relação cofenética ($r = 0,85$) sugere bom ajuste do método de agrupamento, já que essa foi superior a 0,7, logo os grupos formados podem ser considerados confiáveis (Rezende *et al.*, 2016; Streck *et al.*, 2017).

O primeiro grupo foi formado pelos acessos B4, B6, B12, B13, B15, B17, B18, B19, B20, B21, B22, B23 e B28, e o segundo grupo, composto pelos acessos B24 e B27. Os acessos que formaram o primeiro grupo apresentaram as maiores médias para DC, MDR e MF. Para o segundo grupo, embora os acessos apresentem valores de DC e MDR similares, o acesso B27 se destaca por apresentar o maior NF.

Ao observar a origem dos acessos (Tabela 1), verifica-se que a variabilidade mensurada nos acessos não pode ser relacionada à origem geográfica, visto que acessos coletados em localidades diferentes foram agrupados em um mesmo grupo. Da mesma forma, os resultados demonstram como a variabilidade está dispersa, reforçando a necessidade de ampliar o número de acessos conservados, bem como sua caracterização.

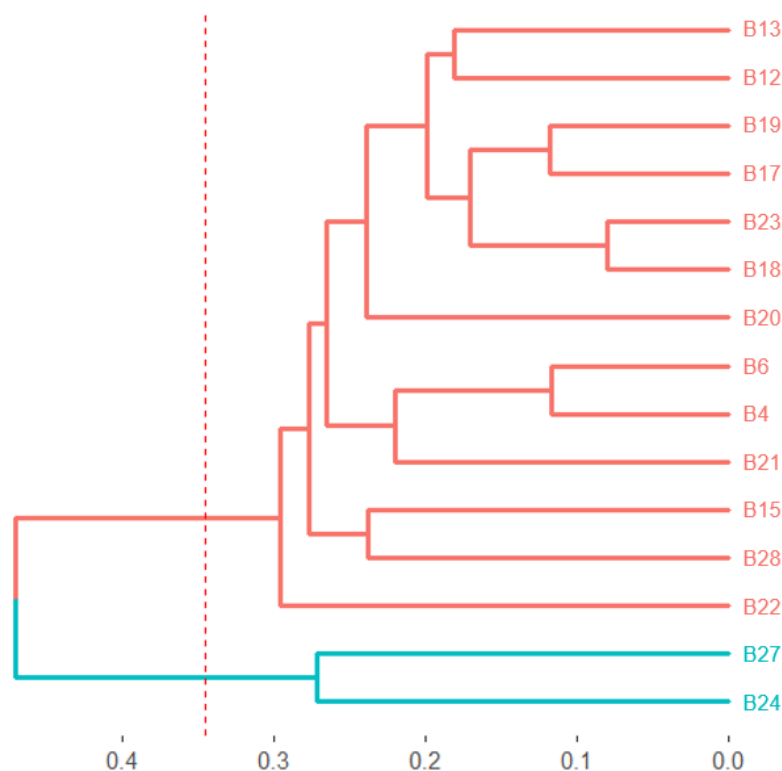


Figura 3. Dendrograma UPGMA obtido pela matriz de dissimilaridade de distâncias euclidianas a partir de descritores quantitativos vegetativos avaliados em acessos de *Luffa cylindrica*. Correlação cofenética ($r = 0,85$, $p < 0,05$). Fonte: A autora (2025).

Para o MDF, a variação foi de 31 g (B4) a 36 g (B22). No caso do CDF, os valores oscilaram entre 14 cm e 21 cm, ao passo que o DDF variou de 14 cm a 19 cm (Figura 4). Esses descritores são os mais importantes para seleção de variedades para os agricultores familiares de bucha vegetal, por se tratarem de características que afetam diretamente a qualidade dos frutos (Ferreira *et al.*, 2013).

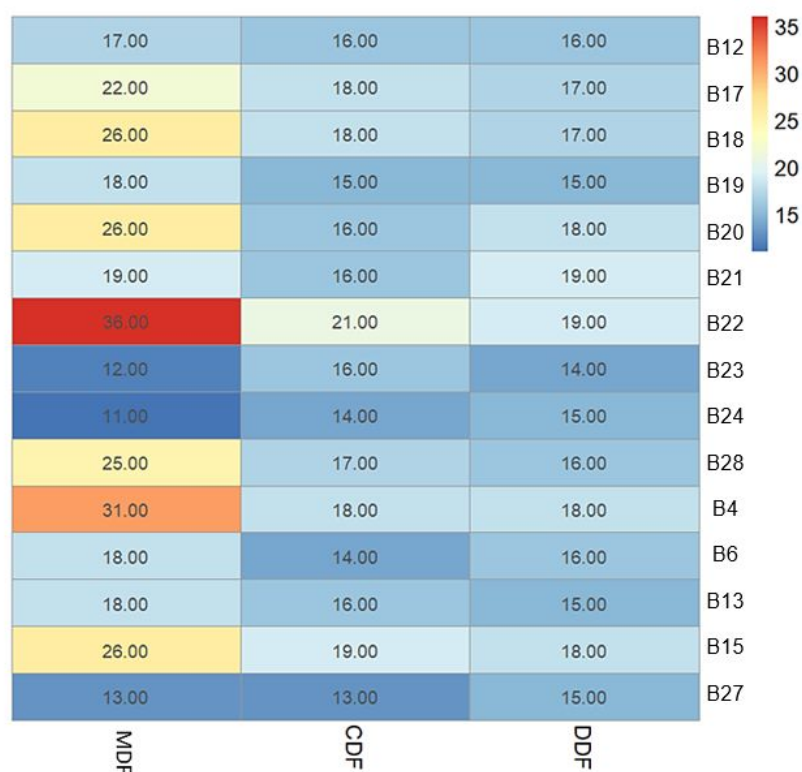


Figura 4. Mapa de calor para os descritores massa do fruto seco (MDF), comprimento (CDF) e diâmetro (DDF) do fruto de acessos de *Luffa cylindrica*. Fonte: A autora (2025).

O dendrograma de UPGMA, obtido a partir da matriz de dissimilaridade de distâncias euclidianas para descritores de fruto (Figura 5), apresenta a formação de três grupos principais entre os acessos de bucha, com uma correlação cofenética de $r = 0,82$, indicando boa representatividade dos dados originais.

Os acessos foram separados em três grupos (Figura 5). O grupo 1 é composto pelos acessos B6, B28, B13, B23, B27, B17, B19, B18, B12, B24, B15 e B4. No grupo dois, foram alocados os acessos B20 e B21, e no grupo três está apenas o acesso B22. Os acessos alocados no grupo dois apresentaram os maiores valores de DDF (18 cm e 19 cm). O acesso B22 apresentou o maior valor de MDF e CDF.

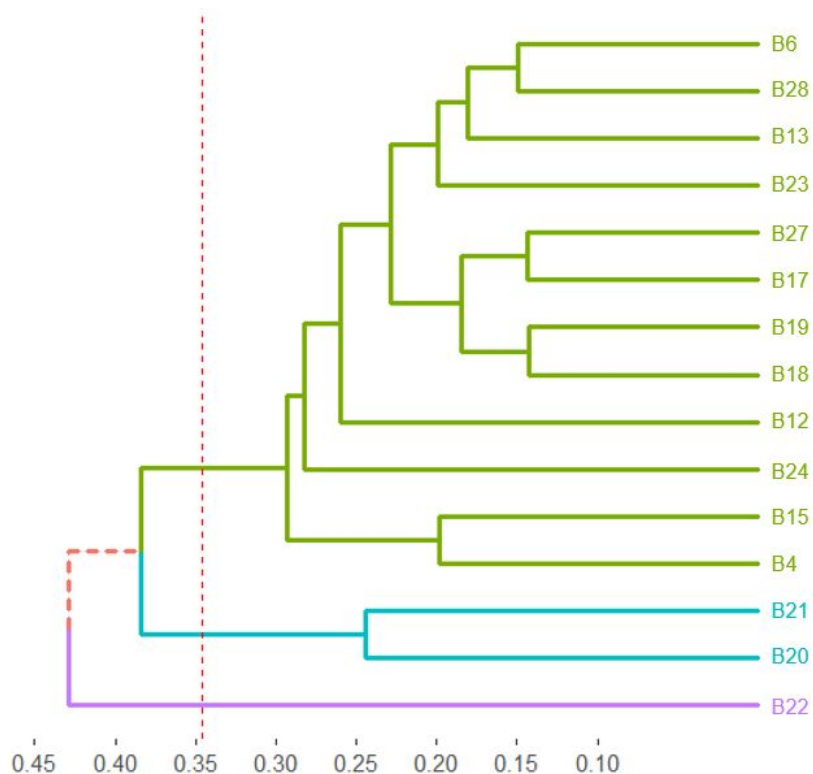


Figura 5. Dendrograma UPGMA obtido pela matriz de dissimilaridade de distâncias euclidianas a partir de descritores quantitativos do fruto avaliados em acessos de *Luffa cylindrica*. Correlação cofenética ($r = 0,82$, $p < 0,05$). Fonte: A autora (2025).

