

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO  
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS MORRINHOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA – PPGOL

Seleção de genótipos de cucurbitáceas resistentes, como alternativa para o manejo  
de *Meloidogyne javanica*

Autor: Heitor Soares Alexandre

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva

Morrinhos/GO  
Junho/2025

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO  
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS MORRINHOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA – PPGOL

Seleção de Genótipos de cucurbitáceas resistentes, como alternativa para o manejo  
de *Meloidogyne javanica*

Autor: Heitor Soares Alexandre

Orientador: Dr. Rodrigo Vieira da Silva

Dissertação apresentada, como parte  
das exigências para obtenção do título de  
MESTRE EM OLERICULTURA, no  
Programa de Pós-Graduação em Olericultura  
do Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos –  
Área de Concentração: Olericultura.

Morrinhos/Goiás

Junho/2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

S676s Soares Alexandre, Heitor  
Seleção de genótipos de cucurbitáceas resistentes, como alternativa para o manejo de *Meloidogyne javanica* / Heitor Soares Alexandre. Morrinhos 2025.

45f. il.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva.  
Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de 0433044 - [MO.POS] Mestrado Profissional em Olericultura - Morrinhos (Campus Morrinhos).

1. Abóboras. 2. Manejo de fitonematoides. 3. Nematóide de galhas. 4. Resistência genética. I. Título.

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:    /    /

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

/ /

Documento assinado digitalmente  
 **HEITOR SOARES ALEXANDRE**  
Data: 05/08/2025 14:36:44-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Local

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Documento assinado digitalmente

 **RODRIGO VIEIRA DA SILVA**  
Data: 04/08/2025 13:12:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 6/2025 - SGP GPI-MO/GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**ATA Nº 127**

**BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos três dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e cinco, às 13h30 min (treze horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão aberta realizada por videoconferência (<https://meet.google.com/rma-fsrz-ymr>) para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada "**Genótipos de Cucurbitáceas Como Alternativa Para o Manejo de *Meloidogyne javanica***" de autoria de **Heitor Soares Alexandre** discente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca fez suas arguições, adotando-se o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Olericultura, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM OLERICULTURA**, na linha de pesquisa em Manejo Fitossanitários em Espécies Olerícolas, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na Secretaria do PPGOL da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo científico oriundo dessa Dissertação em periódico após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva	IF Goiano - Campus Morrinhos	Presidente
Dr. Rhayf Eduardo Rodrigues	Supervisor de Desenvolvimento de Mercado SR TImac Agro-Brasil	Membro externo
Prof. Dr. Estenio Moreira Alves	IF Goiano - Campus Iporá	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- **Rodrigo Vieira da Silva**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 04/06/2025 21:51:23.
- **Rhayf Eduardo Rodrigues**, **Rhayf Eduardo Rodrigues - Professor Avaliador de Banca - Timac Agro Industria e Comercio de Fertilizantes Ltda (02329713000129)**, em 04/06/2025 22:52:19.
- **Estenio Moreira Alves**, **ENGENHEIRO AGRONOMO**, em 05/06/2025 10:48:42.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/05/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

**Código Verificador:** 712277

**Código de Autenticação:** a524f8bf64



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Morrinhos  
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000  
(64) 3413-7900

## AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação representa a culminância de uma jornada acadêmica repleta de desafios e aprendizados. Neste momento, é com imensa gratidão que reconheço as contribuições de todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a concretização deste trabalho.

Primeiramente, agradeço a Deus. Também ao meu orientador, Professor Dr. Rodrigo Vieira da Silva, pela orientação dedicada, paciência e pelos valiosos ensinamentos ao longo de toda a pesquisa. Sua expertise e comprometimento foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo.

Aos professores do programa de Mestrado Profissional em Olericultura do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, expresso minha sincera gratidão pelos conhecimentos compartilhados e pelo incentivo constante à busca pela excelência acadêmica.

Aos meus colegas de curso e amigos, agradeço pelo companheirismo, pelas discussões enriquecedoras e pelo apoio mútuo durante esta jornada. Suas contribuições foram essenciais para o amadurecimento deste trabalho.

À minha família, especialmente aos meus pais, Roberto Rosa Alexandre e Sílvia Assis Soares, expresso minha eterna gratidão pelo amor incondicional, apoio emocional e incentivo constante. Sem o suporte de vocês, esta conquista não teria sido possível.

Aos profissionais que participaram da pesquisa, em especial Gabriela Araújo Martins e Estênio Moreira, agradeço pela colaboração e pela disposição em compartilhar suas experiências e conhecimentos. Suas contribuições enriqueceram significativamente este estudo.

Por fim, agradeço ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, pela infraestrutura e recursos disponibilizados, que foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu mais sincero agradecimento.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Heitor Soares Alexandre, filho de Roberto Rosa Alexandre e Silvia Assis Soares, nasceu em 19 de julho de 1993, no município de Jataí – Goiás. Graduou-se em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, em 2018. Posteriormente, ingressou no Mestrado Profissional em Olericultura pela mesma instituição, sob a orientação do professor Dr. Rodrigo Vieira da Silva.

Durante sua pesquisa de mestrado, investigou alternativas na busca por genótipos com resistência a *Meloidogyne javanica* na família das cucurbitáceas, com foco na sustentabilidade e aprimoramento genético. Além de sua formação acadêmica, Heitor possui sólida experiência prática adquirida em atividades de campo e trabalhos técnicos. Participou de projetos de extensão rural, realizando diagnósticos fitossanitários e implementando práticas de manejo integrado de pragas em propriedades agrícolas da região. Essas experiências proporcionaram uma compreensão aprofundada das necessidades dos produtores e das condições locais, enriquecendo sua formação profissional e consolidando seu compromisso com a agricultura sustentável.

## ÍNDICE GERAL

RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	9
<b>2.1 Cucurbitáceas</b> .....	9
<b>2.2 Nematóide de galhas (<i>Meloidogyne javanica</i>)</b> .....	11
<b>2.3 OBJETIVOS</b> .....	17
2.3.1 Objetivo geral .....	17
2.3.2 Objetivos específicos.....	17
<b>2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	17
3. CAPÍTULO I.....	21

## RESUMO

Alexandre, Heitor Soares. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Morrinhos, junho de 2025. **Seleção de genótipos de cucurbitáceas resistentes, como alternativa para o manejo de *Meloidogyne javanica*.** Orientador: Dr. Rodrigo Vieira da Silva.

Os nematoides de galhas, com destaque para *Meloidogyne javanica*, causam grandes prejuízos no cultivo de cucurbitáceas no Brasil. A utilização de cultivares resistentes apresenta-se como uma excelente alternativa de controle de nematoides. Assim, objetivou-se avaliar a resposta de diferentes genótipos da família Cucurbitaceae contra *M. javanica*. Foram selecionados genótipos de espécies de abóbora, moranga e cabotiá do banco de germoplasma do Instituto Federal Goiano – Campus Iporá. As sementes foram semeadas em bandejas de polietileno com substrato agrícola comercial. No estádio de 3 ou 4 folhas definitivas as mudas foram transplantadas para vasos de polietileno de 1,0 L com uma mistura de solo e areia na proporção de 2:1 (v/v), previamente auto clavados. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação no delineamento inteiramente ao acaso, com sete tratamentos e seis repetições. Em cada vaso contendo uma planta de cucurbitáceas foram aplicados 5.000 ovos de *M. javanica* com auxílio de uma pipeta automática. Após 60 dias da inoculação dos nematoides, realizou-se as avaliações das variáveis: matéria fresca de raiz (MFRA) e da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), número de galhas (NG), número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR). O Híbrido de Cabotiá (*Cucurbita moschata* x *Cucurbita máxima*) HC 01 IF Goiano destacou-se apresentando menor taxa reprodutiva, NO = 2.494 e FR (0,49). Enquanto os moderadamente resistentes foram T1 (cv. Coroa), T2 (cv. Goianinha) e T3 (HA 02 do IF Goiano). O Híbrido de Cabotiá T7 (*Cucurbita moschata* x *Cucurbita maxima*) (HC 02 IF Goiano), mostrou-se o mais susceptível apresentando NO= 30.515 e FR (6,10). O Híbrido de Abóbora (*Cucurbita moschata*) (HA 03) apresentou o melhor desempenho em relação a MFR, enquanto o Híbrido HA 02 obteve os maiores valores de MFPA e MSPA, evidenciando maior potencial para desenvolvimento vegetativo. Conclui-se que o genótipo HC 01 IF Goiano destacou-se como o único genótipo resistente, sendo o mais indicado no controle de *M. javanica*.

**Palavras-chave:** Abóboras, manejo de fitonematoides, nematoide de galhas, resistência genética.

## ABSTRACT

Alexandre, Heitor Soares. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, June of 2025. **Selection of resistant cucurbit genotypes as an alternative for the management of *Meloidogyne javanica***. Advisor: Dr. Rodrigo Vieira da Silva.

Root-knot nematodes, particularly *Meloidogyne javanica*, cause significant damage to cucurbit crops in Brazil. The use of resistant cultivars represents an excellent alternative for nematode management. Therefore, this study aimed to evaluate the response of different genotypes from the Cucurbitaceae family against *M. javanica*. Genotypes of pumpkin, squash, and hybrid squash were selected from the germplasm bank of the Instituto Federal Goiano – Campus Iporá. Seeds were sown in polyethylene trays filled with commercial agricultural substrate. At the 3 to 4 true leaf stage, seedlings were transplanted into 1.0 L polyethylene pots containing a 2:1 (v/v) mixture of soil and sand, previously autoclaved. The experiment was carried out in a greenhouse in a completely randomized design, with seven treatments and six replications. Each pot, containing one cucurbit plant, was inoculated with 5,000 *M. javanica* eggs using an automatic pipette. Sixty days after inoculation, the following variables were evaluated: fresh root mass (FRM), fresh shoot mass (FSM), dry shoot mass (DSM), number of galls (NG), number of eggs (NE), and reproduction factor (RF). The hybrid squash (*Cucurbita moschata* × *Cucurbita maxima*) HC 01 IF Goiano stood out by presenting the lowest reproductive rate (NE = 2,494; RF = 0.49). Moderately resistant genotypes included T1 (cv. Coroa), T2 (cv. Goianinha), and T3 (HA 02 from IF Goiano). In contrast, the hybrid squash T7 (*Cucurbita moschata* × *Cucurbita maxima*) (HC 02 IF Goiano) was the most susceptible, with NE = 30,515 and RF = 6.10. The pumpkin hybrid (*Cucurbita moschata*) HA 03 showed the best performance in terms of FRM, while HA 02 had the highest values for FSM and DSM, indicating greater vegetative development potential. It is concluded that the genotype HC 01 IF Goiano was the only resistant genotype, turning it the most recommended for *M. javanica* management.

**Keywords:** Cucurbits, management of plant-parasitic nematodes, root-knot nematode, genetic resistance.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

No contexto da produção de alimentos, a família das cucurbitáceas ocupa posição de destaque, entre as hortaliças mais importantes, tanto pelo valor econômico quanto pela diversidade de espécies cultivadas. Essa família apresenta ampla distribuição geográfica, especialmente em regiões de clima tropical e subtropical, que encontra condições favoráveis para o cultivo. Além disso, as cucurbitáceas possuem notável variabilidade genética, englobando cerca de 120 gêneros e aproximadamente 850 espécies no mundo. No Brasil, cerca de 30 gêneros e 200 espécies já foram relatadas, o que reforça a relevância para a agricultura nacional e o potencial para programas de melhoramento genético (HORA, CAMARGO e BUZANINI, 2018).

