

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E**  
**EDUCAÇÃO**

**BÁRBARA DA SILVA PAVANELLI**

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE GOIABA TAILANDESA (*Psidium guajava*) E ARAÇÁ-AMARELO (*Psidium cattleianum*) QUANTO À RESISTÊNCIA AO NEMATOIDE *Meloidogyne enterolobii***

**ARARAS – SP**

**2025**

Bárbara da Silva Pavanelli

Avaliação de Híbridos de Goiaba Tailandesa (*Psidium guajava*) e Aracá-amarelo (*Psidium cattleianum*) quanto à Resistência ao Nematóide *Meloidogyne enterolobii*

Trabalho acadêmico apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas, da Universidade Federal de São Carlos, Campus de Araras, como requisito para a obtenção do título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Evandro Henrique Schinor

Araras – SP  
2025

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente à minha mãe, Lucimeire M. Silva, e aos meus irmãos, Murilo, Maurício, Bruna e Edilberto, e à minha querida sobrinha, Aminata, para prima Sara e à minha tia Silvia Helena, por quem tenho um carinho imenso.

Agradeço também às minhas queridas amigas Emily e Leycimar, que, mesmo com a distância, continuam presentes em minha vida, me apoiando.

Agradeço ainda às amigas que a UFSCar me proporcionou com tanto carinho: Ana Carolina, Laura, Verônica e Júlia. E aos meus amigos Peterson e Guilherme.

Agradeço também às pessoas que me ajudaram de diversas formas até aqui, seja com conselhos ou até mesmo ao ouvir minhas angústias. Em especial a Andreza Zunkeller, Maria Clara e Geovanna.

Agradeço aos meus professores da minha antiga instituição de ensino, a UEMG, em especial ao professor Hipólito e à professora Andresa e Juliano

Agradeço também às técnicas Monique e Regina, que me fizeram me apaixonar ainda mais pela pesquisa e pelo ambiente laboratorial.

Agradeço, por fim, aos maravilhosos professores que tive nesta instituição, em especial ao Prof. Dr. Alfredo Urashima, pela oportunidade e pelos ricos ensinamentos durante o estágio que realizei em seu laboratório.

E, por último, agradeço ao meu querido orientador, Prof. Dr. Evandro Schinor, por acreditar em mim e no meu potencial.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho de forma especial à minha falecida avó, Luzia da Silva, e à minha tia Susi Elaine, que me deram todo amor em vida.

“Mas renova-se a esperança, nova aurora a cada dia, e há que se cuidar do broto, pra que  
a vida nos dê flor e fruto”

Milton Nascimento

## LISTA DE TABELA

- Tabela 1** - Número de nematoides (juvenis + ovos de *M. enterolobii*) por grama de raiz dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo, após 74 dias da inoculação. .... 15
- Tabela 2** - Número e índice de galhas, fator de reprodução (FR) e reação dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI X AA P0F2 2024) e araçá-amarelo ao nematoide *M. enterolobii*, após 74 dias da inoculação. .... 16
- Tabela 3** - Massa das raízes dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo, não inoculados e inoculados com o nematoide *M. enterolobii*, após 74 dias da inoculação. .... 17
- Tabela 4** - Massa foliar dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024 e araçá-amarelo, após 74 dias da inoculação com o nematoide *M. enterolobii*. .... 18
- Tabela 5** - Teor de clorofila a e clorofila b em folhas de híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo não inoculados e aos 21 dias após a inoculação com *M. enterolobii*. .... 20
- Tabela 6** - Teor de clorofila a e clorofila b em folhas de híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo não inoculados e aos 34 dias após a inoculação com *M. enterolobii*. .... 20
- Tabela 7** - Altura dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo inoculados com *M. enterolobii* (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo. .... 22
- Tabela 8** - Altura dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo não inoculados com *M. enterolobii* (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo. .... 22
- Tabela 9** - Índice de velocidade de crescimento (IVC) dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024 e araçá-amarelo. .... 23