Quando considerados os descritores quantitativos vegetativos e de frutos, os acessos também foram separados em três grupos (Figura 6). Os acessos B24 e B27 foram realocados para o grupo 3, ao passo que os acessos B21 e B20 foram transferidos para o grupo 1. Por sua vez, o acesso B22 permaneceu isolado em um grupo.

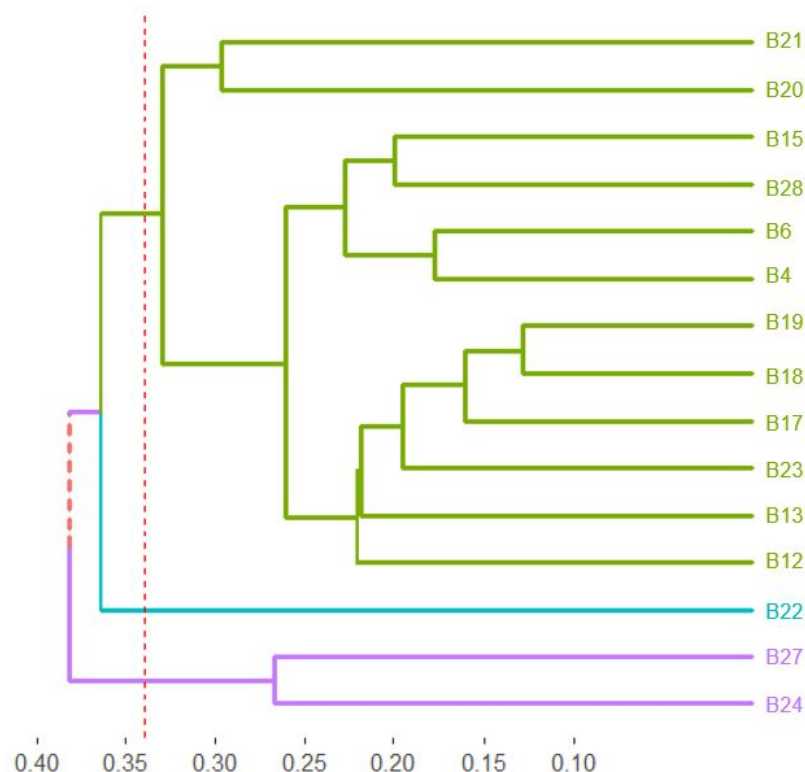


Figura 6. Dendrograma UPGMA obtido pela matriz de dissimilaridade de distâncias euclidianas a partir de descritores quantitativos vegetativos e de frutos avaliados em acessos de bucha. Correlação cofenética ($r = 0,84$, $p \leq 0,05$). Fonte: A autora (2025).

O acesso B22 apresenta os maiores valores de CDF (21 cm), MDF (36g) e MF (409 g), destacando-se como um acesso com os maiores frutos e maior biomassa seca. Em contraste, os acessos B24 e B27 possuem as menores médias de MDF e CDF. A separação dos acessos B22, B27 e B24 confirma a divergência observada nos descritores (Figura 6).

A variação entre os acessos evidencia a importância da utilização de dados morfológicos, que permite selecionar os acessos com base nos descritores de interesse, seja para o produtor ou para fins de melhoramento e conservação da espécie (Blind *et al.*, 2020c).

4 CONCLUSÕES

Os acessos de *Luffa cylindrica* caracterizados morfologicamente apresentaram variabilidade para os descritores quantitativos e qualitativos.

O acesso B22 é promissor para uso em programas de melhoramento genético visando à seleção das características de massa fresca e seca da parte aérea, massa seca do fruto e comprimento do fruto.

O acesso B27 apresenta potencial para seleção visando ao maior número de frutos por acesso.

REFERÊNCIAS

- ASLAM, R. M. T. *et al.* Morphological, Reproductive and Biochemical Diversity in *Luffa* (*Luffa aegyptiaca*) Cultivars. **International Journal of Horticultural Science and Technology**, v. 12, n. 4, p. 445-464, 2025.
- AZEVEDO, A. M. Package ‘MultivariateAnalysis’. 2022.
- BEHERA, D. *et al.* Fabrication and characterization of industrial biocomposite from cellulosic fibers of *Luffa cylindrica* in a protein based natural matrix. **Industrial CroMS and Products**, v. 212, p. 118328, 2024.
- BERNACCI, L. C. *et al.* Caracterização Morfológica, Descritores e Morfometria. In: Veiga, R. F. A.; Queiróz, M. A. (org.). **Recursos fitogenéticos – A base da agricultura sustentável no Brasil**, v. 732, p. 270-280, 2015.
- BEZERRA, L. R. F. C. *et al.* Variabilidade em germoplasma de bucha vegetal por descritores morfológicos e molecular. **Revista Caatinga**, v. 38, p. e12743-e12743, 2025.
- BHUTIA, N. D. *et al.* Morphological and molecular characterization of Satputia (*Luffa hermaphrodita* Singh & Bhandari) revealed substantial diversity for use in breeding programme. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 69, n. 7, p. 2485-2500, 2022.
- BLIND, A. D. *et al.* Marcadores moleculares e descritores morfo-agronômicos na avaliação da diversidade genética de bucha (*Luffa cylindrica*). In: **Colloquium Agrariae**, p. 66-76, 2020.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. Viçosa: Editora da UFV, 2014.
- DHILLON, N. P. S., *et al.* Sustainable cucurbit breeding and production in Asia using public-private partnerships by the world vegetable center. **Agronomy**, v. 10, n. 8, p. 1171, 2020.
- FERREIRA, I. C. P. V. *et al.* Caracterização morfológica de frutos de 17 acessos de bucha vegetal cultivados no Norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. S2192-S2198, 2010.
- FERREIRA, M. A. J. F.; LIRA, I. C. S. A.; SANTOS, D. S. S.; SENA, E. M. N. **Seleção de bucha vegetal por agricultores familiares**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 113).
- GORMAN, M. *et al.* An investigation into the sensory properties of luffa [*Luffa cylindrica* (L.)] sap. **Journal of Food Science**, v. 89, n. 8, p. 5082-5090, 2024.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção de Bucha (esponja vegetal) no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bucha-esponja-vegetal/br>. Acesso em: 02 fev. 2025.
- JOSHI, B. K. *et al.* **Descriptors for sponge gourd (*Luffa cylindrica* L. Roem)**. Nepal: NARC, LIBIRD and IPGRI, 2004.

KÖPPEN, W. **Classificação climática de Köppen-Geiger**. Contributors: Alchimista, Angrense, DCandido, Dante Raglione, 1936.

LIMA, C. J. de *et al.* Influência da concentração e o volume de néctar em flores de *Luffa cylindrica* (L.) M. Roem no comportamento de forrageio de *Apis mellifera*. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n.1, p.39-50, 2014.

MAROUELLI, W. A.; DA SILVA, H. R.; LOPES, J. F. **Irrigação na cultura da bucha vegetal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; LOPES, J. F. Irrigação na cultura da bucha vegetal. Brasília-DF, Embrapa (**Circular técnica 116**), p. 12, 2013.

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

OLIVEIRA MAIA, V. R. *et al.* Caracterização morfoagronômica de acessos de bucha vegetal (*Luffa* spp.). **Acta Iguazu**, v. 8, n. 4, p. 132–145, 2019.

REZENDE, M. P. G. *et al.* Conformação corporal de equinos de diferentes grupos genéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 316-326, 2016.

STRECK, E. A. *et al.* Variabilidade fenotípica de genótipos de arroz irrigado via análise multivariada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 101-109, 2017.

TEAM, R. Core. R: A Language and Environment for Statistical Computing <https://www.R-project.org>. **R Foundation for Statistical Computing**, 2022.