As cucurbitáceas estão entre as plantas mais suscetíveis à infecção por fitonematoides, que comprometem diretamente o desenvolvimento e a produtividade das plantas. Entre os principais grupos que afetam essas culturas, destacam-se os nematoides formadores de galhas, pertencentes ao gênero *Meloidogyne* (PINHEIRO, 2017). Após a penetração e infecção, esses patógenos causam doenças severas, resultando na formação de galhas nas raízes, prejudicando a absorção de água e nutrientes. Como consequência, observa-se atraso no crescimento, murcha das plantas, queda no vigor e significativa redução na produtividade das lavouras, tornando-se um fator limitante no cultivo de cucurbitáceas (FARAHAT *et al.*, 2012; AMIN e EL"WANIS, 2014).

As espécies mais importantes em cucurbitáceas no Brasil são *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, (PINHEIRO, 2017). Os nematoides do gênero *Meloidogyne* integram o complexo de problemas que afetam as espécies de cucurbitáceas, juntamente com doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. Esses patógenos atacam principalmente os órgãos subterrâneos, como raízes, bulbos, tubérculos e rizomas,

podendo, também atacar órgãos aéreos como caules, folhas e sementes (FREITAS *et al.*, 2016; PINHAEIRO, 2017). As perdas causadas por esse nematoide em cucurbitáceas podem ser bastante expressivas, alcançando até 88% no pepino, 53% na abobrinha e 35% na melancia, o que reforça a necessidade de um manejo eficiente para evitar prejuízos econômicos (VERDEJO-LUCAS; TALAVERA, 2019).

O principal sintoma do parasitismo dos nematoides do gênero *Meloidogyne* são as galhas radiculares, tumores vegetais, consequência do crescimento desordenado das células ao redor do sítio de alimentação do nematoide (GUIMARÃES *et al.*, 2021). Além dos prejuízos diretos os nematoides de galhas causam ferimentos que facilitam a infecção de outros patógenos, especialmente fungos e bactérias (PINHEIRO *et al.*, 2013).

O manejo de nematoides do gênero *Meloidogyne*, em áreas produtoras de cucurbitáceas, apresenta grandes desafios, principalmente pela ampla ocorrência desses fitopatógenos em diversas regiões do país. Esses nematoides possuem a capacidade de parasitar grande variedade de espécies vegetais, incluindo culturas importantes como as cucurbitáceas. A adoção contínua de diferentes estratégias de manejo que atuem a população de nematoides tem se mostrado uma forma sustentável de reduzir os níveis populacionais desses parasitas para valores abaixo dos que causam perdas econômicas (MIRANDA-BARRIOS *et al.*, 2020).

Em pesquisa realizada na região sul de Goiás, das amostras coletadas em cucurbitáceas, em duas provenientes de plantas de pepino foi detectada a presença de *Meloidogyne incognita*. Já em outras quatro amostras obtidas de plantas de abóbora, três apresentaram *M. incognita* e uma foi identificada apenas como *Meloidogyne* spp. Além disso, nas duas amostras analisadas da cultura do chuchu, uma cucurbitácea perene, foram encontradas as espécies *M. incognita* e *Meloidogyne* spp., indicando que as cucurbitáceas também são suscetíveis aos nematoides formadores de galhas (OLIVEIRA, 2016).

As principais estratégias de controle de fitonematoides em cucurbitáceas envolvem o manejo químico, genético, biológico e cultural. A integração dessas abordagens é essencial para a redução eficiente das populações de *Meloidogyne* spp. no solo. O uso combinado de métodos que dificultem o desenvolvimento e a reprodução desses nematoides tem se mostrado viável e sustentável, permitindo manter as populações abaixo dos níveis de dano econômico. Essa integração favorece não só o controle a longo prazo, mas também a preservação da saúde do solo e do ambiente (GRECO *et al.*, 2020).

Durante muito tempo, o uso de nematicidas químicos foi amplamente adotado para o controle desses fitonematoides. Entretanto, esses produtos apresentam elevada

toxicidade e podem causar impactos negativos tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente. Diante disso, o uso de cultivares e porta-enxertos resistentes, quando disponíveis no mercado, tem sido uma das alternativas mais recomendadas no manejo de nematoides em cucurbitáceas, por ser eficiente, segura e ambientalmente mais adequada (LI *et al.*, 2023; JABBAR *et al.*, 2019).

O controle genético, por meio do uso de cultivares resistentes a fitonematoides, apresenta-se com potencial para ser uma das estratégias mais eficazes e sustentáveis no manejo de *Meloidogyne* spp. em cucurbitáceas. A resistência genética permite reduzir significativamente a população do patógeno no solo, diminuindo os danos à cultura e a necessidade de intervenções químicas, que muitas vezes são custosas e prejudiciais ao meio ambiente. Além disso, cultivares resistentes contribuem para a estabilidade da produção, especialmente em áreas com histórico de infestação (SOUZA; GUTERRES, 2024).

O avanço no melhoramento genético tem possibilitado o desenvolvimento de materiais mais adaptados às condições locais, reforçando a importância dessa abordagem no manejo integrado de nematoides. Enxertia de mudas de cucurbitáceas em porta-enxertos resistentes é um meio de controlar as doenças de nematoides de galhas do solo e das raízes em diferentes tipos de solo, especialmente os intensivos. (AMIN *et al.*, 2012; BYEON *et al.*, 2014; AYDINLI *et al.*, 2019; EL"MESALAMY *et al.*, 2020; GARCIA" MENDIVIL E SORRIBAS, 2021).

Diante da problemática causada pelos fitonematoides e considerando a grande importância das cucurbitáceas para o Brasil, estudos sobre o comportamento dos materiais cultivados e genótipos selvagens frente aos nematoides de galhas são de extrema importância para cadeia produtiva. Além de auxiliar no entendimento deste patossistema, nematoide planta, nas cucurbitáceas. Dessa forma, o objetivou-se realizar o estudo da reação de diferentes genótipos de cucurbitáceas a *M. javanica* em condições de casa de vegetação. A partir desta pesquisa, materiais potenciais poderão ser selecionados para cultivos em área infestada por fitonematoides, ou até mesmo, na forma de porta enxerto.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cucurbitáceas

A família das cucurbitáceas é numerosa e heterogênea. São mencionados cerca de 118 gêneros e 825 espécies. Aproximadamente 30 gêneros com 157 espécies ocorrem no Brasil, incluindo representantes nativos e cultivados (FLORA DO BRASIL, 2020). Existem diversas espécies de importância econômica na família das cucurbitáceas, como o pepino (*Cucumis sativus* L.), o melão (*Cucumis melo* L.), o maxixe (*Cucumis anguria* L.), a melancia (*Citrulus lanatus* L.), o chuchu (*Sechium edule*), a moranga (*Cucurbita maxima*), a abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) e a abóbora (*Cucurbita moschata*) (ESQUINAS-ALCAZAR; GULICK, 1983; BISOGNIN, 2002; FERREIRA, 2008).

A produção mundial de cucurbitáceas foi estimada em 235 milhões de toneladas (t) de uma área colhida de 8,3 milhões de hectares em 2018 (FAOSTAT, 2019). De acordo com dados do IBGE (2017), a produção nacional de abóbora foi de 418 mil t, com área colhida de 78 mil hectares e valor da produção estimado em R\$ 366.010,00. O estado de Minas Gerais destacou-se como o maior produtor. Em Goiás, foram colhidas mais de 22 mil toneladas em uma área de 3.384 hectares, sendo o município de Nova Roma o principal produtor estadual.

Para a melancia, os dados do IBGE (2023) indicam a produção de 1,7 toneladas em 80 mil hectares, com valor da produção estimado em R\$ 2,2 milhões de reais, tendo a Bahia como o maior estado produtor. No estado de Goiás, a produção foi de 200 toneladas, em uma área colhida de 4.982 hectares, com destaque para o município de Uruana.

Em relação ao melão, foram produzidas 862.387 toneladas em 30.535 ha, com valor da produção de R\$ 1,2 milhões de reais. O estado do Rio Grande do Norte foi o

principal produtor nacional. No entanto, não há informações disponíveis para a produção de melão em Goiás (IBGE, 2023).

De modo geral, as cucurbitáceas são plantas anuais, monoicas, de hábito rasteiro e/ou trepador, com caule herbáceo, prostrado, provido de gavinhas e raízes adventícias. Suas folhas são grandes, com pecíolos longos, de coloração verde-escura, e as flores, vistosas e amarelas, ocorrem em grande número. As flores masculinas e femininas estão presentes em diferentes regiões da mesma planta, com predominância das masculinas em relação às femininas. Nas flores femininas, o ovário já apresenta com a forma do fruto que será originado, característica comum na maioria das cultivares (FERREIRA, 2008). Essas espécies desenvolvem-se bem em diversos tipos de solo, desde que bem drenados, pois são sensíveis ao excesso de umidade. O desenvolvimento vegetativo, a floração e a frutificação ocorrem de forma simultânea (AMARO *et al.*, 2021).

As características morfológicas das Cucurbitaceae contribuem para a identificação do grupo. Essas plantas apresentam hábito de crescimento arbustivo ou trepador, com caules geralmente prostrados ou rastejantes, podendo ou não ser ramificados, e com presença de gavinhas. Suas folhas são simples, alternas, estipuladas e pecioladas. As inflorescências podem variar bastante, sendo paniculadas, racemosas, umbeladas a subumbeladas, fasciculadas, corimbosas ou compostas por flores solitárias. As sementes, em geral, são alongadas, podendo apresentar asas, com embriões dispostos em linha reta. Um dos principais aspectos distintivos da família é o tipo de fruto, denominado pepônio (ou pepo), uma baga com casca dura. Os frutos das cucurbitáceas são amplamente produzidos e apresentam grande diversidade de formas e tamanhos (NESOM, 2020; AMARO *et al.*, 2021).

A espécie *Cucurbita moschata* apresenta folhas lisas, com manchas prateadas e sem pilosidade. Uma característica distintiva é o pedúnculo rígido, com formato angular e achatado na região de inserção com o fruto. Suas sementes, em geral, possuem coloração creme e superfície enrugada (HEIDEN *et al.*, 2007; HORA *et al.*, 2018). Já a espécie *Cucurbita maxima* é caracterizada por caules longos, macios e de formato arredondado. Suas folhas são grandes, inteiras, com lóbulos arredondados, isentas de pelos e sem manchas prateadas. Um aspecto marcante dessa espécie é o pedúnculo arredondado, que se alarga após a floração e tende a se romper (HORA *et al.*, 2018).

Espécies cultivadas de cucurbitáceas são muito similares em sua morfologia e no desenvolvimento. Porém, altamente variáveis em características de frutos os que possuem as mais diversas utilidades. Os frutos são consumidos imaturos ou maduros, cozidos, em

conserva, cristalizados, ou crus, em saladas ou sobremesas. Além disso, os frutos possuem diversos benefícios nutricionais (CHANG *et al.*, 2014).

A família Cucurbitaceae destaca-se pelo seu expressivo potencial econômico, uma vez que diversos de seus representantes são amplamente cultivados, tendo frutos e sementes utilizados como fonte de alimento ou com finalidade medicinal. Além do uso alimentar, as cucurbitáceas também são exploradas para outros fins, como ornamentação, fabricação de utensílios e aplicações na medicina tradicional (JUDD *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2010).

A caracterização desses genótipos permite conhecer a diversidade fenotípica e genética do germoplasma direcionando a utilização em programas de melhoramento genético, bem como a seleção de genótipos para o desenvolvimento de cultivares mais produtivas, e de melhor qualidade (BORGES *et al.*, 2019).