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Ciclo de vida *Meloidogyne enterolobii*, Fonte: Desenho de Patrícia Milano, retirado de Torres et al. (2008). ..... 8
- Figura 2-** Morfologia do gênero *Meloidogyne enterolobii*, (A) Fêmea; (B) Macho; (C) Fêmea, ovos e juvenis. Foto: Evandro Henrique Schinor, 2024 ..... 8
- Figura 3-** Sintomas causados pelo *M. enterolobii*. (A) presença de galhas nas raízes; (B) bronzeamento nas folhas, Fonte: Autor, 2024 ..... 9
- Figura 4:** Classes de solo por quadra do Campus CCA UFSCar; Fonte: Fernando A, Yoshida, 2013 ..... 12
- Figura 5:** Sistema radicular dos híbridos. A - TAI x AA P0F2 2209; B - TAI x AA P1F2 apresentando sintoma de galhas devido à inoculação com o nematoide *M. enterolobii*; C - TAI x AA P1F2 detalhes das galhas. .... 16
- Figura 6:** Comparação do sistema radicular dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo não inoculados (acima) e inoculados (abaixo), aos 74 dias após a inoculação com *M. enterolobii*. .... 19
- Figura 7:** Altura de planta de híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (inoculadas e não inoculadas) com *M. enterolobii*. Avaliações 1 = antes da inoculação, 2 = 20 dias após a inoculação (DAI), 3 = 33 DAI, 4 = 47 DAI e 5 = 62 DAI. .... 21

## RESUMO

A produção de goiaba (*Psidium guajava*) representa uma atividade agrícola de significativa importância em nível nacional, apresentando-se como uma opção economicamente viável para pequenos e médios agricultores. Além de ser consumida de forma fresca, a goiaba é amplamente aplicada na indústria. Contudo, essa cultura enfrenta desafios fitossanitários relevantes, especialmente devido ao nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*), o qual provoca severos danos no sistema radicular, afetando a absorção de nutrientes e diminuindo a produtividade. Uma abordagem para superar esse obstáculo é o desenvolvimento de variedades de porta-enxertos resistentes, como o araçá-amarelo (*Psidium cattleianum*). O propósito deste estudo foi investigar a resistência de híbridos resultantes do cruzamento entre a goiaba tailandesa e o araçá-amarelo em relação ao nematoide *M. enterolobii*. Foram avaliadas a resistência em quatro progênes de possíveis híbridos de goiaba tailandesa e araçá-amarelo (TAI x AA P0F2 2024, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P1F2, TAI x AA P2F2) e o araçá-amarelo, tanto em condições com inoculação quanto sem inoculação. A inoculação foi realizada utilizando o método de amostragem e análise proposto por Coolen & D'Herde (1972). As variáveis avaliadas incluíram: altura e índice de velocidade de crescimento das plantas, teores de clorofila a e b, massa fresca da parte aérea e das raízes, além de número final de nematoides e número e índice de galhas. O experimento foi realizado de forma totalmente casualizado, contendo cinco repetições por variedades, além disso os dados foram expressos em médias e submetidos ao teste de agrupamento Scott-Knott com um nível de significância de 5%. O fator de reprodução (FR) foi determinado pela equação  $FR = \text{população final/população inicial}$ . Os achados da pesquisa mostraram que o araçá-amarelo apresenta uma resistência notável ao nematoide *M. enterolobii*, uma vez que revela a menor quantidade de nematoides por grama de raiz, além de ter o menor índice de galhas e um FR próximo a zero. Em contrapartida, os híbridos analisados demonstraram uma certa tolerância ao nematoide, apresentando um FR inferior a 1, o que indica uma redução na reprodução do parasita, embora não tenham alcançado imunidade completa. O estudo identifica o híbrido TAI x AA P0F2 2209 como a opção mais promissora para futuras pesquisas em melhoramento genético e controle de nematoides, devido ao seu crescimento robusto e tolerância. Em contrapartida, o araçá-amarelo, apesar de seu crescimento limitado, mostra resistência.