CAPÍTULO 2 - RESISTÊNCIA EM ACESSOS DE *Luffa cylindrica* INOCULADOS COM *Meloidogyne incognita* E *M. javanica*

RESUMO

Luffa cylindrica L. Roem., ou bucha vegetal, é uma planta originária da Índia, com grande importância socioeconômica e potencial para o desenvolvimento de novas cultivares. No Rio Grande do Norte, a produção de cucurbitáceas sofre perdas de até 100% devido à infestação de nematoides, podendo o uso de cultivares resistentes tornar-se alternativa viável para o manejo da cultura em áreas de ocorrência. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar e selecionar acessos de bucha vegetal resistentes aos nematoides *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Foram conduzidos dois experimentos na Horta Didática da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró. Utilizou-se delineamento em blocos completos casualizados, com 15 tratamentos e oito repetições. Os tratamentos foram compostos por acessos de bucha vegetal e cada repetição representada por uma planta. Cada acesso foi inoculado individualmente com *M. incognita* e *M. javanica*. Como padrão de suscetibilidade, utilizou-se *Abelmoschus esculentus*, cultivar ‘Santa Cruz 47’ e como padrão de resistência, *Crotalaria spectabilis*. Para avaliar a resistência, foi estimado o número total de ovos e nematoides em diferentes estádios, com posterior cálculo do fator de reprodução. Além disso, foram mensurados diâmetro do caule (DC), massa fresca da raiz (MDR), massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea, número de frutos por acesso (NF) e índice SPAD (SPAD). Os dados foram submetidos à análise estatística no *software* SELEGEM-REML/BLUP, utilizando o modelo 21, para a estimativa dos componentes de variância ($\hat{\sigma}_g^2, \hat{\sigma}_e^2, \hat{\sigma}_f^2, h_g^2, Ac_g, CV_g, CV_e$) e a posterior correlação entre as variáveis de resistência e crescimento vegetativo com base na análise de correlação de Pearson. O fator de reprodução variou de 0,20 (B23) a 0,85 (B15) para *M. incognita* e de 0,17 (B19) a 0,43 (B22) para *M. javanica*. Os acessos B15, B18, B19, B21 e B22 foram classificados como resistentes a ambas as espécies de nematoides. Para *M. incognita*, a herdabilidade observada variou de 1,9% a 36%, enquanto que para *M. javanica* variou de 0% a 25%. Foi identificada correlação significativa entre as variáveis de resistência (FR e NTOJ) com MDR e MS. A correlação positiva e significativa entre as variáveis relacionados ao crescimento vegetativo e à resistência aos nematoides indica que esses fatores podem ser explorados conjuntamente em programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: Resistência. Genótipos. Bucha vegetal. Nematóide de galhas.

CHAPTER 2 - RESISTANCE IN *Luffa cylindrica* ACCESSES INOCULATED WITH *Meloidogyne incognita* AND *M. javanica*

ABSTRACT

Luffa cylindrica L. Roem., or loofah, is a plant native to India, with great socioeconomic importance and potential for the development of new cultivars. In Rio Grande do Norte, cucurbit production suffers losses of up to 100% due to nematode infestation, and the use of resistant cultivars can be a viable alternative for crop management in areas where this disease occurs. Thus, this study aimed to evaluate and select loofah accessions resistant to the nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. Two experiments were conducted in the Educational Garden of the Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), in Mossoró. A randomized complete block design was used, with 15 treatments and eight replicates. The treatments consisted of loofah accessions and each replicate represented by one plant. Each accession was individually inoculated with *M. incognita* and *M. javanica*. *Abelmoschus esculentus*, cultivar ‘Santa Cruz 47’, was used as a susceptibility standard, and *Crotalaria spectabilis* was used as a resistance standard. To evaluate resistance, the total number of eggs and nematodes at different stages was estimated, with subsequent calculation of the reproduction factor. In addition, stem diameter (DC), fresh root mass (MDR), fresh mass (MF) and dry mass (DM) of the aerial part, number of fruits per accession (NF) and SPAD index (SPAD) were measured. The data were subjected to statistical analysis in the SELEGEM-REML/BLUP software, using model 21, to estimate the variance components ($\hat{\sigma}_g^2, \hat{\sigma}_e^2, \hat{\sigma}_f^2, h_g^2, Ac_g, CV_g, CV_e$) and the subsequent correlation between the resistance and vegetative growth variables based on Pearson's correlation analysis. The reproduction factor ranged from 0.20 (B23) to 0.85 (B15) for *M. incognita* and from 0.17 (B19) to 0.43 (B22) for *M. javanica*. Accessions B15, B18, B19, B21 and B22 were classified as resistant to both nematode species. For *M. incognita*, the observed heritability ranged from 1.9% to 36%, while for *M. javanica* it ranged from 0% to 25%. A significant correlation was identified between the resistance variables (FR and NTOJ) with MDR and MS. The positive and significant correlation between the variables related to vegetative growth and nematode resistance indicates that these factors can be explored together in genetic improvement programs.

Keywords: Resistance. Genotypes. Sponge gourd. Root-knot nematode.

1 INTRODUÇÃO

A bucha vegetal pertence ao gênero *Luffa*, composto por sete espécies (*L. echinata*, *L. acutângula*, *L. cylindrica*, *L. graveolens*, *L. quinquefida*, *L. operculata* e *L. graveolens*). *Luffa cylindrica* (L.) Roem. é a mais cultivada no Brasil e tem como centro de origem a Índia (Bisognin, 2002).

No território brasileiro, é possível observar considerável variabilidade morfo-agronômica da espécie *Luffa cylindrica*, com indivíduos apresentando ampla variação em descritores relacionados à conformação das ramas, do fruto, das sementes, da fibra (Medeiros *et al.*, 2019; Blind *et al.*, 2020) e resistência a patógenos (Wu *et al.*, 2020a; Viana *et al.*, 2024).

Embora a variabilidade apresentada pela espécie seja ferramenta valiosa para o melhoramento da cultura, pode ser um fator limitante para o seu cultivo comercial. A bucha vegetal tem sido apontada como cultura potencial para exploração em diversos segmentos, como limpeza doméstica, na confecção de artesanatos, palmilhas de calçados, produtos dermocosméticos, absorventes de fluidos, isolantes térmicos e acústicos, além de estofamentos automotivos e industriais (Paula *et al.*, 2022; Singh; Nath, 2022; Rangappa *et al.*, 2022).

Por ser considerada uma cultura rústica, a bucha tem sido apontada como potencial enxerto para utilização em áreas onde patógenos de solo são fator limitante ao cultivo de cucurbitáceas como o melão e melancia (Thies; Panthee, 2023). Em áreas cultivadas com cucurbitáceas, a ocorrência de nematoides tem sido relatada com frequência e associada a severas perdas, embora sejam utilizadas diferentes formas de manejo, como o controle químico e o manejo biológico (Subedi; Thapa; Shrestha, 2020; Amaro *et al.*, 2021).

Vale salientar que nematicidas químicos, além de elevarem custos, são comprovadamente tóxicos, possuindo ingredientes ativos proibidos em muitas partes do mundo (Subedi; Thapa; Shrestha, 2020). Da mesma forma, o manejo biológico, embora seja capaz de reduzir significativamente a população de fitonematoides, tem sido recomendado para adoção em conjunto com outras estratégias. Logo, a resistência genética pode caracterizar uma solução promissora para o controle de nematoides, sendo também economicamente viável e uma opção mais segura para o meio ambiente (Barbary *et al.*, 2016).

Logo, a resistência genética pode caracterizar uma solução promissora para o controle de nematoides, sendo também economicamente viável e mais segura para o meio ambiente

(Barbary *et al.*, 2016). Por outro lado, a variabilidade observada na cultura pode representar um risco para o produtor, principalmente ao utilizar a bucha como porta-enxerto em áreas infestadas pelo patógeno. Isso ocorre porque acessos de bucha ainda em segregação para a característica de resistência podem apresentar suscetibilidade, comprometendo a eficácia do manejo.

Embora seja considerada uma espécie rústica que pode apresentar resistências a estresses bióticos e abióticos, é importante destacar que a bucha é uma espécie alógama, se reproduzindo preferencialmente por cruzamento, porém mesmo em cultivos comerciais com acessos mais uniformes a seleção prioriza características dos frutos, sem considerar a resistência a patógenos. Dessa forma, antes de recomendar a bucha para utilização como porta-enxerto resistente a patógenos de solo, é necessário realizar a seleção de acessos visando à uniformidade para a característica.

Mesmo com a variabilidade descrita para a *Luffa cylindrica* (Wu *et al.*, 2020b; Bezerra *et al.*, 2025), os programas de melhoramento que trabalham com a espécie exigem informações acerca do acesso que será a base de cada programa, adotando ferramentas que favoreçam as condições de seleção, bem como aumentem a probabilidade de sucesso.

Deste modo, o objetivo do trabalho foi avaliar e selecionar acessos *Luffa cylindrica* resistentes aos nematoides *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Foram conduzidos dois experimentos na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), na Horta Didática do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais. O local está situado no município de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte, Brasil, 5° 12' 27" Sul e 37° 19' 02" Oeste, com altitude de 20 m. O clima da região é classificado como BSh, segundo a classificação de Köppen-Geiger (1936).

Os experimentos foram realizados de forma simultânea no período de 1º de julho de 2024 a 27 de outubro de 2024. Os dados de temperatura média e umidade relativa do ar foram coletadas pela Estação Meteorológica Automática (EMA) da UFERSA (Figura 1).