**Figura 1.** Figura representando a diversidade encontrada na família das cucurbitáceas. Fonte: Vanessa Reyes, 2019.

## **2.2 Nematóide de galhas (*Meloidogyne javanica*)**

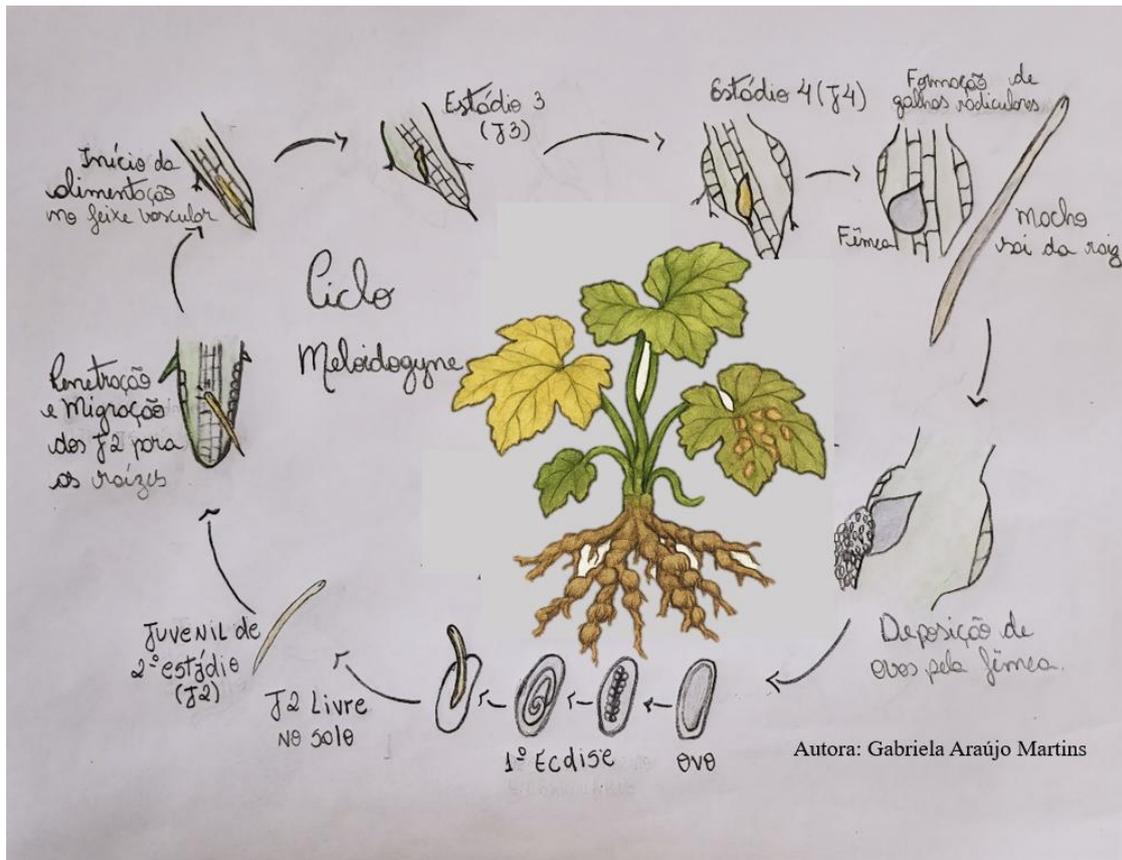
Os nematoides são animais mais numerosos do planeta, pertencem ao filo Nematoda, apresenta-se o corpo cilíndricos de formato filiforme, sua coloração é quase transparente e possui locomoção serpentiforme. Possuem hábito aquáticos, porém, podem ser encontrados em diversos ambientes naturais úmidos. Os nematoides podem ser classificados de acordo com seus hábitos alimentares, sendo divididos em três grupos: vida livre, parasitas de animais e parasitas de plantas, ou fitonematoides, como são denominados (FERRAZ e BROWN, 2016).

Os nematoides de galhas, pertencentes ao gênero *Meloidogyne*, são considerados os mais economicamente relevantes em escala global (RUSINQUE *et al.*, 2023). No Brasil, esse grupo foi descrito pela primeira vez em 1887 por Emílio Goeldi, em plantas de cafeeiro no Rio de Janeiro (MOURA, 1997; RAPP, 1997). Esses nematoides são classificados como parasitas obrigatórios de raízes e caules subterrâneos, destacando-se pela elevada capacidade de adaptação a diferentes tipos de solo e condições climáticas. Em regiões de clima quente e solo úmido, permanecem ativos ao longo de todo o ano. No entanto, em locais com temperaturas mais baixas, seu ciclo de vida torna-se mais lento (MOURA, 1997; RAPP, 1997; PINHEIRO *et al.*, 2020).

Os nematoides de galhas assumem grande importância econômica por causar danos expressivos na maioria das hortaliças cultivadas, incluindo as cucurbitáceas como o melão, melancia, abóboras e morangas. As espécies do gênero *Meloidogyne* de maior importância em hortaliças são *M. incognita* e *M. javanica* (PINHEIRO, 2017). A espécie *M. javanica* é muito disseminada e polífaga, com centenas de plantas hospedeiras conhecidas (RUSINQUE *et al.*, 2023). Assim, praticamente qualquer cultura que anteceda abóbora, abobrinha, berinjela, melão, pepino, pimenta, pimentão e tomate pode aumentar a população desses nematoides no solo. Além disso, temperaturas médias de 28°C, solos mais arenosos e ausência de rotação de cultura, favorecem o ataque dos nematoides desse gênero (CHARCHAR; ARAGÃO, 2005).

O ciclo de vida de *M. javanica* é iniciado quando a fêmea realiza a deposição de seus ovos, envoltos por uma matriz gelatinosa, que possui a função de protegê-los (Figura 2). A fase de desenvolvimento embrionário é denominada de primeiro estágio juvenil (J1). Posteriormente, este, sofre uma ecdise no interior do ovo, ocasionada por uma pressão do estilete e por ação de enzimas produzidas nas glândulas esofagianas, dando origem ao juvenil de 2º estágio (J2) (COLLETT *et al.*, 2023).

As plantas hospedeiras liberam exsudatos pelas raízes atraindo os J2, que locomove no solo até encontrar seu hospedeiro, após esse encontro, o J2 penetra a raiz e move-se entre as células, em direção ao córtex. A infecção ocorre quando o fitonematoide punciona seu estilete na parede celular da planta liberando secreções das glândulas esofagianas e expandindo as células do cilindro vascular. Isto aumenta as taxas de divisão celular, promovendo o aumento das células, pela hiperplasia e hipertrofia. Essas células, são responsáveis por nutrir os J3, J4 até chegar na vida adulta que é a fêmea e iniciar o ciclo novamente (COLLETT *et al.*, 2023).



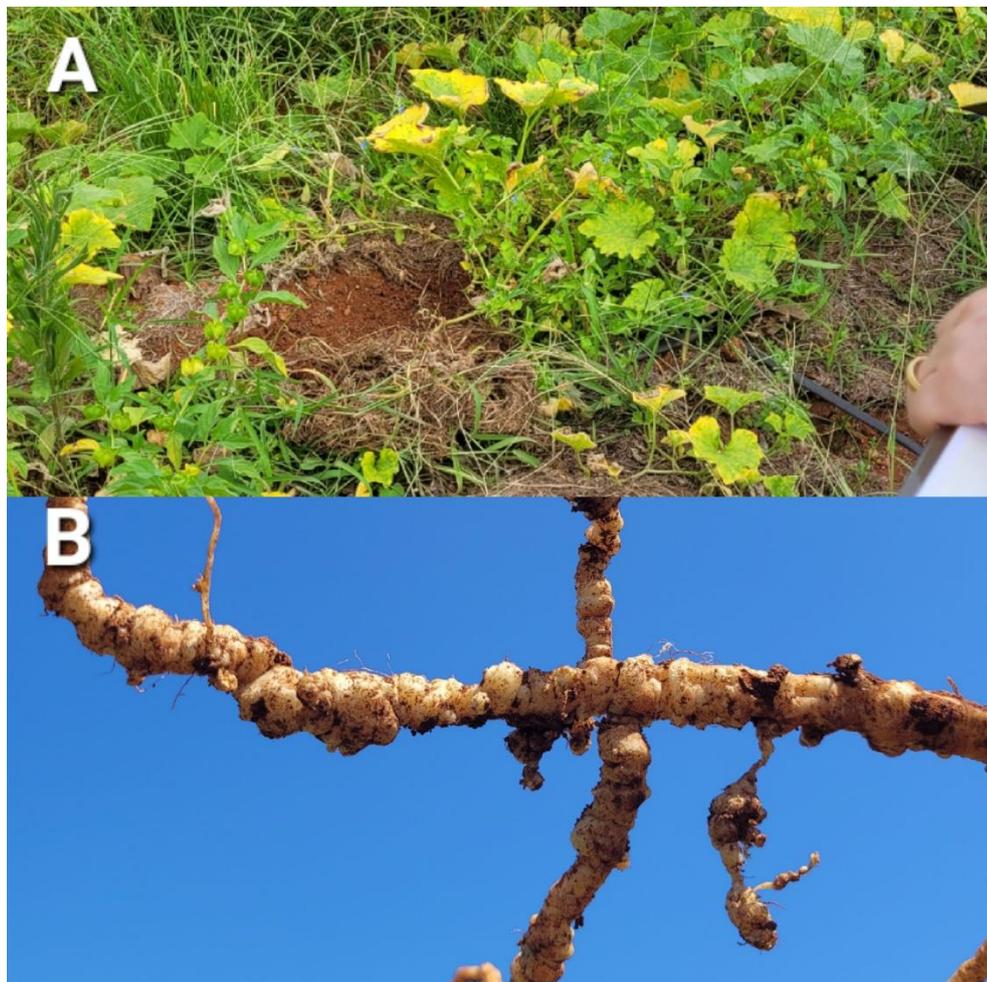
**Figura 2.** Esquema ilustrativo do ciclo de vida de *Meloidogyne javanica* em cucurbitáceas. Elaborado por Gabriela Araújo Martins, 2025.

### 2.3. *Meloidogyne javanica* em cucurbitáceas

Abóboras, abobrinhas e morangas são hortaliças cultivadas em todo o Brasil, com destaque nos estados de Minas Gerais, Bahia e São Paulo. As cucurbitáceas são consideradas hospedeiras favoráveis, principalmente dos nematoides causadores de galhas, sendo as espécies *M. incognita* e *M. javanica* as mais danosas a essa cultura (NOLING, 2019). Os sintomas decorrentes da infecção de *Meloidogyne* são caracterizados pela formação de galhas bem desenvolvidas. Ocorre a má formação das plantas e o amarelecimento das folhas, que pode ser notada, em campo, no aparecimento de áreas com reboleiras, como consequência do parasitismo desses organismos (COLLETT *et al.*, 2023; OLIVEIRA, 2018). Na figura 3 destaca-se os sintomas da infecção de nematoide de galhas em cucurbitáceas (Martins, 2025)

Em cucurbitáceas, na parte aérea das plantas infectadas por nematoides de galhas, normalmente exibem clorose, redução no tamanho e na quantidade de folhas (Figura 3), murcha excessiva durante as horas mais quentes do dia, e em casos severos níveis de infecção, ocorre seca das plantas com posterior morte, além de baixa qualidade dos frutos

e redução da produtividade (NOLING, 2019). Em abóboras, geralmente as galhas apresentam os tecidos amolecidos, o que difere de outras hortaliças em que os tecidos das galhas são mais firmes. Após a penetração e o desenvolvimento do nematoide no interior das raízes, pode-se observar também extensas áreas necróticas no sistema radicular (PINHEIRO, 2017).



**Figura 3.** Sintomas de *Meloidogyne* spp. em abóbora. A. amarelecimento foliar. B. galhas nas raízes. Crédito da imagem: Martins, G. A, 2025.

Além dos dados do ataque direto, vale salientar que os nematoides danificam as raízes, favorecendo a penetração de fungos e de bactérias que contribuem para o desenvolvimento de complexos de doenças. Ademais, os danos podem ser potencializados devido à presença de outros patógenos na área de cultivo (OLIVEIRA, 2018).

Os sintomas nas plantas e as quedas de produtividade das plantas estão geralmente ligados aos níveis de infestação de nematoides no solo antes do plantio, além de outros

estresses que a planta enfrenta durante o ciclo da cultura. Quanto maior a infestação, maiores também são os danos e as perdas produtivas. Portanto, em baixas populações, a produtividade se mantém próxima do ideal. Porém, à medida que a população aumenta, os danos intensificam-se e a produtividade cai (NOLING, 2019).