**Palavras chaves:** Nematologia, fruticultura, fitossanidade, goiabeira

## ABSTRACT

The production of guava (*Psidium guajava*) represents an agricultural activity of significant importance at the national level, presenting itself as an economically viable option for small and medium-sized farmers. In addition to being consumed fresh, guava is widely applied in industry. However, this crop faces relevant phytosanitary challenges, especially due to the gall nematode (*Meloidogyne enterolobii*), which causes severe damage to the root system, affecting the absorption of nutrients and decreasing productivity. One approach to overcome this obstacle is the development of varieties of resistant graft holders, such as the araçá-amarelo (*Psidium cattleianum*). The purpose of this study was to investigate the resistance of hybrids resulting from the crossing between Thai guava and yellow araçá in relation to the nematode *M. enterolobii*. Four hybrids (TAI x AA P0F2 2024, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P1F2, TAI x AA P2F2) and the araçá-amarelo were examined, both in conditions with and without inoculation. The inoculation was performed using the sampling and analysis method proposed by Coolen & D'Herde (1972). The variables evaluated included: height and growth rate index of plants, chlorophyll a and b contents, fresh mass of the aerial part and roots, as well as final number of nematodes and number and index of galls. The experiment was carried out in a totally randomized way, containing five repetitions by varieties, in addition the data were expressed in means and subjected to the Scott-Knott clustering test with a significance level of 5%. The reproduction factor (RF) was determined by the equation  $RF = \text{final population} / \text{initial population}$ . The research findings showed that the araçá-amarelo has a remarkable resistance to the nematode *M. enterolobii*, since it reveals the lowest amount of nematodes per gram of root, in addition to having the lowest gall index and a reproduction factor (RF) close to zero. On the other hand, the hybrids analyzed showed a certain tolerance to the nematode, showing a RF lower than 1, which indicates a reduction in the reproduction of the parasite, although they did not achieve complete immunity. The study identifies the TAI x AA P0F2 2209 hybrid as the most promising option for future research in genetic improvement and nematode control, due to its robust growth and tolerance. In contrast, araçá-amarelo, despite its limited growth, shows resistance.

**Keywords:** Nematology, fruit growing, plant health,

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	3
2.1 – Objetivo geral .....	3
2.2 – Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
3.1 – Importância da goiaba no Brasil.....	4
3.2 - Resistência do araçá-amarelo ao <i>M. enterolobii</i> .....	4
3.3 - Nematóide <i>M. enterolobii</i> .....	6
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
4.1 - Geolocalização .....	10
4.2 - Inóculo.....	10
4.3 – Hibridação e preparação das plantas .....	10
4.4 - Inoculação das plantas de goiaba .....	12
4.5 - Variáveis analisadas.....	13
4.5.1 Número de nematoides, galhas e fator de reprodução.....	13
4.5.2 Massa fresca da raiz e parte aérea e teores clorofilas a e b .....	14
4.5.3 Altura e índice de velocidade de crescimento das plantas .....	14
4.5.4 Delineamento experimental.....	14
5. RESULTADOS E Discussões.....	15
6. CONCLUSÕES.....	24
7. REFERÊNCIAS .....	25

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um dos líderes globais na exportação de goiaba, com os estados de Pernambuco, São Paulo, Bahia, Paraná e Ceará sendo os mais significativos na sua produção. No ano de 2023, foram contabilizados 22.487 hectares dedicados ao cultivo e colheita da fruta, culminando em uma produção total de 582.832 toneladas. Esse número indica um rendimento médio de 25,9 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2023).

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma planta frutífera de pequeno porte, pertencente à família Myrtaceae, caracterizada por seu tronco fino e casca descamante, de coloração pardo-avermelhada. Suas folhas são opostas, simples e têm uma textura subcoriácea, medindo entre 8 cm e 12 cm de comprimento e de 3 cm a 6 cm de largura. As flores, que se apresentam na cor branca, brotam entre setembro e novembro, enquanto os frutos alcançam a maturação entre dezembro e março (LORENZI, 2008). A disseminação desta fruta pelo mundo ocorreu por meio das navegações marítimas realizadas por navegadores espanhóis (Soubihe Sobrinho, 1951; Pereira, 1995).

A fruta tem diversas possibilidades de aproveitamento, podendo ser consumida *in natura* e também ser processada em polpa, suco e doces pela indústria (SILVA, 2015). Essa atividade é predominantemente realizada por pequenos produtores (PEREIRA *et al.*, 2009), o que evidencia a importância social da goiabicultura. No Brasil, cultivar goiaba é visto como uma escolha vantajosa para os agricultores, pois proporciona um equilíbrio favorável entre custo de produção e rendimento, além de garantir um retorno considerável (ARAÚJO & CORREIA, 2010).

O nematoide *Meloidogyne enterolobii* representa um dos maiores desafios fitossanitários para a cultura da goiaba, ocasionando vários prejuízos tanto à planta quanto à sua produtividade. Até o momento, esse patógeno ainda não possui métodos de controle eficazes. De acordo com Oliveira *et al.* (2014), os danos causados por *M. enterolobii* nos estados da Bahia e Pernambuco foram avaliados em 112,7 milhões de reais, considerando apenas as áreas irrigadas. Ademais, Pereira *et al.* (2009) indicam que os prejuízos podem ser ainda mais significativos, pois, devido à falta de conhecimento e orientações adequadas, muitos produtores acabam cultivando goiabeiras em terrenos contaminados ou utilizando equipamentos que transmitem o *M. enterolobii*, resultando na contaminação de outras áreas gerando ainda mais impactos.