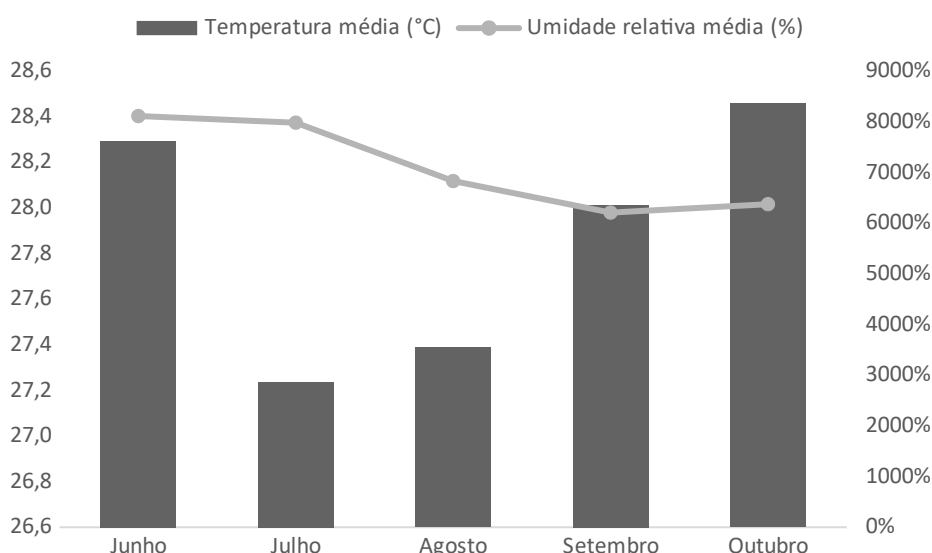


Figura 1. Temperatura média (°C) e umidade relativa média do ar (%) dos meses de junho a outubro de 2024 em Mossoró – RN. Fonte: A autora (2025).

2.2 MATERIAL VEGETAL

Foram avaliados 15 acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*), obtidos a partir da Coleção de germoplasma de Cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Tabela 1).

Tabela 1. Acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) avaliados para resistência a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*.

ID*	ESPÉCIE	LOCAL DE COLETA
B4	<i>Luffa cylindrica</i>	Apodi/RN
B6	<i>Luffa cylindrica</i>	Apodi/RN

B12	<i>Luffa cylindrica</i>	Petrolina/PE
B13	<i>Luffa cylindrica</i>	Mossoró/RN
B15	<i>Luffa cylindrica</i>	Gov Dix-Sept Rosado/RN
B17	<i>Luffa cylindrica</i>	Apodi/RN
B18	<i>Luffa cylindrica</i>	Serra Talhada/PE
B19	<i>Luffa cylindrica</i>	Apodi/RN
B20	<i>Luffa cylindrica</i>	Orocó/PE
B21	<i>Luffa cylindrica</i>	Monsenhor Tabosa/CE
B22	<i>Luffa cylindrica</i>	Serra Talhada/CE
B23	<i>Luffa cylindrica</i>	Petrolina/PE
B24	<i>Luffa cylindrica</i>	Serra Talhada/PE
B27	<i>Luffa cylindrica</i>	Apodi/RN
B28	<i>Luffa cylindrica</i>	Mossoró/RN

Fonte: A autora (2025). *Código do acesso na Coleção de Germoplasma de Cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

2.3 OBTENÇÃO DOS INÓCULOS E MULTIPLICAÇÃO

Os inóculos de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* foram obtidos por meio de parceria com o Laboratório de Nematologia (LabNema) da Universidade Estadual Paulista, UNESP-FCAV, Jaboticabal – SP. O inóculo de *M. incognita* é da raça 3, isolado de plantas de algodoeiro do estado da Bahia, e o inóculo de *M. javanica* foi isolado de plantas de quiabeiro do estado de São Paulo. A multiplicação do inóculo de *M. incognita* e *M. javanica* foi realizada em tomateiro (*Solanum Lycopersicum*) da cultivar ‘Santa Cruz Kada’ e quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) da cultivar ‘Santa Cruz 47’ em casa de vegetação na UFERSA.

2.4 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

Foram produzidas mudas, a partir de sementes, em bandeja de poliestireno de 128 células utilizando substrato comercial (anteriormente autoclavado a 120°C, 1 ATM durante uma hora) e mantidas em casa de vegetação. Quando as mudas apresentaram folhas definitivas, foram transplantadas para vasos com capacidade de 8,7 litros, preenchidos com substrato composto por areia e esterco (2:1). Os vasos foram levados a campo, e as plantas foram conduzidas em sistema de espaldeiras.

Os vasos foram levados para campo e distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com oito repetições. O espaçamento dos vasos foi de 1,5 m entre plantas e 2 m entre linhas, sendo a unidade experimental composta por uma planta. Foi realizada irrigação

por gotejamento, garantindo um mínimo de área molhada de 35% a 60% (Marouelli; Da Silva; Lopes, 2013).

A inoculação foi realizada uma semana após o transplante, garantindo que as mudas já estivessem estabilizadas nos vasos. Foram inoculados no solo 5.000 ovos e nematoides em diferentes estádios com auxílio de pipeta automática. As plantas foram conduzidas em sistema de espaldeiras até o quinto mês de desenvolvimento, quando ocorreram frutificação e maturação dos frutos. Para testar a viabilidade do inóculo, foram inoculadas e cultivadas plantas de *Abelmoschus esculentus* do grupo ‘Santa Cruz 47’ (padrão de suscetibilidade para ambas espécies) e *Crotalaria spectabilis* como padrão de resistência para ambas as espécies de nematoides.

2.5 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DOS NEMATOIDES

A metodologia utilizada para extração de *M. incognita* e *M. javanica* foi utilizando o método da centrifugação em solução de sacarose com adição de caulim, proposto por Coolen e D’Herde (1972), usando-se solução de hipoclorito de sódio comercial a 0,5% para triturar as raízes no liquidificador.

2.6 AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA

A resistência foi definida com base na reprodução do nematoide em cada planta. Após a extração, foi realizada a contagem utilizando a câmera de Peters, com auxílio de um microscópio óptico; em seguida, foi realizada a estimativa do número de ovos e nematoides em diferentes estádios (NTOJ). Os valores médios do fator de reprodução (FR) foram obtidos pela relação entre população final (PF) e população inicial (PI). Foram considerados acessos resistentes aqueles com valores de $FR < 1$ e suscetíveis os que exibiram valores de $FR \geq 1$ (Oostenbrink, 1966).

$$\text{Fator de reprodução (FR)} = \frac{\text{População final (PF)}}{\text{População inicial (PI)}}$$

2.7 CARACTERIZAÇÃO MORFOFISIOLÓGICA

As variáveis avaliadas foram as seguintes:

- Diâmetro do caule (DC): próximo ao colo das plantas, no período de frutificação, antes da colheita, utilizando um paquímetro digital. Expresso em milímetros (mm).
- Massa da raiz fresca (MDR): Refere-se à medição do peso total do sistema radicular, em estado fresco, após serem lavadas. Expresso em gramas (g).
- Massa fresca da parte aérea (MF): Peso total da parte aérea das plantas em seu estado fresco. Expresso em gramas (g).
- Massa seca da parte aérea (MS): Medição do peso da parte aérea após a secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura 65° C até atingir peso constante. Expresso em gramas (g).
- Número de frutos (NF): Total de frutos produzidos no acesso. Expresso em unidades.
- Índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD): Medição foi realizada em duas folhas por planta utilizando um medidor de clorofila SPAD-502 (unidade SPAD).

2.8 ANÁLISE DE DADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o modelo estatístico 21 do *software* SELEGEM-REML/BLUP (Resende, 2007). O referido modelo corresponde a $y = Xm + Wp + e$, em que y é o vetor de dados, m é o vetor dos efeitos de medição (assumidos como fixos) somados à média geral, p é o vetor dos efeitos permanentes de plantas (efeitos genotípicos + efeitos de ambiente permanente) (assumidos como aleatórios) e corresponde ao vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos. Foram obtidas as estimativas dos componentes de variância (REML Individual).

$\hat{\sigma}_g^2$: variância genotípica.

$\hat{\sigma}_e^2$: variância ambiental.

$\hat{\sigma}_f^2$: variância fenotípica individual.

h_g^2 : herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo, ou seja, dos efeitos genotípicos totais.

Ac_g : Acurácia da seleção

CV_g : Coeficiente de variação genética.

CV_e : Coeficiente de variação ambiental.

Média geral do experimento.

Complementarmente, as variáveis foram correlacionadas de acordo com a análise de correlação de Pearson.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variâncias genotípicas ($\hat{\sigma}_g^2$) foram inferiores às variâncias ambientais para os oito descritores avaliados em ambas as espécies (Tabela 2). De acordo com Cruz *et al.* (2011), descritores principalmente de natureza quantitativa normalmente tendem a serem controlados por vários genes, resultando em grande efeito ambiental na expressão fenotípica e tendem a apresentar herdabilidades menores.

Tabela 2. Componentes de variância e estimativas de parâmetros genéticos para resistência a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*).