#### **2.4. Manejo de *Meloidogyne javanica* com controle genético**

A importância dos nematoides para as hortaliças é de abrangência mundial, principalmente em regiões tropicais, em que determinadas situações é praticamente impossível o cultivo em áreas com a presença destes microrganismos. Quando as hortaliças são cultivadas na mesma área, sem a devida adoção de medidas de controle, muitas vezes não desenvolvem ao intenso ataque da maioria das espécies de nematoides, especialmente o nematoide de galhas, o que resulta em perdas da ordem de 15%, mas que podem chegar a 100% (PINHEIRO, 2017).

No Brasil é importante lembrar que os problemas causados por nematoides em hortaliças são intensificados pela existência de grande número de áreas de cultivos, o que intensificam o movimento de pessoas, máquinas e animais, fatores que favorecem a disseminação dos nematoides, bem como pela falta de cultivares de hortaliças resistentes. Entre os principais fatores responsáveis pela importância dos nematoides em hortaliças, destaca-se o grande número de espécies de hortaliças cultivadas que são hospedeiras do nematoides de galhas (PINHEIRO, 2017).

O controle de *Meloidogyne* spp. em áreas de cultivo de cucurbitáceas representa um dos maiores desafios fitossanitários enfrentados pelos produtores, devido à ampla distribuição desses fitonematoides no território nacional e a alta capacidade adaptativa. Esses patógenos são extremamente polífagos, com ampla gama de plantas hospedeiras, principalmente hortaliças, o que dificulta a erradicação e favorece a permanência no solo por vários ciclos de cultivo (MIARANDA-BARRIOS, 2020).

Para reduzir os danos causados por esses nematoides, o manejo integrado tem sido a principal estratégia recomendada. Essa abordagem envolve a combinação de métodos de controle químicos, genéticos, biológicos e culturais, que atuam de forma complementar na redução da densidade populacional do patógeno a níveis abaixo do limiar de dano econômico. A integração dessas táticas permite não apenas maior eficácia no controle, mas também contribui para a sustentabilidade da produção agrícola, promovendo a conservação da microbiota do solo e reduzindo os riscos ambientais (GRECO *et al.*, 2020).

Historicamente, os nematicidas sintéticos foram amplamente utilizados no controle de fitonematoides. No entanto, o uso contínuo desses produtos gerou preocupações pela elevada toxicidade, os impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente. Diante desse cenário, estratégias alternativas têm ganhado destaque, especialmente o uso de cultivares e porta-enxertos com resistência genética aos nematoides (LI *et al.*, 2023).

A resistência genética representa uma ferramenta de manejo altamente eficaz e de baixo impacto ambiental. O cultivo de variedades resistentes contribui significativamente para a diminuição da população de *Meloidogyne* spp. no solo, reduzindo a severidade dos danos causados às plantas e a dependência de defensivos químicos. Além disso, essa abordagem favorece a estabilidade da produção em áreas com histórico de alta infestação, sendo uma alternativa viável e sustentável para o controle desses fitopatógenos em cucurbitáceas (SOUZA; GUTERRES, 2024).

As culturas de cucurbitáceas são hospedeiras do gênero *Meloidogyne*, porém apresentam variações quanto à adequação do hospedeiro. Logo, observa-se grande diversidade nos valores de fator de reprodução (FR) entre essas culturas, o que pode ser aproveitado no manejo dos nematoides. Hospedeiros com menor FR tendem a reduzir a população final dos nematoides (AYDINLI, KURTAR E MENNAN, 2019). Um exemplo, são as cultivares como melancia e abobrinha apresentam FR mais baixos em comparação a melão, pepino e cabaça. Além disso, foi observada ampla variação no FR entre 15 cultivares de pepino infectadas por *M. incognita*, embora nenhuma tenha se mostrado imune ou altamente resistente, o pepino 'Long Green' foi identificado como resistente (FR < 1) e quatro cultivares apresentaram resistência moderada (FR entre 1 e 2), enquanto as demais demonstraram diferentes graus (LÓPEZ-GÓMEZ; VERDEJO-LUCAS, 2014).

Considerando a relevância econômica das cucurbitáceas para o Brasil e os desafios impostos pelos nematoides de galhas, torna-se fundamental a realização de estudos que avaliem o comportamento de materiais e genótipos frente a esses patógenos. Tais pesquisas contribuem significativamente para o manejo de nematoides em cucurbitáceas. A partir dos resultados obtidos, será possível identificar materiais promissores para o cultivo em áreas infestadas por fitonematoides.

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 Objetivo geral

Realizar o estudo da reação de diferentes genótipos de cucurbitáceas a *Meloidogyne javanica* em condições de casa de vegetação.

### 2.3.2 Objetivos específicos

Analisar o efeito da inoculação de *M. javanica* nas variáveis vegetativas de genótipos de cucurbitáceas;

Verificar a respostas da reprodução de *M. javanica* nos genótipos de cucurbitáceas;

Identificar e selecionar genótipos com resistência a *M. javanica*, dentre genótipos experimentais e comerciais da família das cucurbitáceas.

Gerar informações aos produtores sobre a reação dos genótipos de cucurbitáceas cultivados na região frente a *M. javanica*

## 2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARIZ, A. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de acessos de jerimum de leite (*Cucurbita moschata*) pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido**. (Dissertação de mestrado, 134 p.). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró. 2011.

AMARO, G. B.; HANASHIRO, M. M.; PINHEIRO, J. B.; MADEIRA, N. R.; FAUSTINO, R.M. E. B. Recomendações técnicas para o cultivo de abóboras e morangas. Brasília: **Embrapa**, 2021. ISSN 1415-3033 (CIRCULAR TÉCNICA, 175).

AMIN, A.W., El"Wanis, A.M.A., and Rahman, A.T.G., 2012. Evaluation of some cucurbitaceous rootstocks. 1"For resistance/ susceptibility to root knot nematode and fusarium wilt under screen house conditions. **Egyptian Journal of Agricultural**, 90: 1561"1577.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 181: 1–20, 2016.

Banco de Dados Estatístico Corporativo da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAOSTAT). Novos Balanços Alimentares. Disponível online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS> (acessado em 13 de maio de 2019).

BARBIERI, R. L. A diversidade de abóboras no Brasil e sua relação histórica com a cultura. Alimentação e cultura. **Slow Food**, 2012.

BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S. GOTO, R., comps. **Hortaliças-fruto** [online], p. 71-111, 2018.

CARVALHO, P. H. de. **Controle biológico e alternativo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em tomateiro**. Brasília, 2006. 82 f. Dissertação de Mestrado em Fitopatologia. Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Brasília.

CHANG, C.I. HSU, C.M. LI, T.S. HUANG, S.D. LIN, C.C.; YEN, C.H. Constituents of the stem of *Cucurbita moschata* exhibit antidiabetic activities through multiple mechanisms. **Journal of Functional Foods**,10: 260-273, 2014.

COLLETT, R., RASHIDIFARD, M., MARAIS, M., DANEEL, M., & FOURIE, H. Insights sobre o desenvolvimento do ciclo de vida de *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita* e *M. javanica* em tomate, soja e milho. **European Journal of Plant Pathology**, 1-10, 2023.

DINIZ, G. M. M. et al. Reação de genótipos de melão a *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 46: 111-115, 2016.

FARAHAT, A.A., Al Sayed, A.A., and Diab, S.F. Screening of some vegetable crop varieties and hybrids for resistance to root knot and reniform nematodes. **Egyptian Journal of Agricultural**, 11: 159-177, 2012.

FERNANDES, R. H. et al. *Pochonia chlamydosporia* e *Bacillus subtilis* no controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em mudas de tomateiro. **Bioscience Journal**, 30, 1: 194-200, 2014.

FERREIRA, M.A.J.F. Abóboras e Morangas: das Américas para o mundo. In: BARBIERI, R.L., Stumpf, E.R.T. (Ed.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1: 59-88, 2008.

FREITAS, L.G.; NEVES, W.S.; OLIVEIRA, R.D.L. **Métodos em Nematologia Vegetal**. In: ALFENAS, A.C. & MAFIA, R. G. Viçosa: UFV, 1: 382, 2016.

GRECO, N. et al. Sustainability of European vegetable and strawberry production in relation to fumigation practices in the EU. In:**IX International Symposium on Soil and Substrate Disinfestation**, 1270: 203-210, 2020.

HEIDEN G; BARBIERI RL; NEITZKE RS. Chaves para a identificação das espécies de abóbora (*Cucurbita*, Cucurbitaceae) cultivadas no Brasil. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 1: 31, 2007.

HORA, R.C.; CAMARGO, J.; BUZANINI, A.C. Cucurbitáceas e outras. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. **Hortaliças fruto**, 71-111, 2018,

JABBAR, A. et al. *In vitro* and field evaluation of nematicidal potential of synthetic chemicals against root knot nematode *Meloidogyne graminicola* in rice. **Journal Agricol Biology**. 22: 381-387, 2019.

HORA, R.C., CAMARGO, J. and BUZANINI, A.C. Cucurbitáceas e outras. In:

BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. **Hortalças-fruto** [online], 71-111, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores e dados estatísticos*. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/abobora-moranga-jerimum/br> . Acesso em: 13 maio 2025.

NESOM, G. L. **Cucurbitaceae**. Flora of North America Association, 6, 2020.

NOLING, J. W. Nematode Management in Cucurbits (*Cucumber*, Melons, Squash). **Agricultural and Horticultural Enterprises**, University of Flórida, 1, 2019.

PINHEIRO JB; AMARO GB. Ocorrência e controle de nematoides nas principais espécies cultivadas de cucurbitáceas. **Embrapa Hortalças**. Circular técnica, 7, 2010.

PINHEIRO, JB; RODRIGUES, CS; PEREIRA, RB; AMARO, GB; OLIVEIRA, VR; CARVALHO, ADF. Reação de cucurbitáceas a *Meloidogyne incognita* raça 1. **In: Anais do 7º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**, 1: 952-955, 2013.

PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B.; CARVALHO, A. D. F.; RODRIGUES, C. S. Manejo de nematoides na cultura do quiabeiro Brasília: **Embrapa**, 7, 2013.

LIMA, L. F. P. **Estudos taxonômicos e morfológicos em Cucurbitaceae brasileiras**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

LÓPEZ-GÓMEZ, M.; VERDEJO-LUCAS, S. Penetração e reprodução de nematoides das galhas em espécies de cucurbitáceas. **European Journal of Plant Pathology**, 138, 1: 863-871, 2014.

MIRANDA-BARRIOS, E. et al. Identificación de especies del género *Meloidogyne* en cucurbitáceas: Distribución y ocurrencia en Arequipa, Perú. **Scientia Agropecuaria**, 11, 2: 195-202, 2020.

SOUZA, G. R. de; GUTERRES, C. W. Manejo integrado de doenças da melancia. **Boletim Agrônômico**, 2, 4: 4-14, 2024.

PINHEIRO, J. B. **Nematoides em hortaliças**. Brasília: Embrapa, 194, 2017.

PINHEIRO, J. B.; PEREIRA R. B. **Nematoides**. 2012. In: CLEMENTE, F. M. V.; BOITEUX L. S. Produção de Tomate para Processamento Industrial. Brasília: Embrapa Hortalças, 243-262, 2012.

RUSINQUE, L., CAMACHO, M., SERRA, C., NÓBREGA, F., & INÁCIO, M. Avaliação de nematoides das galhas: identificação de espécies, distribuição e novos registros de hospedeiros em Portugal. **Frontiers in Plant Science**, 14, 2023.

SILVA, G. S. Métodos alternativos de controle de fitonematoides. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, 9, 1-72, 2011.

THIES, JUDY A et al. "Resistance to Southern Root-knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) in Wild Watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*). **Journal of Nematology**, 48, 1: 14-9, 2016.