Os nematoides são pequenos vermes microscópicos que costumam estar amplamente distribuídos no solo, em água doce e salgada, frequentemente agindo como parasitas de animais, insetos e plantas, sendo responsáveis por danos significativos em grande escala. Os fitonematoides são classificados como endoparasitas, pois invadem os tecidos radiculares e passam a maior parte de seu ciclo de vida dentro das raízes das plantas. Possuem uma estrutura morfológica característica, que inclui um estilete utilizado para se alimentar das raízes, resultando na prejudicial redução da absorção de água e nutrientes pelas plantas (TRINH *et al.*, 2022).

Uma possível estratégia de controle para o *M. enterolobii* é o cultivo de plantas que sejam resistentes, sendo uma alternativa já reconhecida a utilização da espécie selvagem do gênero *Psidium*, que pode superar as dificuldades relacionadas à enxertia e à hibridação entre as espécies, além da goiaba (COSTA, 2013). Contudo, ainda existem poucos estudos sobre a hibridação entre a goiabeira (*P. guajava*) e o araçazeiro (*P. cattleianum*), especialmente no que diz respeito à sua eficácia na resistência.

Uma alternativa viável para enfrentar o problema é a identificação de genótipos resistentes da família Myrtaceae, que possam ser utilizados como porta-enxertos em goiabeiras comerciais. Foi constatado que algumas amostras de araçazeiros das espécies *P. cattleianum* e *P. friedrichsthalianum* demonstraram resistência alta e moderada a *M. enterolobii*, respectivamente (Carneiro *et al.*, 2007). Pesquisas dessa natureza têm estimulado a exploração de amostras de araçazeiros em busca de indivíduos com baixo fator de resistência (FR) (Castro *et al.*, 2012; Freitas *et al.*, 2013). O sucesso dessa abordagem está ligado ao êxito na adesão do enxerto, isto é, à compatibilidade dos tecidos entre o porta-enxerto (cavalo) e o enxerto (copa).

Dessa forma, esta pesquisa visa avaliar resistência das progênes F2 provenientes de três possíveis híbridos entre cultivares de goiaba tailandesa (*P. guajava*) e araçá amarelo (*P. cattleianum*) frente a predação do nematoide *M. enterolobii*. Espera-se que os resultados permitam a seleção de um ou mais genótipos com tolerância ou resistência ao nematoide, oferecendo uma solução para o declínio na produção e a perda desta cultura, além de enriquecer de maneira significativa a literatura científica sobre o tema, dando mais notoriedade em seu aspecto social, científico e econômico.

## 2. OBJETIVO

### 2.1 – Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é identificar resistência de progênies F2 de possíveis híbridos de *Psidium guajava* x *Psidium cattleianum* ao nematoide *Meloidogyne enterolobii*.

### 2.2 – Objetivos específicos

- Avaliar o número de nematoides e o número e índice de desenvolvimento das galhas nas raízes do araçá-amarelo e dos híbridos (*P. guajava* x *P. cattleianum*): TAI x AA P0F2 2024; TAI x AA P0F2 2209; TAI x AA P1F2 e TAI x AA P2F2.
- Calcular fator de reprodução (FR) dos nematoides para o araçá-amarelo e para os híbridos avaliados
- Quantificar as variáveis morfológicas e fisiológicas das plantas em relação a resistência: massa fresca da raiz e da parte aérea, altura, índice de velocidade de crescimento e teores de clorofila a e b.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 – Importância da goiaba no Brasil

Segundo o IBGE (2024), as regiões que mais cultivam a goiaba, são: Sudeste nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, Nordeste onde se destacam Pernambuco, Bahia e Paraíba, no Centro-Oeste, destaca-se Goiás e na região Sul, Rio Grande do Sul e Paraná, sendo a produção destinada à comercialização *in natura* ou ao processamento industrial.