Parâmetros	<i>Meloidogyne incognita</i>			
	DC (cm)	MDR (g)	MF (g)	MS (g)
Deviance	222,39*	1193,62 ^{ns}	1286,99 ^{ns}	841,16 ^{ns}
$\hat{\sigma}_g^2$	0,46	868,99	10661,36	78,24
$\hat{\sigma}_e^2$	2,45	44823,35	107767,02	1278,35
$\hat{\sigma}_f^2$	2,91	45692,34	118428,39	1356,60
h_g^2	0,15 ± 0,10	0,019 ± 0,03	0,09 ± 0,08	0,05 ± 0,06
Ac _g	0,77	0,36	0,66	0,57
CV _g	9,78	8,93	33,27	11,30
CV _e	22,42	64,20	105,78	45,71
Média	6,98	329,75	310,33	78,21
Parâmetros	NF (unid.)	SPAD	NTMJ	FR
Deviance	11,27*	206,74 ^{ns}	213,37**	213,37**
$\hat{\sigma}_g^2$	0,12	0,20	1,15	1,15
$\hat{\sigma}_e^2$	0,25	2,20	2,01	2,01
$\hat{\sigma}_f^2$	0,38	2,40	3,16	3,16
h_g^2	0,32 ± 0,21	0,08 ± 0,07	0,36 ± 0,16	0,36 ± 0,16
Ac _g	0,89	0,64	0,90	0,90
CV _g	25,49	5,25	7,35	17,67
CV _e	36,61	17,43	9,72	23,37
Média	1,38	8,51	14,58	6,07
Parâmetros	<i>Meloidogyne javanica</i>			
	DC (cm)	MDR (g)	MF (g)	MS (g)
Deviance	201,05 ^{ns}	1334,33 ^{ns}	1125,58**	897,04*
$\hat{\sigma}_g^2$	0,14	6882,87	3215,74	274,34
$\hat{\sigma}_e^2$	1,99	121033,4	14682,03	1630,29
$\hat{\sigma}_f^2$	2,13	127916,3	17897,78	1904,63
h_g^2	0,06 ± 0,06	0,05 ± 0,06	0,17 ± 0,11	0,14 ± 0,10
Ac _g	0,60	0,55	0,79	0,75

CV _g	5,39	13,51	15,01	17,08
CV _e	20,04	56,68	32,08	41,65
Média	7,04	613,75	377,67	96,93
Parâmetros	NF (unid.)	SPAD	NTOJ	FR
Deviance	159,03**	463,90 ^{ns}	238,16**	238,17**
$\hat{\sigma}_g^2$	0,38	0,14	0,86	0,86
$\hat{\sigma}_e^2$	1,19	26,99	2,55	2,55
$\hat{\sigma}_f^2$	1,57	27,13	3,42	3,42
h ² _g	0,24 ± 0,13	0,00 ± 0,01	0,25 ± 0,13	0,25 ± 0,13
Ac _g	0,84	0,20	0,85	0,85
CV _g	55,89	3,56	12,07	15,26
CV _e	97,99	48,76	20,80	26,32
Média	1,11	10,65	7,68	6,07

Fonte: A autora (2025). Diâmetro do caule (DC); Massa da raiz fresca (MDR); Massa fresca da parte aérea (MF); Massa seca da parte aérea (MS); Número de frutos (NF); Índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD); Número total de ovos e nematoides em diferentes estádios (NTOJ); Fator de reprodução (FR); variância genotípica ($\hat{\sigma}_g^2$); variância ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$); variância fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$); herdabilidade genética (h²_g); Acurácia (Ac_g); Coeficiente de variação genética (CV_g); Coeficiente de variação ambiental (CV_e); ^{ns} não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.

A herdabilidade é obtida a partir do quanto da variação fenotípica é atribuído à variação genotípica (Rani *et al.*, 2017), apontando a contribuição genética na expressão de uma característica. Apresentando valores moderados para *M. incognita* em NF (32%), NTOJ (36%) e FR (36%), herdabilidades de médias magnitudes aliadas a altas acurácias proporcionam boas possibilidades de seleção (Blind *et al.*, 2018). Para *M. javanica*, os valores de herdabilidade (h²_g) foram baixos para todas as variáveis.

As variáveis avaliadas são essenciais em estudos com nematoides, pois são capazes de fornecer informações detalhadas sobre a interação entre a planta e o patógeno, auxiliando na compreensão dos mecanismos de resistência, na avaliação do impacto da infestação nos processos fisiológicos da planta e na identificação de descritores que possam ser usados em programas de melhoramento.

As estimativas obtidas de CV_g foram inferiores aos de CV_e para todas as variáveis avaliadas, nas duas espécies de nematoides, tendo as maiores estimativas de CV_g para *M. incognita* em MF, ao passo que para *M. javanica* foi NF. De acordo com a classificação de Resende e Duarte (2007), foi observada alta magnitude em DC (0,77), NF (0,89), NTOJ (0,90), FR (0,90) para *M. incognita* e em *M. javanica* foram MF (0,79), MS (0,75), NF (0,84), NTOJ (0,85), FR (0,85).

Os acessos avaliados demonstraram variação na resposta à inoculação com *M. incognita* e *M. javanica*, evidenciando diferenças na resistência entre os acessos, ao passo que alguns acessos apresentaram baixo fator de reprodução (FR), indicando resistência; outros mostram maior suscetibilidade, com valores elevados de FR. Após o ataque dos nematoides,

as defesas induzidas geralmente são expressas não apenas no tecido danificado, como também em partes da planta não atacadas (Biere e Goverse, 2016).

Parâmetros como diâmetro do caule (DC), massa da raiz fresca (MDR), massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea são indicadores de vigor e do crescimento geral da planta; número de frutos (NF) está relacionado à produtividade dos acessos, enquanto o índice SPAD reflete a saúde e a eficiência fotossintética. Por sua vez, os parâmetros NTOJ e FR são os principais utilizados para avaliar a resistência aos nematoides.

Na avaliação do DC, os valores variaram de 5,77 cm (B24) a 8,96 cm (B28), evidenciando variabilidade no desenvolvimento do caule entre os acessos (Tabela 3). Para MDR, os valores oscilaram de 211,75 g (B21) a 481,42 g (B13). Essa diferença pode estar associado à formação de massa de ovos, ocasionada pelos nematoides formadores de galha.

Tabela 3. Valores genotípicos de resistência a *Meloidogyne incognita* em acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*).

ID*	Variáveis avaliadas ¹								
	DC (cm)	MDR (g)	MF (g)	MS (g)	$\mu + \hat{g}$ NF (uni.)	SPAD	NTOJ	FR	Re
B4	6,57	232,85	140,00	48,33	2,00	7,67	18529,36	3,70	S
B6	6,47	316,25	184,00	53,50	1,20	8,36	4245,91	0,84	R
B12	7,55	450,50	394,75	98,25	1,20	9,80	1977,05	0,39	R
B13	7,01	481,42	204,33	85,33	1,00	8,49	47053,57	9,41	S
B15	7,85	247,71	286,00	73,66	1,80	8,10	4287,85	0,85	R
B17	6,65	386,50	293,75	84,50	1,00	9,23	23810,56	4,76	S
B18	7,03	344,50	278,75	77,25	1,30	8,01	1921,91	0,38	R
B19	6,80	278,00	285,71	73,14	1,00	8,67	3076,92	0,61	R
B20	6,42	306,00	306,00	88,25	1,50	7,50	5611,81	1,12	S
B21	5,57	211,75	211,75	65,75	1,00	8,18	1167,75	0,23	R
B22	7,73	262,62	262,62	102,28	1,00	9,27	2217,31	0,44	R
B23	6,91	232,25	232,25	66,50	1,75	8,46	1045,50	0,20	R
B24	5,77	304,12	304,12	94,28	1,50	9,20	1951,75	0,39	R
B27	6,36	276,50	232,00	59,12	2,50	7,53	9307,37	1,86	S
B28	8,96	422,75	327,75	93,50	1,00	8,83	25035,00	5,00	S
<i>A. esculentus</i> ²	-	405,75	216,25	57,5	-	8,51	112777,3	22,55	S
<i>C. spectabilis</i> ³	-	305,42	262,57	71,42	-	7,56	4397,11	0,87	R

Fonte: A autora (2025). * Código do acesso na coleção de Germoplasma de Cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. ¹Diâmetro do caule (DC); Massa da raiz fresca (MDR); Massa fresca da parte aérea (MF); Massa seca da parte aérea (MS); Número de frutos (NF); Índice Soil Plant Analysis Development (SPAD); Número total de ovos e nematoides em diferentes estádios (NTOJ); Fator de reprodução (FR); Reação (Re). ²Padrão de suscetibilidade. ³ Padrão de resistência.

Quanto ao MF, foi obtido o intervalo de 140 g (B4) a 394,75 g (B12). No acesso B12, considerado resistente, as plantas não sofreram danos nutricionais ocasionados do parasitismo

prolongado causado pelos nematoides (Siddique *et al.*, 2022), ao contrário do acesso suscetível (B4). Em MS, tivemos valores de 48,33 g (B4) a 102,28 g (B22).

Para NF, o acesso B27 obteve o maior número de frutos. Em relação ao índice SPAD, a variação entre os acessos foi de 7,50 (B20) a 9,27 (B22); o maior valor dessa variável foi encontrado em um acesso resistente, sugerindo que essas plantas foram protegidas de diferentes estressores que controlam o teor de clorofila, especialmente aos relacionados à nutrição, devido à presença de raízes saudáveis (Hamdane *et al.*, 2022).