VERDEJO-LUCAS, S.; TALAVERA, M. Nematoides das galhas em abobrinha (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo*): Patogenicidade e manejo. **Crop Protection**, 126: 104943, 2019.

### 3 CAPÍTULO I

#### **Genótipos de cucurbitáceas com resistência a *Meloidogyne javanica***

(Normas de acordo com a Revista Brazilian Journal of Biology)

**RESUMO** – Os nematoides de galhas, com destaque para *Meloidogyne javanica*, representam um desafio significativo para o cultivo de cucurbitáceas no Brasil, resultando em perdas expressivas. O uso de genótipos resistentes apresenta-se como uma alternativa promissora para o manejo desses fitopatógenos. Assim, objetivou-se investigar a reação de diferentes genótipos da família Cucurbitaceae à *M. javanica*. Foram avaliados 7 genótipos de abóbora, moranga e cabotiá disponibilizados pelo banco de germoplasma, do Instituto Federal Goiano - Campus Iporá. As sementes foram inicialmente semeadas em bandejas contendo substrato agrícola comercial e, após atingirem o estágio de 3 a 4 folhas definitivas, as mudas foram transplantadas para vasos de 1,0 L preenchidos com uma mistura esterilizada de solo e areia (2:1, v/v). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no delineamento inteiramente ao acaso, com sete tratamentos e seis repetições. Cada planta recebeu a inoculação de 5.000 ovos de *M. javanica* com o auxílio de pipetas automáticas. Aos 60 dias após a inoculação, foram avaliadas variáveis: matéria fresca das raízes (MFRA) e da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), número de galhas (NG), número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR). Com base nos resultados obtidos, o Híbrido de Abóbora ‘HA 03 do IF Goiano’ destacou-se pelo melhor desempenho em MFR. Enquanto o Híbrido de Abóbora ‘HA 02 do IF Goiano’ apresentou os maiores valores para MFPA e MSPA, evidenciando seu potencial para desenvolvimento vegetativo. O Híbrido de Cabotiá (*Cucurbita moschata* x *Cucurbita*

*máxima* HC 01 IF Goiano) foi o único genótipo classificado como resistente a *M. javanica*, com o menor NO (2493,83) e FR (0,49). Enquanto os moderadamente resistentes foram T1 (cv. Coroa), T2 (cv. Goianinha) e T3 (HA 02 do IF Goiano). Concluiu-se que o híbrido ‘HC 01 IF Goiano’ foi o mais eficaz na redução de *M. javanica*, destacando-se como o único resistente.

**Palavras-chave:** Controle genético, abóboras, nematoide de galhas, manejo de fitonematoides.

**ABSTRACT** - Root-knot nematodes, especially *Meloidogyne javanica*, represent a significant challenge for cucurbit cultivation in Brazil, resulting in considerable losses. The use of resistant genotypes is a promising alternative for the management of these phytopathogens. This study aimed to investigate the reaction of different genotypes from the Cucurbitaceae family to infestation by *M. javanica*. Seven genotypes of pumpkin, squash, and *cabotiá* were evaluated, provided by the germplasm bank of the Federal Institute of Goiás – Iporá Campus. The seeds were initially sown in trays containing commercial agricultural substrate and, after reaching the stage of 3 to 4 true leaves, the seedlings were transplanted into 1.0 L pots filled with a sterilized mixture of soil and sand (2:1, v/v). The experiment was carried out in a greenhouse, in a completely randomized design, with seven treatments and six replications. Each plant received an inoculation of 5,000 *M. javanica* eggs using automatic pipettes. Sixty days after inoculation, the following variables were evaluated: fresh root mass (FRM) and shoot fresh mass (SFM), shoot dry mass (SDM), gall index (GI), number of eggs (NE), and reproduction factor (RF). Based on the results obtained, the pumpkin hybrid ‘HA 03 from IF Goiano’ stood out for its best performance in FRM. The pumpkin hybrid ‘HA 02 from IF Goiano’ showed the highest values for SFM and SDM, highlighting its potential for vegetative development. The *cabotiá* hybrid (*Cucurbita moschata* × *Cucurbita maxima* HC 01 IF Goiano) was the only genotype classified as resistant to *M. javanica*, with the lowest NE (2,493.83) and RF (0.49). Therefore, it is concluded that the hybrid ‘HC 01 IF Goiano’ was the most effective in reducing *M. javanica*, standing out as the only resistant genotype.

**Keywords:** Genetic control, Root-knot nematode, management of phytoparasitic nematodes.

## INTRODUÇÃO

As cucurbitáceas representam uma importante família de plantas cultivadas globalmente, abrangendo espécies como melancia (*Citrullus lanatus* L.), melão (*Cucumis melo* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) e abóbora (*Cucurbita* spp.) (MARTÍNEZ, VALENZUELA, JAMILINA, 2021). Estas hortaliças desempenham um papel essencial na produção agrícola, amplamente consumidos tanto *in natura* quanto processados. No entanto, a produtividade dessas culturas pode ser severamente comprometida por fatores bióticos, entre os quais os fitonematoides do gênero *Meloidogyne* destacam-se (ZARY *et al.*, 2020).

Os nematoides do gênero *Meloidogyne*, popularmente conhecidos como nematoides de galhas, estão entre os patógenos de maior alcance às culturas agrícolas no Brasil, com destaque para a família Cucurbitaceae. Este gênero é amplamente difundido e caracterizado pela alta capacidade reprodutiva e adaptabilidade às condições edafoclimáticas brasileiras, o que agrava os problemas em áreas contaminadas e resulta em reduções significativas na produtividade agrícola (CASTRO, LIMA E CARNEIRO, 2003).

Dentre as espécies de *Meloidogyne*, *M. javanica* é uma das mais agressivas e de ampla distribuição, causando danos significativos às raízes das plantas hospedeiras. Sua capacidade de induzir a formação de galhas radiculares compromete a absorção de água e nutrientes, resultando em redução do crescimento, queda na produtividade e, em casos severos, morte da planta (GUIMARÃES *et al.*, 2021). As perdas provocadas por esse nematoide em cucurbitáceas podem ser significativas, chegando a 88% no pepino, 53% na abobrinha e 35% na melancia, e destaca a importância de adotar um manejo eficiente para prevenir prejuízos econômicos (VERDEJO-LUCAS; TALAVERA, 2019).

Em estudo conduzido na região sul de Goiás, foi constatada a presença de *Meloidogyne incognita* em duas amostras coletadas de plantas de pepino. Entre as quatro amostras provenientes de plantas de abóbora, três apresentaram *M. incognita* e uma foi identificada apenas como *Meloidogyne* spp. Na cultura do chuchu, uma cucurbitácea perene, ambas as amostras analisadas apresentaram a presença de *M. incognita* e *Meloidogyne* spp., evidenciando que as cucurbitáceas da região também são suscetíveis à infestação por nematoides formadores de galhas (OLIVEIRA, 2016).

Para controlar os nematoides em cucurbitáceas, faz-se necessário usar diferentes estratégias de manejo, como o químico, genético, biológico e cultural. Quando essas

práticas são combinadas, os resultados tendem a ser melhores, ajudando a reduzir a quantidade de nematoides no solo e evitando que eles causem prejuízos na lavoura. Além disso, essa união de métodos ajuda a manter o solo saudável e reduz os impactos no meio ambiente. O controle químico, embora eficaz, apresenta desafios ambientais e econômicos, tornando a busca por alternativas sustentáveis uma prioridade para o manejo integrado dessa praga (PINHEIRO, 2017).

A resistência genética surge como uma estratégia promissora para minimizar os danos causados por *M. javanica*, reduzindo a dependência de nematicidas e contribuindo para a sustentabilidade da produção agrícola. A identificação e avaliação de genótipos de cucurbitáceas resistentes são fundamentais para o desenvolvimento de cultivares com maior tolerância ao parasitismo (VERDEJO-LUCAS; TALAVERA, 2019).

Nesse contexto, torna-se necessário a realização de estudos para avaliar e selecionar genótipos mais tolerantes ou resistentes a *M. javanica*. A seleção de materiais genéticos resistentes é um passo essencial para garantir maior sustentabilidade e competitividade da agricultura brasileira. Visando contribuir para essa lacuna de conhecimento, este trabalho foi desenvolvido utilizando materiais genéticos do banco de germoplasma de cucurbitáceas do Instituto Federal Goiano – Iporá. Assim, objetivou-se avaliar a resistência de diferentes genótipos de cucurbitáceas à infecção por *M. javanica*, fornecendo subsídios para programas de melhoramento genético e estratégias de manejo sustentável.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na casa de vegetação com temperatura controlada de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e irrigação automatizada para umidade de 60 a 80% da capacidade de campo.

### **Identificação da espécie de *Meloidogyne***

A espécie da população de nematoide utilizada neste experimento foi coletada em plantas de jiloeiro infectadas. Ela foi identificada por meio da análise da região perineal das fêmeas de *Meloidogyne* spp. pela comparação das estrias encontradas na região genital (Taylor & Netscher, 1974) e confirmada pela eletroforese de isoenzimas (ITO, 2019; ORNSTEIN, 1964; DAVIS, 1964).

### **Obtenção das mudas**

Em parceria com o pesquisador Estenio Moreira foram selecionados genótipos de espécies de abóbora, moranga e cabotiá do banco de germoplasma do Instituto Federal Goiano – Campus Iporá. As sementes das cultivares de cucurbitáceas foram semeadas em bandejas de produção de mudas com substrato agrícola comercial Plantmax® (Tabela 1). Quando havia entre 3 ou 4 folhas definitivas (SILVA; GIORDANO, 2000) foram transplantadas para vasos de 1 L com uma mistura de solo e areia na proporção de 2:1 (v/v), previamente autoclavados (120° C por 30 minutos).

**Tabela 1.** Composição química do substrato agrícola para produção de mudas Plantmax®.

Substrato	w (%)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	dag kg <sup>-1</sup>								mg kg <sup>-1</sup>			
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	Fe	C	Cu	Zn	Mn	b
Plantmax	49,8	5,6	0,49	0,41	0,38	0,90	1,78	0,27	2,00	10,7	36,5	45	215	13,8

Fonte: EMBRAPA, 2012.



**Figura 1.** Realização da semeadura das sementes dos genótipos de cucurbitáceas selecionados.



**Figura 2.** Ensaio em diferentes períodos: A. Mudas transplantadas. B. Plantas com 30 dias. C Plantas com 60 dias.

### **Obtenção do inóculo de *Meloidogyne javanica***

A extração dos ovos de *M. javanica* foi realizada utilizando o método de Bonetti & Ferraz (1981), que consiste em cortar as raízes em pedaços de aproximadamente um centímetro e depois triturar no liquidificador na menor rotação com 200 mL de solução de NaOCl a 0,5% durante 20 segundos, e depois passar pelas peneiras de 200 e 500 mesh. A suspensão coletada da última peneira foi levada ao microscópio fotônico no aumento de 100 X na lâmina de Peters para calibrar a população inicial desejada, neste caso 1.000 ovos por mL de suspensão.



**Figura 3.** Etapas do processo de extração de ovos de *Meloidogyne javanica* pelo método de Boneti e Ferraz (1981).

### **Inoculação de *Meloidogyne javanica***

Aos 10 dias após o transplante das mudas de cucurbitáceas foi realizada a inoculação de 5.000 ovos de *M. javanica*, que foram aplicados diretamente no solo de cada vaso com auxílio de uma pipeta graduada. O inóculo foi adicionado em quatro orifícios de 2 cm de diâmetro de distância de cada furo e dois centímetros de profundidade no substrato a dois centímetros de distância do colo da planta. Após a inoculação plantas, os vasos foram colocados no Laboratório de Nematologia Agrícola a temperatura 25°C por cinco dias. A irrigação foi realizada no começo da manhã e no fim da tarde com 50 ml de água por cada vaso, evitando a possível lixiviação dos ovos de *M. javanica*.