No que se refere ao NTOJ, os acessos B21 (1167,75) e B23 (1045,50) sugeriram menor infestação de *M. incognita*, ao passo que o acesso B13 (47053,57) sugere alta infestação e maior suscetibilidade. O mesmo padrão foi observado para FR (Tabela 3).

Na Figura 2, encontra-se a frequência absoluta de classes entre os acessos de bucha vegetal inoculados com *M. incognita*. As plantas possuem variabilidade para resistência dentro dos acessos, devido à sua heterozigose, sendo necessário selecionar plantas individualmente que carreguem os alelos de interesse (Sinha *et al.*, 2021).

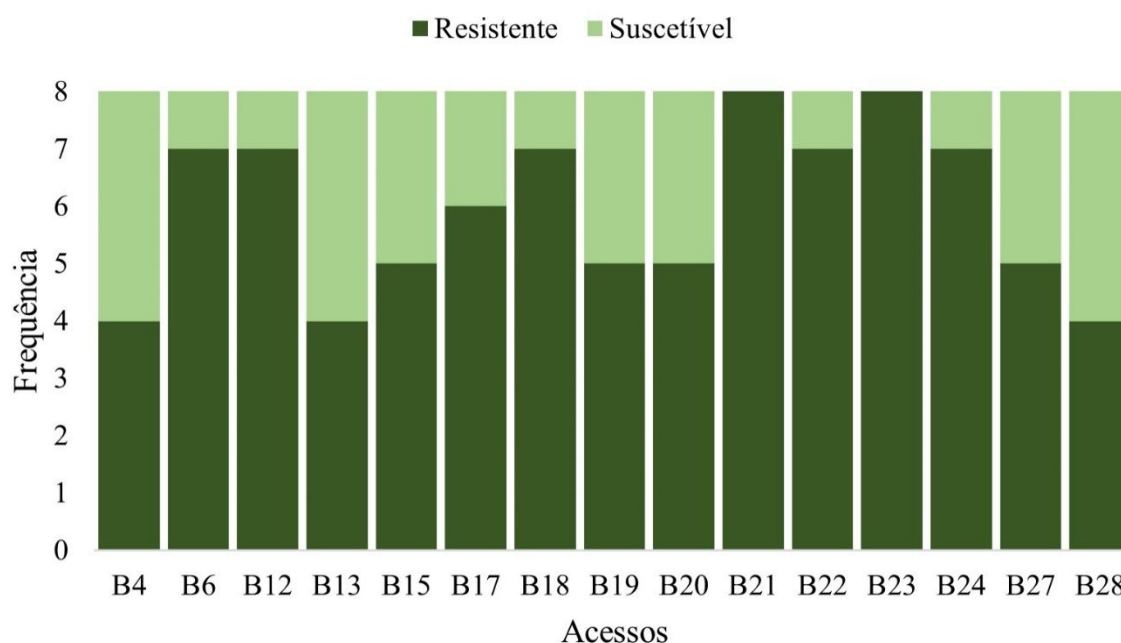


Figura 2. Frequência absoluta de classes da reação em acessos de bucha vegetal inoculados com *Meloidogyne incognita*. Fonte: A autora (2025).

Pode-se constatar que todos os acessos tiveram mais de quatro plantas resistentes, sendo os acessos B21 e B23 resistentes para todas as plantas avaliadas, indicando que esses acessos eles não segregam para a resistência, ao passo que para *M. javanica* os valores de DC variaram de 6,14 cm (B21) a 8,70 cm (B15), refletindo a variabilidade genética dos acessos

(Tabela 4). Para MDR, os valores oscilaram entre 429,00 g (B18) e 879,50 g (B24). Em relação ao MF, os acessos apresentaram variação de 296,00 g (B4) a 500,00 g (B24); em MS, os valores ficaram entre 70,57 g (B4) e 143,75 g (B24), o aumento dos nematoides no sistema radicular acarreta alterações na absorção de nutrientes, já que esses obstruem o tecido vascular, afetando os processos fisiológicos e o desenvolvimento da planta (Contijo; Juliatti; Dos Santos, 2024).

Tabela 4. Valores genotípicos de resistência a *Meloidogyne javanica* em acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*).

ID*	Variáveis avaliadas ¹								
	$\mu + \hat{g}$								
	DC (cm)	MDR (g)	MF (g)	MS (g)	NF (uni.)	SPAD	NTOJ	FR	Re
B4	6,62	780,00	296,00	70,57	1,50	10,19	19051,14	3,81	S
B6	7,48	664,00	458,85	129,71	2,85	11,86	17168,71	3,43	S
B12	7,20	508,00	317,14	78,85	1,50	9,52	15523,79	3,10	S
B13	6,94	624,00	358,00	88,66	2,00	10,19	10529,33	2,10	S
B15	8,70	466,75	475,71	114,00	1,66	9,91	2888,25	0,57	R
B17	7,23	493,25	433,25	103,50	1,50	9,93	8874,68	1,77	S
B18	6,48	429,00	342,75	80,50	1,50	9,90	1124,28	0,22	R
B19	6,88	533,25	325,25	83,00	1,85	10,31	854,85	0,17	R
B20	6,80	819,12	355,50	120,75	1,00	16,43	19085,63	3,81	S
B21	6,14	471,00	326,00	73,75	1,00	9,50	877,37	0,17	R
B22	7,55	554,37	379,75	91,00	1,40	9,96	2165,37	0,43	R
B23	6,51	472,75	370,00	91,00	1,85	9,20	7842,62	1,50	S
B24	7,84	879,50	550,00	143,75	0,00	9,15	41689,69	8,33	S
B27	6,60	619,25	349,00	85,75	1,42	11,22	1725,5	0,34	R
B28	7,06	815,25	335,00	84,75	1,00	10,60	18966,88	3,79	S
<i>A. esculentus</i> ²	-	385,50	292,50	53,00	-	11,13	25181,38	5,03	S
<i>C. spectabilis</i> ³	-	523,14	336,00	73,25	-	10,45	1820,81	0,36	R

*Código do acesso na coleção de Germoplasma de Cucurbitáceas da Universidade Federal Rural do SemiÁrido,

¹Diâmetro do caule (DC); Massa da raiz fresca (MDR); Massa fresca da parte aérea (MF); Massa seca da parte aérea (MS); Número de frutos (NF); Índice Soil Plant Analysis Development (SPAD); Número total de ovos e nematoides em diferentes estádios (NTOJ); Fator de reprodução (FR); Reação (Re). ²Padrão de suscetibilidade. ³ Padrão de resistência.

A produção de frutos variou de 0 (B24) a 2,85 frutos/planta (B6). A dificuldade no transporte de água e nutrientes, causada pela destruição das raízes causados pelos nematoides, ocasiona redução drástica do número de frutos (Keshari; Mallikarjun, 2022). O índice SPAD oscilou de 9,15 (B24) a 16,43 (B20). No NTOJ, B19 e B21 apresentaram menor infestação (854,85 e 877,37), ao passo que B24 teve o maior valor (41.689,69). No FR, B19 e B21 foram mais resistentes (0,17), e B24, o mais suscetível (8,33). No total, 40% dos acessos foram resistentes a *M. javanica*.

A frequência de plantas resistentes encontradas para *M. javanica* é variável, sendo necessário adotar estratégias que estabilizem a resistência ao longo das gerações (Figura 3). A

autofecundação sucessiva ajuda a reduzir essa variabilidade e aumentar a homozigose nas próximas gerações (Glemín *et al.*, 2021).

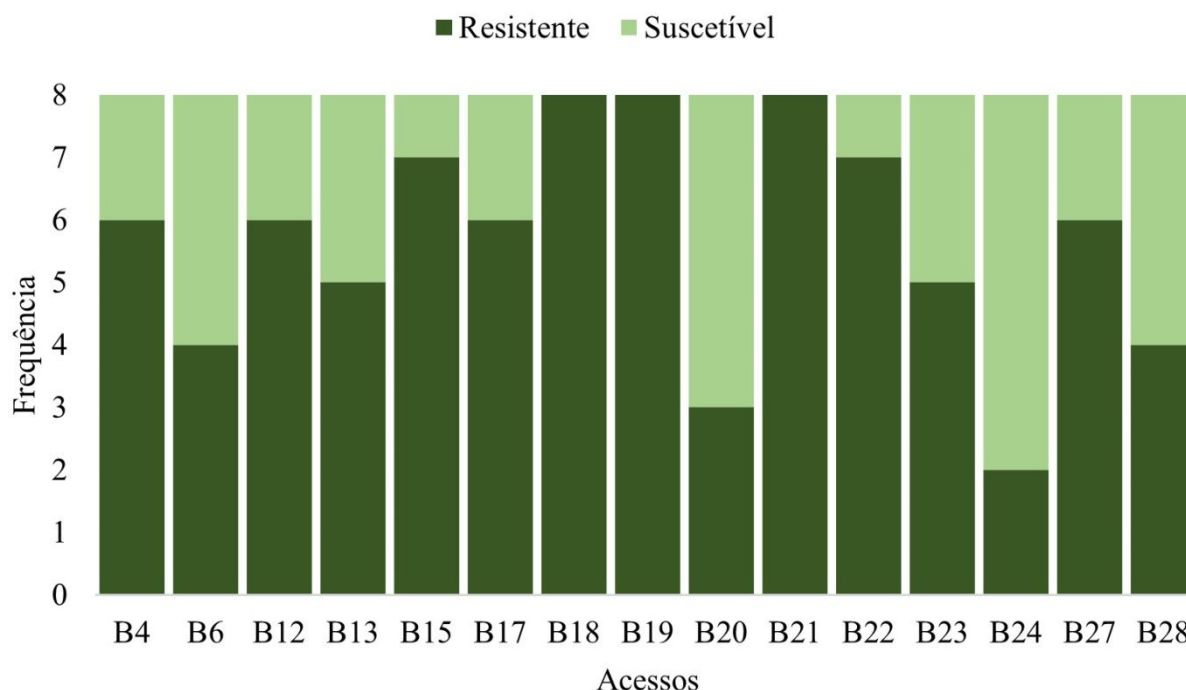


Figura 3. Frequência absoluta de classes da reação em acessos de bucha vegetal inoculados com *Meloidogyne javanica*. Fonte: A autora (2025).

Os acessos B18, B19 e B21 podem ser boas fontes para os programas de melhoramento da cultura visando à resistência, já que eles não apresentam variabilidade entre as plantas, indicando que vão precisar de menos ciclos de autofecundação para fixar os alelos relacionados à resistência e possivelmente terão mais chance de transmitir esses alelos quando cruzados com outras linhagens (Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2021).

Foram considerados resistentes a *M. incognita* nove acessos (B6, B12, B15, B18, B19, B21, B22, B23 e B24), a *M. javanica* seis acessos (B15, B18, B19, B21, B22 e B27). Viana *et al.* (2024) avaliaram acessos de *Luffa* spp. da Coleção de Germoplasma de Cucurbitáceas da UFERSA, e os acessos B18, B19, B22 e B24 foram classificados como altamente resistentes a *Macrophomina pseudophaseolina*.

Na Figura 4, encontram-se as estimativas das correlações de Pearson entre as variáveis avaliadas nos acessos inoculados com *M. incognita*. A MDR foi correlacionada positivamente com MS (0,53), NTOJ (0,62) e FR (0,62), indicando que as plantas que tiveram maior massa de raiz foram mais afetadas pela formação de galhas causadas por *M. incognita*, por meio dos processos de hiperplasia tecidual e da hipertrofia celular (Oliveira *et al.*, 2016).

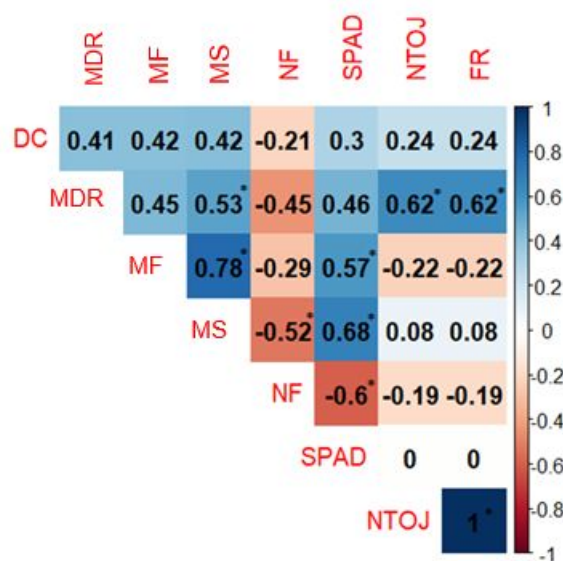


Figura 4. Estimativa das correlações de Pearson entre as variáveis: diâmetro do caule (DC), massa da raiz fresca (MDR), massa fresca da parte aérea (MF), massa seca da parte aérea (MS), número de frutos (NF), índice SPAD, número total de ovos e nematoides em diferentes estádios (NTOJ) e fator de reprodução (FR) em acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) inoculados com *M. incognita*. Fonte: A autora (2025). *significativos a 1 e 5% de probabilidade.

A MF teve uma correlação positiva com o índice SPAD (0,57), sugerindo que acessos com maior produção de biomassa aumentam seus níveis de clorofila. Essas variáveis estão ligadas à saúde das plantas e são frequentemente usadas como ferramenta diagnóstica para medir estresses (Varga *et al.*, 2025).

Para a massa seca da parte aérea (MS), há correlação significativa negativa com NF (-0,52), sugerindo que a planta prioriza o crescimento vegetativo em detrimento da produção de frutos, sugerindo alocação de recursos nutricionais limitados, ocasionada pelo parasitismo no sistema radicular, que reduz a absorção dos nutrientes (Pinheiro *et al.*, 2013).

Além disso, observa-se correlação significativa positiva entre o MS e o índice SPAD (0,68). A correlação significativa negativa entre número de frutos (NF) e índice SPAD (-0,6) pode sugerir que plantas com maior conteúdo de clorofila tendem a produzir menos frutos, sugerindo que a alocação de recursos para o aumento do número de frutos pode impactar negativamente outras variáveis (De Sousa Nunes *et al.*, 2008).

As variáveis número total de ovos e nematoides em diferentes estádios (NTOJ) e FR possuem correlação positiva de 1,0, apontando como eles são diretamente associados e totalmente dependentes, pois quanto maior o NTOJ nas raízes, maior será o FR.

Valores de correlação positivas indicam que as variáveis correlacionadas sejam favorecidas ou prejudicadas pelas mesmas causas de variações ambientais, ao passo que os

valores negativos indicam que o ambiente favorece um caráter em detrimento do outro (Carvalho; Lorencetti; Benin, 2004).

A análise de correlação permite avaliar o grau de associação entre descritores: nos acessos inoculados com *M. javanica* (Figura 5), MDR possui correlação significativa e positiva para NTOJ (0,81) e FR (0,82), sugerindo que maior massa radicular pode ser decorrente das massas de ovos.

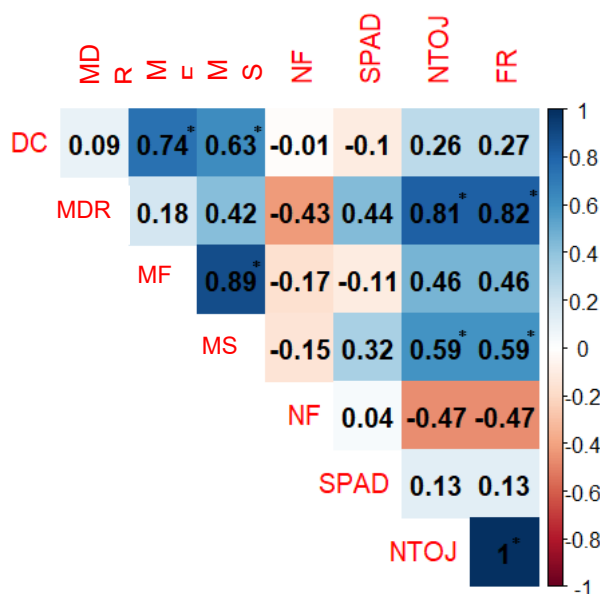


Figura 5. Estimativa das correlações de Pearson entre as variáveis: diâmetro do caule (DC), massa da raiz fresca (MDR), massa fresca da parte aérea (MF), Massa seca da parte aérea (MS), número de frutos (NF), índice SPAD, número total de ovos e nematoides em diferentes estádios (NTOJ) e fator de reprodução (FR) em acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) inoculados com *M. javanica*. Fonte: A autora (2025). *significativos a 1 e 5% de probabilidade.

Para a variável MS, é observada correlação positiva tanto com NTOJ quanto com FR (0,59, ambas), podendo ser uma consequência direta da infestação por *M. javanica*, visto que esses podem alterar a fisiologia da planta. A correlação positiva significativa entre NTOJ e FR (1,0) é esperada, dado que FR é calculado diretamente a partir do NTOJ, conforme relatado na literatura (Ito *et al.*, 2014b; Diniz *et al.*, 2016).

A Figura 6 mostra os ganhos de seleção para as médias de resistência das espécies *Meloidogyne incognita* (MI) e *M. javanica* (MJ), os quais auxiliarão no progresso genético em ciclos subsequentes de seleção e indicam o quanto a resistência poderá ser melhorada em relação à população original. Como resultado, com a seleção dos acessos resistentes, o fator de correção foi reduzido de 2,012 para 0,481 em MI e de 2,236 para 0,317 em MJ. Essa redução resultou em ganho de 62,64% para MI e de 62,02% para MJ para a próxima geração.