### **Delineamento experimental**

Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, composto por sete tratamentos e seis repetições, totalizando 42 unidades experimentais. Foram avaliados sete genótipos

de cucurbitáceas em diferentes fases de desenvolvimento no programa de melhoramento, bem como, genótipos comerciais, conforme observado na tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos genótipos de cucurbitáceas utilizadas no ensaio selecionados de espécies de abóbora, moranga e cabotiá do banco de germoplasma do Instituto Federal Goiano – Campus Iporá.

	<b>Grupo</b>	<b>Espécie</b>	<b>Tratamentos</b>
T1	Variedade	<i>Cucurbita máxima</i>	Moranga Comercial cv. ‘Coroa’
T2	Variedade	<i>Cucurbita moschata</i>	Abóbora Comercial cv. ‘Goianinha’
T3	Híbrido Intraespecífico	<i>Cucurbita moschata</i>	Abóbora Experimental ‘HA 02 IFGoiano’
T4	Híbrido Interespecífico	<i>C. moschata</i> x <i>C. máxima</i>	Cabotiá Experimental ‘HC 01 IFGoiano’
T5	Variedade	<i>Cucurbita máxima</i>	Moranga Comercial cv. ‘Exposição’
T6	Híbrido Intraespecífico	<i>Cucurbita moschata</i>	Abóbora Experimental ‘HA 03 IFGoiano’
T7	Híbrido Interespecífico	<i>C. moschata</i> x <i>C. máxima</i>	Cabotiá Experimental ‘HC 02 IFGoiano’

### **Avaliações e análise estatística**

Aos 60 dias após inoculação de *M. javanica*, foram realizadas as avaliações das seguintes variáveis: massa da matéria fresca de raiz (MFR) e da parte aérea (MFPA), e a massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), número de galhas (NG), número de ovos (NO) e fator de reprodução (FR). As raízes foram lavadas com água corrente para facilitar a visualização das galhas. As raízes foram cortadas da parte aérea e embrulhadas em papel toalha umedecidos em água e colocadas em sacos plásticos em seguida armazenados na geladeira com temperatura constante de 8°C, e permaneceram até a extração dos ovos. Para obter a massa da matéria seca, as folhas e o caule das plantas foram colocados dentro de envelopes de papel cartão e levados à estufa de circulação forçada a 65°C de temperatura por 72 horas.



**Figura 4.** Etapas da avaliação. A. e C. medição da massa de matéria fresca de raiz e parte aérea das plantas. B. Secagem da parte aérea das plantas em estufa de circulação forçada, para aferição da matéria seca de parte aérea.

Para quantificar número de ovos (NO) foi realizada a extração dos ovos de *M. javanica* pelo método de Bonetti & Ferraz (1981) mencionado anteriormente, e o fator de reprodução (FR) do nematoide foi calculado pela razão: População Final (PF)/População inicial (PI) (OOSTENBRINK, 1966), sendo I = Imune (FR = 0); R = Resistente (FR < 1) e S = Suscetível (FR >1). Já o IR índice de redução do FR foi calculado usando a fórmula  $PRO = 100 \cdot (1 - T/C)$ , onde PRO = redução de ovos, T = valores médios de número de ovos do tratamento e C = valor médio de número de ovos do controle (Vizard e Wallace, 1987), utilizando como controle o genótipo mais suscetível e seguindo o critério abaixo proposto por Moura (1997), de acordo com a tabela 3.

**Tabela 3.** Critério de índice de resistência proposto por Moura (1997).

<b>Redução do Fator de Reprodução (%)</b>	<b>Reação (R)</b>	<b>Designação</b>
< 74,9	Suscetível	S
75,0 – 89,9	Moderadamente Resistente	MR
90,0 – 98,9	Resistente	R
99,0 – 100,0	Altamente Resistente	AR

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-knott a 5% pelo programa computacional estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

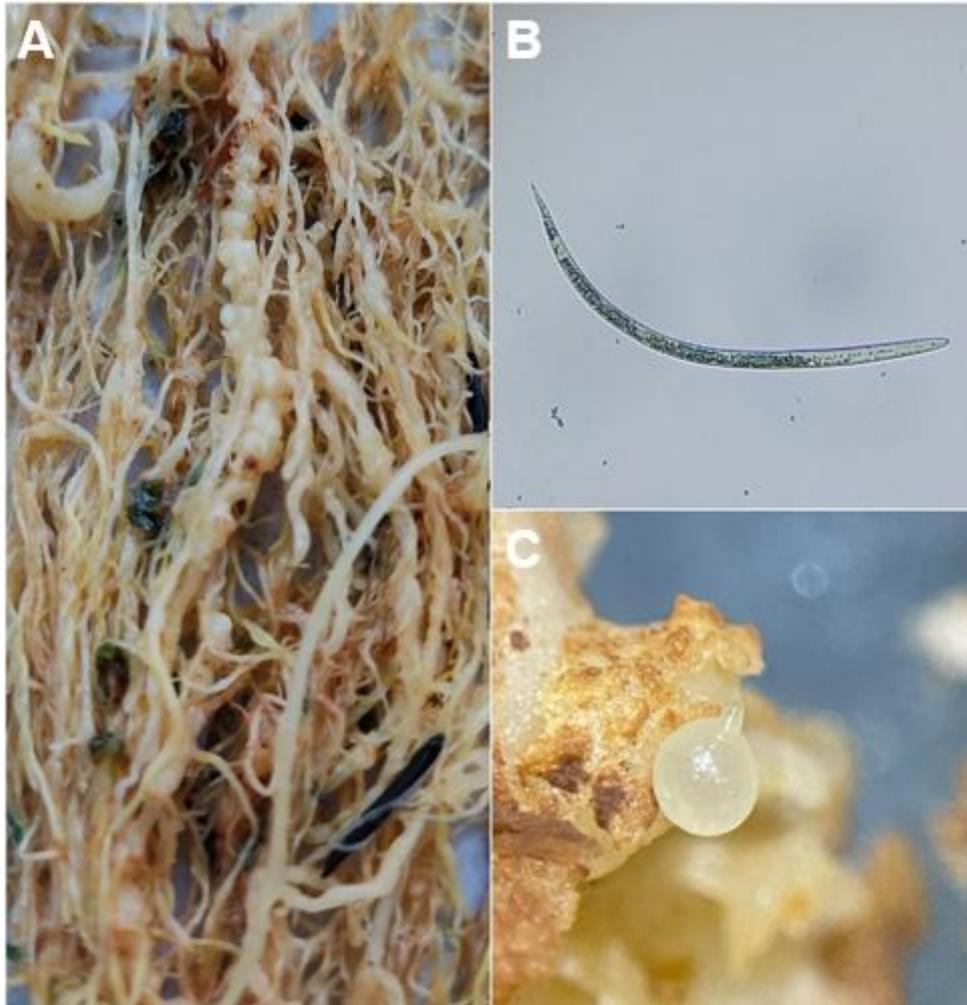
A análise de variância revelou diferenças significativas ( $p \leq 0,01$ ) entre os tratamentos para todas as variáveis avaliadas, variando nos níveis de resistência dos genótipos de cucurbitáceas ao nematoide de galhas, *Meloidogyne javanica*, conforme descrito na tabela 4.

**Tabela 4.** Análise de variância do número de ovos (NO), número de galhas (NG), matéria fresca de raiz (MFR), matéria fresca de parte aérea (MFPA), matéria seca de parte aérea (MSPA), altura de planta (ALTP) em cucurbitáceas inoculadas com *Meloidogyne*

<b>Causas de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>Quadrados Médios</b>				
		<b>MFR</b>	<b>MFPA</b>	<b>MSPA</b>	<b>NO</b>	<b>NG</b>
<b>Tratamentos</b>	6	88,31**	462,51**	13,27**	649469266,99**	9766,15**
<b>Resíduo</b>	35	1,06	5,69	0,22	1560137,81	59,93
<b>Coefficiente de Variação (%)</b>		11,81	11,30	17,17	9,72	9,93

*javanica*, 2024.

GL - Graus de liberdade; <sup>NS</sup> - Não significativo pelo teste de F; \*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F; \* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.



**Figura 5.** A. Sistema radicular de abóbora com galhas. B juvenil de 2º estágio de *Meloidogyne javanica*. C. fêmea no interior da raiz. Fotos: ALEXANDRE, H. S. e MARTINS, G. A. 2024.

Os resultados obtidos para as variáveis de desenvolvimento vegetativo evidenciaram diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre os genótipos de cucurbitáceas avaliados, conforme observado na tabela 5. Para a matéria fresca de raiz (MFR), os valores médios variaram de 3,94 g no ‘HC 01 IF Goiano’ a 15,53 g, registrado para o híbrido de abóbora ‘HA 03 do IFGoiano’. O tratamento ‘HA 03 do IFGoiano’ apresentou o maior valor, estatisticamente superior aos demais genótipos, enquanto no ‘HC 01 IF Goiano’ obteve o menor desempenho, destacando-se pela menor acumulação de biomassa nas raízes.

Para a variável matéria fresca da parte aérea (MFPA), os valores médios oscilaram entre 10,59 g, registrados para a variedade de moranga cv. ‘Coroa’, e 32,23 g, obtidos pelo híbrido de abóbora cv. ‘HA 02 do IF Goiano’. O híbrido de abóbora cv. ‘HA 02 do IF Goiano’ destacou-se, apresentando o maior valor para esta variável e mostrando-se

superior a todos os demais tratamentos, enquanto a variedade de moranga cv. ‘Coroa’ obteve o menor desempenho.

Para a matéria seca da parte aérea (MSPA), os valores médios variaram de 1,15 g a 4,86 g. O híbrido de abóbora cv. ‘HA 02 do IF Goiano’ (*Cucurbita moschata* apresentou o maior valor (4,86g), seguido pelo tratamento T2 (3,97g) cv. Goianinha, que também revelou bons desempenhos. O T4 ‘HC 01 IF Goiano’ apresentou o menor valor (1,15g), sendo estatisticamente inferior aos demais tratamentos.

Esses resultados indicam variações significativas no desempenho vegetativo entre os genótipos avaliados. O híbrido de abóbora (T6) destacou-se por apresentar os maiores valores para as variáveis de matéria fresca, enquanto o híbrido T3 foi superior na matéria fresca e seca da parte aérea. Esses resultados refletem diferenças no potencial de desenvolvimento vegetativo dos genótipos em resposta à inoculação com o nematoide *M. javanica*.

**Tabela 5.** Valores médios das variáveis de desenvolvimento vegetativo: matéria fresca de raiz (MFR), matéria fresca de parte aérea (MFPA), matéria seca de parte aérea (MSPA), altura de planta (ALTP) em cucurbitáceas aos 60 dias após a inoculação com 5.000 ovos de *Meloidogyne javanica*.

Tratamentos	Variáveis analisadas		
	MFR	MFPA	MSPA
T1 Variedade de Moranga ( <i>Cucurbita maxima</i> ) (cv. Coroa)	4,72 d	10,59 d	1,28 d
T2 Variedade de Abóbora ( <i>Cucurbita moschata</i> ) (cv. Goianinha)	10,22 b	28,37 b	3,97 b
T3 Híbrido de Abóbora ( <i>Cucurbita moschata</i> ) (HA 02 do IF Goiano)	8,22 c	32,23 a	4,86 a
T4 Híbrido de Cabotiá ( <i>Cucurbita moschata</i> x <i>Cucurbita maxima</i> ) (HC 01 IF Goiano)	3,94 d	12,88 d	1,15 d
T5 Variedade de Moranga ( <i>Cucurbita maxima</i> ) (cv. Exposição)	8,83 c	12,88 d	1,33 d
T6 Híbrido de Abóbora ( <i>Cucurbita moschata</i> ) (HA 03 do IFGoiano)	15,53 a	26,44 b	3,43 c

T7 Híbrido de Cabotiá ( <i>Cucurbita moschata</i> x <i>Cucurbita maxima</i> ) (HC 02 IF Goiano)	9,54 b	24,51 c	3,12 c
Coefficiente de variação (CV%)	11,81	11,30	17,17

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de significância.