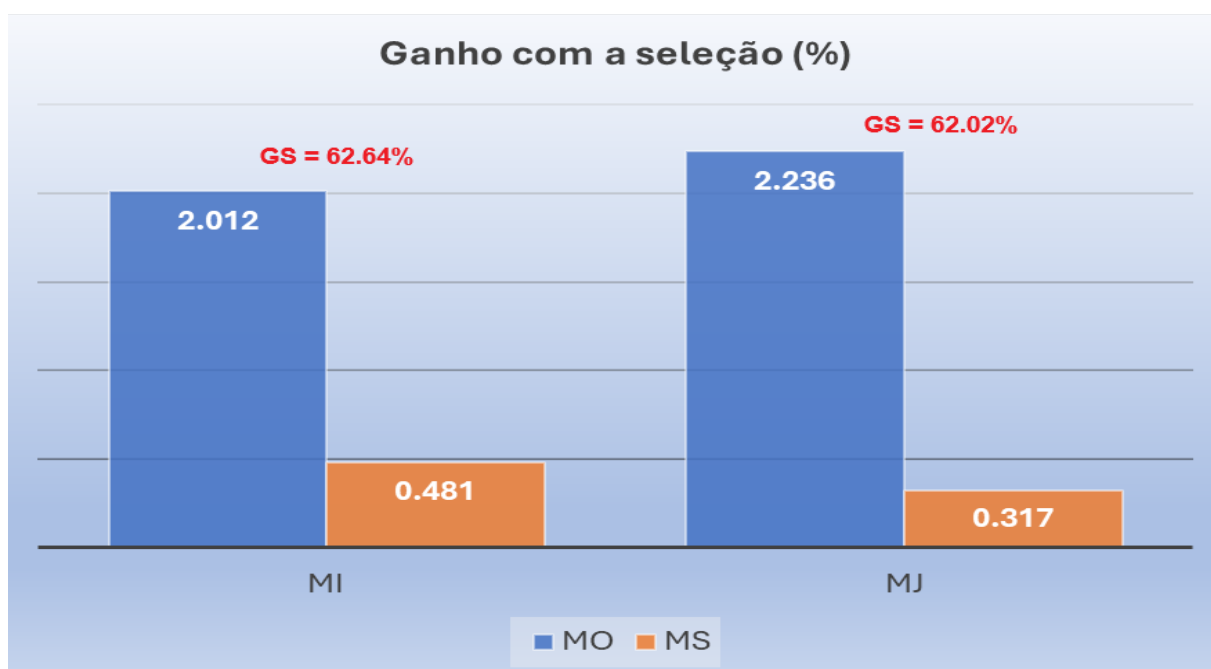


Figura 6. Ganhos de seleção para médias de acessos de bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) selecionados quanto à resistência a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Fonte: A autora (2025). Médias originais (MO); Médias selecionadas dos acessos resistentes (MS).

Logo, a redução do fator de correção e GS para resistência a *M. incognita* e *M. javanica* é indício de que a seleção de acessos resistentes foi um sucesso. Esses resultados não só confirmam a eficácia da seleção, como também mostram a viabilidade de continuar o progresso genético para resistência a *M. incognita* e *M. javanica*.

4 CONCLUSÃO

Os acessos de *Luffa cylindrica* B15, B18, B19, B21 e B22 são resistentes *M. incognita* e *M. javanica*.

REFERÊNCIAS

- AMARO, G. B. *et al.* **Recomendações técnicas para o cultivo de abóboras e morangas**. Brasília: Embrapa, 2021. ISSN 1415-3033 (CIRCULAR TÉCNICA, 175).
- BARBARY, A. *et al.* Plant genetic background increasing the efficiency and durability of major resistance genes to root-knot nematodes can be resolved into a few resistance QTLs. **Frontiers in plant science**, v. 7, p. 632, 2016.
- BIERE, A.; GOVERSE, A. Plant-mediated systemic interactions between pathogens, parasitic nematodes, and herbivores above-and belowground. **Annual Review of Phytopathology**, v. 54, n. 1, p. 499-527, 2016.
- BINDAL, S. *et al.* Novel sources of resistance to *Fusarium* wilt in *Luffa* species. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1116006, 2023.
- BISOGNIN, D. A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, v. 32, n. 5, p. 715-723, 2002.
- BLIND, A. D. *et al.* Estimativa de parâmetros genéticos, análise de trilha e seleção em bucha vegetal para caracteres agronômicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 2, p. 1-8, 2018.
- BLIND, A. D. *et al.* Marcadores moleculares e descritores morfo-agronômicos na avaliação da diversidade genética de bucha (*Luffa cylindrica*). In: **Colloquium Agrariae**, p. 66-76, 2020.
- BORÉM, A., MIRANDA, G.V., FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: UFV, 2021.
- CARVALHO, F. I. F. de; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: UFPel, 2004.
- COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **State Nematology and Entomology Research Station**, p. 77, 1972.
- CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. **Visconde do Rio Branco: Suprema**, v. 620, 2011.
- DE SOUSA NUNES, G. H. *et al.* Correlações entre características de meloeiro. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, 2008.
- DINIZ, G. M. M. *et al.* Reaction of melon genotypes to *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 1, p. 111-115, 2016.
- FONSECA, H. S.; FERRAZ, L. C. C. B.; MACHADO, S. R. Caracterização do vacuoma de células gigantes induzidas por espécies de *Meloidogyne* em raízes de seringueira RRIM 600. **Nematol Bras**, v. 27, p. 193-198, 2003.
- GLÉMIN, S. Balancing selection in self-fertilizing populations. **Evolution**, v. 75, n. 5, p. 1011-1029, 2021.
- GONTIJO, L. N.; JULIATTI, F. C.; DOS SANTOS, M. A. Reaction of soybean genotypes to the nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 170, n. 1, p. 25-37, 2024.

HAMDANE, Y. *et al.* Comparison of proximal remote sensing devices of vegetable crops to determine the role of grafting in plant resistance to *Meloidogyne incognita*. **Agronomy**, v. 12, n. 5, p. 1098, 2022.

ITO, L. A. *et al.* Resistência de porta-enxertos de cucurbitáceas a nematoides e compatibilidade da enxertia em melão. **Horticultura brasileira**, v. 32, n. 3, p. 297-302, 2014.

KESHARI, N.; MALLIKARJUN, G. Plant parasitic nematodes: a major constraint in fruit production. In: **Nematodes-recent advances, management and new perspectives**. IntechOpen, 2022.

MAROUELLI, W. A.; DA SILVA, H. R.; LOPES, J. F. **Irrigação na cultura da bucha vegetal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013.

MEDEIROS, M. G. *et al.* Physiological maturity of *Luffa cylindrica* (L.) Roem. seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 1, p. 76-82, 2019.

OLIVEIRA, D. C. *et al.* Manipulation of host plant cells and tissues by gall-inducing insects and adaptive strategies used by different feeding guilds. **Journal of Insect Physiology**, v. 84, p. 103-113, 2016.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. In: **Proceedings of the 8th International Symposium of Nematology**, p. 8-10.1966.

PAULA, E. A. *et al.* Characterization of polyester composites reinforced with natural fibers from *Luffa cylindrica*. **Journal of Composite Materials**, v. 56, n. 28, p. 4313-4327, 2022.

PINHEIRO, J. B.; AMARO, G. B. **Ocorrência e controle de nematoides nas principais espécies cultivadas de cucurbitáceas**, p. 1-7, 2010.

RANGAPPA, S. M. *et al.* Lignocellulosic fiber reinforced composites: Progress, performance, properties, applications, and future perspectives. **Polymer Composites**, v. 43, n. 2, p. 645-691, 2022.

RANI, R.; SHEORAN, R. K.; SHARMA, B. Studies on variability, heritability and genetic advance for quantitative traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. **Research in Environment and Life Sciences**, v. 10, n. 6, p. 491-493, 2017.

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN - REM/BLUP**: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2007.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

SIDDIQUE, S. *et al.* Recognition and response in plant–nematode interactions. **Annual Review of Phytopathology**, v. 60, n. 1, p. 143-162, 2022.

SINGH, P. P.; NATH, G. Fabrication and analysis of luffa natural fiber based acoustic shielding material for noise reduction. **Journal of Natural Fibers**, v. 19, n. 15, p. 11218-11234, 2022.

SINHA, P. *et al.* Genomics and breeding innovations for enhancing genetic gain for climate resilience and nutrition traits. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 134, n. 6, p. 1829-1843, 2021.

SUBEDI, S.; THAPA, B.; SHRESTHA, J. Root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) and its management: a review. **Journal of Agriculture and Natural Resources**, v. 3, n. 2, p. 21-31, 2020.

THIES, J. A.; PANTHEE, D.R. Identification, development and use of rootstocks to improve pest and disease resistance of vegetable crops. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1320828, 2023.

VARGA, I. *et al.* Dynamics of SPAD Index, Leaf Pigment, and Macronutrient Relationships in Sugar Beet Leaves Under Spring Nitrogen Fertilization. **Nitrogen**, v. 6, n. 1, p. 10, 2025.

VIANA, D. M. *et al.* Reaction of *Luffa* spp. to *Macrophomina pseudophaseolina* inoculation, **Research Square**, 2024.

WU, H. *et al.* A high-quality sponge gourd (*Luffa cylindrica*) genome. **Horticulture Research**, v. 7, n. 128, 2020.