Os resultados obtidos para as variáveis reprodutivas de *M. javanica* demonstraram diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre os genótipos de cucurbitáceas avaliadas. Para o número de galhas (NG), os valores médios variaram de 29 registrados na variedade de moranga (T1), a 150 galhas no híbrido de cabotiá (T7), este último o genótipo foi mais suscetível a formação de galhas pelo nematoide. O tratamento T1 (cv. Coroa) apresentou o menor número de galhas, apresentando maior resistência.

Em relação ao número de ovos (NO), os valores variaram de 2.493 (T4 – HC 01 IF Goiano) a 30.515 (T7), sendo o híbrido T7 novamente o mais suscetível, por apresentar o maior número de ovos. Por outro lado, o híbrido T4 destacou-se por apresentar o menor número de ovos. O fator de reprodução (FR) também variou consideravelmente, com destaque para o híbrido T4, que obteve FR de 0,49 e índice de resistência (IR) de 91,97, considerado resistente a *M. javanica* de acordo com os critérios de Oostenbrink (1966) e Moura (1997). Segundo o método proposto por Moura (1997), os genótipos classificados como moderadamente resistentes (MR) foram: T1 (cv. Coroa) com IR de 80,82; T2 (cv. Goianinha) com IR de 81,31; e T3 (HA 02 do IF Goiano) com IR de 78,68. Os demais genótipos foram considerados suscetíveis: T5 (cv. Exposição) com IR de 41,15; T6 (HA 03 do IF Goiano) com IR de 31,64; e T7 (HC 02 do IF Goiano) com IR de 0.

A avaliação por diferentes critérios de classificação, como os propostos por Moura (1997) e Oostenbrink (1966), é essencial para uma análise mais completa e precisa da resistência ou suscetibilidade das cultivares. Esses resultados são fundamentais para a seleção de genótipos de cucurbitáceas com maior resistência ao nematoide *Meloidogyne javanica*, especialmente no contexto do manejo integrado. Isso porque, ao comparar essas classificações, observa-se que algumas cultivares consideradas suscetíveis pelo critério de Oostenbrink (1966), enquadraram-se como moderadamente resistentes na classificação de Moura (1997), evidenciando variações nos critérios e limiares adotados por cada autor.

**Tabela 6.** Valores médios das variáveis reprodutivas: número de galhas (NG), número de Ovos (NO), fator de reprodução (FR) baseado no critério de Oostenbrink (1966), índice de redução do fator de reprodução (IR) e classificação de resistência (R) pelo critério de Moura (1997), em cucurbitáceas aos 60 dias da inoculação, com 5.000 ovos de *Meloidogyne javanica*.

Tratamentos	Variáveis analisadas				
	NG	NO	FR	IR	R
T1 cv. Coroa	29,16 a	5.882,66 b	1,17S	80,82	MR
T2 cv. Goianinha	40,00 b	5.700,50 b	1,14S	81,31	MR
T3 HA 02 do IFGoiano	80,33 d	6.510,50 b	1,30S	78,68	MR
T4 HC 01 IF Goiano	63,50 c	2.493,83 a	0,49R	91,97	R
T5 cv. Exposição	82,50 d	17.975,16c	3,59S	41,15	S
T6 HA 03 do IFGoiano	99,66 e	20.852,83d	4,17S	31,64	S
T7 HC 02 IF Goiano	150,33 f	30.515,16e	6,10 S	0	S
Coeficiente de variação (CV%)	9,93	9,72	-	-	-

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de significância.

Fator de reprodução (FR) de acordo com Oostenbrink (1966): I = Imune (FR = 0); R = Resistente (FR < 1) e S = Suscetível (FR > 1).

Índice de resistência (IR) e Resistência (R): de acordo com Moura (1997): < 74,9 = Suscetível (S); 75,0 – 89,9 = Moderadamente Resistente (MR); 90,0 – 98,9 = Resistente; 99,0 – 100,0 = Altamente resistente (AR).

O tratamento 6, referente ao híbrido de abóbora (*Cucurbita moschata*) HA 03 do IF Goiano, apresentou o melhor desenvolvimento em relação a matéria fresca de raiz. Todavia, o tratamento 3, correspondente ao híbrido de abóbora (*Cucurbita moschata*) HA 02 do IF Goiano, destacou-se pelo melhor desempenho em matéria fresca e seca da parte aérea, com valores de 32,23 g e 4,86 g, respectivamente. É importante observar que o genótipo da abóbora em ambos os casos pertence à espécie *C. moschata*, diferenciando-se apenas pelos híbridos. Assim, pode-se afirmar que essa espécie possui potencial para desenvolvimento vegetativo, mesmo quando inoculada com *M. javanica*. Em estudo

realizado por Tzean *et al.* (2024), foi evidenciado que *C. moschata*, quando inoculada com *M. incognita*, apresentou alterações negativas nas variáveis de crescimento, como redução na altura e no peso fresco. Esses resultados divergem dos observados no presente estudo, indicando que os efeitos no crescimento vegetativo podem variar de acordo com a espécie de *Meloidogyne* envolvida na infecção.

A análise dos dados de desenvolvimento vegetativo avaliados indica que cucurbitáceas, quando inoculadas com *M. javanica*, podem apresentar redução em seu desenvolvimento, afetando o desenvolvimento vegetativo da planta, observados em relação as variáveis matéria fresca de raiz (MFR), matéria fresca de parte aérea (MFPA) e matéria seca de parte aérea (MSPA). De modo geral, as cucurbitáceas são bastante suscetíveis ao ataque de nematoides do gênero *Meloidogyne*. Na avaliação de seis espécies de cucurbitáceas, abóbora, melão, pepino, melancia, lufa lisa e lufa angular, constatou-se que, entre as espécies de *Meloidogyne* investigadas (*M. enterolobii*, *M. floridensis*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica*), *M. incognita* foi a mais prejudicial ao desenvolvimento dessas culturas (BUI & DESAEGGER, 2022). Esses resultados evidenciam que *M. incognita* é responsável por causar reduções significativas no crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas, reforçando a importância de estudos como o presente, que visam avaliar a suscetibilidade de diferentes cucurbitáceas às diversas espécies de *Meloidogyne*.

No presente estudo, à variedade de moranga (*Cucurbita maxima*, cv. Coroa), apresentou o menor número de galhas (29). Embora esse valor para o número de galhas (NG) tenha sido o menor entre os tratamentos, esse genótipo não foi considerado o mais resistente, devido ao elevado número de ovos (5.882) e ao fator de reprodução (1,17). Esses resultados indicam que não houve uma correspondência clara entre a formação de galhas e a produção de ovos. Em trabalho realizado por Aydınli, Kurtar e Mennan (2019) foi observado nos genótipos 57SI06-IP1 e G14-IP1 de *Cucurbita maxima*, inoculados com *M. javanica*, altos índices de galhas, mas baixa produção de ovos por grama de raiz. Por outro lado, o genótipo 57SI21-IP2 mostrou um comportamento oposto, com poucas galhas, porém com elevada taxa de reprodução do nematoide. Resultados esses que corroboram com os encontrados neste trabalho. Nesse estudo, também não foi observada uma relação direta entre a severidade de número de galhas e a produção de ovos. A avaliação baseada apenas na presença de galhas nas raízes pode levar a interpretações equivocadas, já que a formação dessas estruturas não garante, necessariamente, o sucesso do desenvolvimento e da reprodução dos nematoides (LÓPEZ-GÓMEZ *et al.*, 2015).

Embora as galhas sejam um indicativo de infecção por nematoides do gênero *Meloidogyne*, elas não representam, de forma precisa, o nível de resistência da planta hospedeira quando não há forte correlação com a taxa de reprodução do patógeno (AYDINLI, KURTAR E MENNAN, 2019).

A maioria dos híbridos com exceção ao Cabotiá HC 01 IF Goiano (*Cucurbita moschata* x *Cucurbita maxima*) foram suscetíveis a *M. javanica*. Em trabalho realizado por Verdejo-Lucas e Talavera (2019) verificou-se que nos genótipos de *Cucurbita* avaliados, a espécie de nematoide de galhas *M. javanica* apresentou maior capacidade reprodutiva em comparação a *M. incognita*. Essa maior aptidão foi evidenciada pela forte relação entre o número total de galhas por sistema radicular e a massa de ovos, com valores superiores a 90% observados em cultivares de abobrinha, abóbora de inverno, *Cucurbita moschata* e híbridos de *C. maxima* x *C. moschata*. A correspondência entre a formação de galhas e a produção de massa de ovos nesses genótipos reforça a elevada aptidão parasitária de *M. javanica*, ou seja, a capacidade do organismo de sobreviver e reproduzir com sucesso (HOLLIDAY, 2001).

O híbrido de Cabotiá HC 01 IF Goiano (*Cucurbita moschata* x *Cucurbita maxima*), apresentou o menor número de ovos (2493,83) de *M. javanica* e fator de reprodução de 0,49; indicando que esse genótipo possui resistência significativa ao nematoide. Os resultados obtidos no presente trabalho são consistentes e corroboram com a literatura, que descreve os híbridos de *C. maxima* x *C. moschata* são utilizados como porta-enxertos para diversas culturas de cucurbitáceas, como melancia, melão, pepino e abobrinha. Esses híbridos, quando utilizados como porta-enxertos ajudam a neutralizar danos causados por patógenos devido ao vigor elevado, sistemas radiculares desenvolvidos e tolerância a estresses ambientais (DAVIES *et al.*, 2008; VERDEJO-LUCAS; TALAVERA, 2019). Vale ressaltar que, o porta-enxerto de abóbora (*Cucurbita moschata*) em plantas de pepino, foram resistentes à formação de galha por *M. incognita* (LI *et al.*, 2023).

Embora, o híbrido de Cabotiá HC 01 IF Goiano (*Cucurbita moschata* x *Cucurbita maxima*), tenha apresentado resistência quando inoculado com *M. javanica*, para as variáveis de desenvolvimento vegetativo esse genótipo não apresentou seu potencial. Em pesquisa realizada por López-Gómez *et al.*, (2016), a melancia enxertada com *C. maxima* x *C. moschata* 'Titan', foi tolerante a *M. javanica*, porém quando enxertada em melancia 'RS841' sofreu perda de rendimento, demonstrando que é essencial selecionar a combinação de porta-enxerto levando em consideração o patógeno, sistema e ambiente

de produção, para não obter respostas variadas. Diversos mecanismos participam da resistência das plantas a *Meloidogyne* spp., abrangendo processos que ocorrem antes, durante e após a penetração do nematoide. Essa resistência pode estar associada a barreiras mecânicas, fisiológicas ou químicas, que dificultam o contato direto do nematoide com a planta ou impedem a entrada nos tecidos vegetais (DINIZ *et al.*, 2016).

O genótipo T7 Híbrido de Cabotiá (*Cucurbita moschata* x *Cucurbita maxima*) (HC 02 IF Goiano) mostrou-se susceptível a infecção por *M. javanica*, apresentando 30.515 NO e 6,10 de FR. Pesquisa realizada por Verdejo-Lucas e Talavera (2019) em genótipos de cucurbitáceas, ressalta que *M. incognita* formou mais galhas e produziu menos massa de ovos, enquanto *M. javanica* forma menos galhas e produziu mais massa de ovos. Neste trabalho, os autores ressaltam que *M. incognita* possui maior potencial patogênico sobre *M. javanica* em diversas culturas de cucurbitáceas, como pepino, melão, abóboras e cabaças (VERDEJO-LUCAS; TALAVERA, 2019).

O Híbrido de Cabotiá HC 01 IF Goiano (*Cucurbita moschata* x *Cucurbita maxima*) foi o único genótipo que apresentou fator de reprodução classificado como resistente (FR= 0,49), de acordo com Oostenbrink. A resposta dos genótipos vegetais pode variar consideravelmente de acordo com a espécie de *Meloidogyne* infectante, o que evidencia a especificidade da interação entre planta hospedeira e o nematoide. Dessa forma, a identificação das espécies de *Meloidogyne* torna-se essencial para a escolha adequada da cultura de cucurbitáceas (AYALA-DONAS *et al.*, 2020). Em um estudo envolvendo o melão, oito dos 15 genótipos avaliados foram classificados como resistentes a *Meloidogyne javanica* (FR < 1), mostrando potencial para utilização em programas de melhoramento, porém nenhum apresentou resistência a *M. incognita* (DINIZ *et al.*, 2016).

Os mecanismos de resistência que limitam o parasitismo de *Meloidogyne* spp. em cucurbitáceas envolvem diversas estratégias, como a redução na taxa de invasão radicular, a migração limitada dos juvenis de segundo estágio (J2), redução no desenvolvimento dos nematoides, o aumento na proporção de machos e a diminuição da fecundidade das fêmeas (AYALA-DONAS *et al.*, 2020). Além disso, algumas espécies podem apresentar resposta de hipersensibilidade, caracterizada por morte celular localizada e geralmente associada à presença de genes de resistência dominantes. Também foram observadas alterações bioquímicas precoces nas plantas resistentes, como o aumento significativo da atividade de enzimas de defesa, como peroxidase e fenilalanina amônia-liase, especialmente em *Cucumis metuliferus* (pepino africano), em comparação a cultivares suscetíveis, como pepino e cabaça amarga (YE *et al.*, 2017).

Esses mecanismos foram identificados em diferentes espécies e híbridos de cucurbitáceas, como descrito na Tabela 7. Embora as espécies listadas não sejam as mesmas analisadas neste estudo, pertencem a mesma família botânica, sugerindo a possibilidade de mecanismos de resistência semelhantes.

**Tabela 7.** Estratégias de defesa de espécies de cucurbitáceas contra nematoides formadores de galhas. Fonte: tabela adaptada de AYALA-DONAS *et al.*, 2020.

Híbridos	Nematoide de galhas	Modo de ação
<i>Citruillos lanatus</i> var. <i>lanatus</i>	<i>Meloidogyne javanica</i>	Taxas reduzidas de invasão de raízes Aumento do tempo do ciclo de vida Interrupção do ciclo de vida no estágio J3 Redução da taxa de eclosão de J2 a partir de ovos
<i>Cucumis africanus</i>	<i>M. incógnita</i>	Aumento do tempo do ciclo de vida. Interrupção do ciclo de vida no estágio J2 Aumento na proporção de nematoides machos
<i>Cucumis hystrix</i>	<i>M. incógnita</i>	Raízes laterais aumentadas
<i>Cucumis metuliferus</i>	<i>M. incógnita</i>	Taxas reduzidas de invasão de raízes, Aumento do tempo do ciclo de vida, Emigração J2 da raiz, Redução da taxa reprodutiva, Reação de hipersensibilidade, Peroxidases: Resposta de hipersensibilidade, lignificação, compostos fenólicos e glicoproteínas, suberização e produção de fitoalexina. Aumento da Fenilalanina amônialiase: Biossíntese de compostos fenólicos.
<i>Cucumis myriocarpus</i>	<i>M. incógnita</i>	Falha J2 em estabelecer um local de alimentação; Interrupção do ciclo de vida no estágio J2, Aumento na proporção de nematoides machos.
<i>Cucumis sativus</i>	<i>M. hapla</i> e <i>M. javanica</i>	Galhas vazias Aumento na proporção de nematoides machos; Polifenol oxidase: Oxidação de compostos fenólicos em quinonas.
<i>Curcubita pepo</i> subsp. <i>Pepo</i>	<i>M. incógnita</i>	Mau funcionamento dos locais de alimentação; Interrupção do ciclo de vida no estágio J4 Galhas vazias Redução da fecundidade feminina.

A técnica de enxertia tem se destacado como uma estratégia promissora no manejo de patógenos de solo em cucurbitáceas, com potencial também para o controle de fitonematoides (KEINATH *et al.*, 2019). Além de conferir resistência a doenças os porta-enxertos podem aumentar o vigor das plantas, melhorar o rendimento e fornecer tolerância a estresses abióticos, como salinidade e baixas temperaturas. Seleções desses genótipos para enxertia, podem incorporar genes de resistência específicos ou mecanismos de resistência não hospedeira, os quais podem ser explorados no contexto do manejo de *Meloidogyne*. O desenvolvimento de porta-enxertos com resistência a nematoides pode ser impulsionado por estudos como esse (KEINATH *et al.*, 2019). A tabela 8, a seguir, ressalta o efeito da enxertia de pepino, melão e melancia em porta-enxertos híbridos de abóbora, semelhantes ao utilizado neste trabalho (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*) mostrando o potencial para porta-enxerto.

**Tabela 8.** Efeito da enxertia de pepino, melão e melancia em porta-enxertos híbridos de abóbora (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*) em comparação com plantas não enxertadas na severidade da doença (galhas nas raízes), características de reprodução de nematoides e rendimento da cultura em solos infestados por *Meloidogyne* spp. Fonte (KEINATH *et al.*, 2019).

Porta-enxerto	Descendente	Nematoide das galhas	Reprodução	Galhas na raiz	Colheita
<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i> 'Tosa Forte'	<i>C. sativus</i> 'Adrian'	<i>Meloidogyne</i> sp.	NS	NS	Aumentou
	<i>C. melo</i> 'Athena'	<i>M. incôgnita</i>	Aumentou	NS	Reduzido
	<i>C. lanatus</i> 'Fiesta'	<i>M. incôgnita</i>	Aumentou	Aumentou	Reduzido
	<i>C. lanatus</i> 'TriX313'	<i>M. incôgnita</i>	Aumentou	Aumentou	NS
<i>C. máxima</i> × <i>C. moschata</i> 'RS841'	<i>C. sativus</i> 'Adrian'	<i>Meloidogyne</i> sp.	NS	NS	Aumentou
	<i>C. sativus</i> 'Dasher II'	<i>M. incôgnita</i>	Aumentou	NS	NS
	<i>C. lanatus</i> 'Sugar Baby'	<i>M. javanica</i>	Aumentou	Aumentou	Reduzido
<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i> 'Ercole No.	<i>C. sativus</i> 'Hesham'	<i>M. incôgnita</i>	Reduzido	Reduzido	Aumentou
	<i>C. sativus</i> 'Sinai'	<i>M. incôgnita</i>	Reduzido	Reduzido	Aumentou

A seleção de genótipos com resistência representa uma ferramenta essencial no manejo integrado de fitonematoides, especialmente em áreas em que a incidência de *Meloidogyne* é frequente. Além disso, a diferença na resposta entre os diferentes genótipos avaliados reforça a necessidade de identificar a espécie de *Meloidogyne* presente na área, uma vez que a interação entre planta hospedeira e nematoide é

específica. Dessa forma, o uso de cultivares resistentes, aliado a práticas como a enxertia e o uso de porta-enxertos tolerantes, representa uma abordagem promissora e sustentável no controle de nematoides em cucurbitáceas.

Este trabalho também possibilita ao produtor rural uma escolha mais consciente do cultivar a ser utilizado, de acordo com o nível de infestação da área, o tipo de solo, o sistema de cultivo e os objetivos da produção. Assim, um cultivar classificado como menos suscetível, ainda que não resistente, pode ser uma alternativa viável em áreas com baixa pressão do nematoide ou quando associado a outras estratégias de manejo, como o uso de biológicos, rotação de culturas e cobertura do solo.

Diante dos resultados obtidos, recomenda-se a utilização de genótipos de cucurbitáceas com menor fator de reprodução e menor produção de ovos como uma estratégia eficiente no manejo genético de *M. javanica*. O híbrido de Cabotιά HC 01 IF Goiano (*Cucurbita moschata* × *Cucurbita máxima*) destacou-se por apresentar resistência significativa, com fator de reprodução de 0,49 e, portanto, tem potencial de uso como ferramenta no manejo desta espécie de nematoide. O que evidencia o potencial como porta enxerto para cucurbitáceas para reduzir a população do nematoide no solo e, conseqüentemente, os danos às culturas.

## CONCLUSÃO

O parasitismo de *M. javanica* causou efeito negativo no desenvolvimento vegetativo dos genótipos suscetíveis de cucurbitáceas.

O híbrido experimental de Cabotιά HC 01 IF Goiano (*Cucurbita moschata* x *Cucurbita maxima*) do Banco Ativo de Germoplasma do IF Goiano foi o único genótipo resistente a *M. javanica*, dentre os genótipos avaliados.

Os híbridos moderadamente resistentes T1 (cv. Coroa), T2 (cv. Goianinha) e T3 (HA 02 do IF Goiano), também apresentam potencial para o manejo de *M. javanica*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYDINLI, G.; KURTAR, E. S.; MENNAN, S. Triagem de genótipos de *Cucurbita maxima* e *Cucurbita moschata* para resistência contra *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. luci*. **Revista de Nematologia**, v. 51, p. 1-10, 2019.

BONETTI, J.I.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, n. 1, p. 553, 1981.

BUI, H. X.; DESAEGGER, J. A. Suscetibilidade e potencial de hospedeiro de seis culturas de cucurbitáceas a *Meloidogyne enterolobii*, *M. floridensis*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica*. **Nematology**, v. 24, n. 10, p. 1121-1130, 2022.

DAVIES, A.R. et al. Enxertia de pepino. **Revisões Críticas em Ciências Vegetais**, n. 27, p. 50–74, 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.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p.529-535, 2019.

GUIMARÃES, N. N. et al. Effect of Plant Waste Addition on Control of *Meloidogyne javanica* on *Lettuce* Crop. **Brazilian Journal of Biology**, v. 6, n. 1, p. 2350-2357, 2020.

KEINATH, A. P. et al. *Cucurbit* rootstocks resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* remain resistant when coinfecting by *Meloidogyne incognita* in the field. **Plant Disease**, v.103, n. 6, p.1383-1390, 2019.

LI, X. et al. Impacto de porta-enxertos resistentes a *Cucurbita moschata* no desenvolvimento de frutos de *Cucumis sativus* e *Meloidogyne incognita*. **Doença de plantas**, v.107, n.12, p.3851-3857, 2023.

LÓPEZ-GÓMEZ, M., TALAVERA, M. AND VERDEJO-LUCAS, S. Differential reproduction of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* in watermelon cultivars and cucurbit rootstocks. **Plant Pathology**, n. 65, p. 145–53, 2016.

MARTÍNEZ, C.; VALENZUELA, J. L.; JAMILINA, M. Fatores genéticos e pré e pós-colheita que influenciam o conteúdo de antioxidantes em cultivos de cucurbitáceas. **Antioxidantes**, v. 10, n.6, p.894, 2021.

MIRANDA-BARRIOS, E. et al. Identificación de especies del género *Meloidogyne* en cucurbitáceas: Distribución y ocurrencia en Arequipa, Perú. **Scientia Agropecuaria**, v. 11, n. 2, p. 195-202, 2020.

MOURA, R.M. de. O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose, parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.5, p. 281-315, 1997.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen Landbouwhogeschool**, v. 66, n. 4, p.1-46, 1966.

TZEAN, Yuh et al. Antioxidant Responses and Growth Impairment in *Cucurbita moschata* Infected by *Meloidogyne incognita*. **Biology**, v. 13, n. 4, p. 267, 2024.

VERDEJO-LUCAS, S.; GÓMEZ, P.; TALAVERA, M. Patogenicidade de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em linhagens consanguíneas recombinantes de um cruzamento

de *Cucurbita pepo* subsp. *pepo* × *C. pepo* subsp. *ovifera*. **Plant Pathology**, v. 68, n. 6, p. 1225-1232, 2019.

ZARY, M. C. et al. Efeito de quatro plantas antagonistas na redução populacional de *Meloidogyne javanica*. **Agrarian Academy**, v. 7, n. 13, p.75-85, 2020.