A goiaba (*Psidium guajava*) tem sua importância no cenário Brasileiro graças a sua imensa área, clima e solo favoráveis, para produção, impulsionando o mercado agrícola, mas também o industrial e até mesmo o de exportação. Sendo ela uma das frutas tropicais mais populares e aceitas no território nacional, porém seu consumo é pequeno, não indo além de 380 gramas por pessoa ao ano, seu consumo é feito tanto como fruta fresca quanto processada industrialmente em forma de doces e compotas, geleia e sucos, rica em sais minerais, vitamina C, licopeno, fibras, beta-caroteno e açúcares (Rozane, Oliveira e Lirio, 2003). O aumento no consumo de fruta de mesa e de sucos naturais é uma tendência mundial, podendo ser aproveitada como um estímulo para a produção de qualidade (ROZANE, 2003 *apud* ZAMBÃO; NETO, 1998).

Os pomares de goiaba obtiveram lucros correspondentes a exportação do fruto *in natura* nos anos de 2007 e 2008, valores de 223.593 e 219.556 kg que geraram U\$ 458.696,00 e U\$ 418.123,00, em 2009 totalizando uma produção de 297.377 toneladas, com uma área colhida de 14.987 hectares, em relação aos anos de 2010 e 2011 a produção brasileira teve uma área cultivada a 1,1 mil hectares, um aumento de 18% (Costa, 2015).

#### 3.2 - Resistência do araçá-amarelo ao *M. enterolobii*

O araçazeiro é uma planta nativa da América do Sul, pertencente à família Myrtaceae e ao Gênero *Psidium*, mesmo gênero da goiaba. No Brasil o araçá-amarelo está distribuído naturalmente na região do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul e também pode ser encontrado no Uruguai. De acordo com Donadio *et al.* (2002), o araçazeiro nativo da região Sul do Brasil tem um porte menor comparado aos demais que atingem portes maiores podendo chegar até 3 metros de altura.

O araçazeiro é uma planta de porte reduzido, parecendo um pequeno arbusto, que se caracteriza por suas folhas pequenas com tons avermelhados quando jovens. A fruta oriunda do araçazeiro, chamada araçá, é pequena e categorizada como uma baga; tem um formato arredondado e pode apresentar coloração amarelada ou vermelha, sendo os tons alaranjados e amarelo-claro os mais comuns. Sua polpa, que é clara e doce, apresenta baixa acidez e é bastante suculenta, além de possuir um aroma forte, recheada de numerosas sementes. A produção de frutas acontece durante a primavera e o verão. O sabor do araçá é parecido com o da goiaba, porém com um toque um pouco mais ácido e um perfume mais pronunciado. Assim como a goiaba, a polpa do araçá é macia e cheia de sementes, embora a maioria das variedades usualmente seja menos carnuda e tenha menor valor comercial. O araçá pode ser empregado na produção de sorvetes, bebidas refrescantes e também em um doce que se assemelha à goiabada, chamado araçazada (WILLE *et al.*, 2004).

O araçá é uma fruta que se destaca pela sua riqueza em fibras e vitamina C (Neri-Numa *et al.*, 2013), além de conter vitaminas A e B. Já está comprovado que essa fruta possui um potencial nutricional e funcional bastante interessante, exibindo uma significativa atividade antioxidante e elevado teor de compostos fenólicos, assim como altas concentrações de proteínas e carboidratos. As folhas e brotos do araçá são utilizados para a obtenção de corantes, enquanto suas raízes são consideradas diuréticas e eficazes contra diarreias. Os frutos podem ser usados como ingrediente na fabricação de doces, sorvetes e bebidas, embora sua utilização costuma ser mais comum na forma *in natura* (Franzon *et al.*, 2009).

De acordo com Carneiro *et al.*, (2007), três genótipos de *P. cattleianum* originados da região de Pelotas se mostraram resistentes ao *M. enterolobii* e que esses apresentaram compatibilidade para enxertia em *P. guajava* em casa de vegetação, para fins de ver essa mesma ação em campo. Almeida *et al.* (2009) também encontrou três genótipo de *Psidium sp.* que foram resistentes ao mesmo nematoide, já o trabalho de Miranda *et al.* (2012) observou três genótipos de *P. cattleianum*, porém, estes são originados da região de São João da Barra, RJ e assim como os demais apresentou-se resistente ao nematoide *M. enterolobii*.

### 3.3 - Nematóide *M. enterolobii*

Kubo, Machado; Oliveira, (2013), descrevem que os nematóides são vermes minúsculos, com corpo filamentosos e não segmentados, revestidos por uma cutícula flexível e semipermeável, pertencentes ao Filo Nematoda. Sendo extremamente sensíveis ao estresse hídrico e alta temperatura os nematóides necessitam de ambientes aquáticos e terrestres com boa umidade, favorecendo assim sua sobrevivência (FERRAZ; BROWN, 2016).

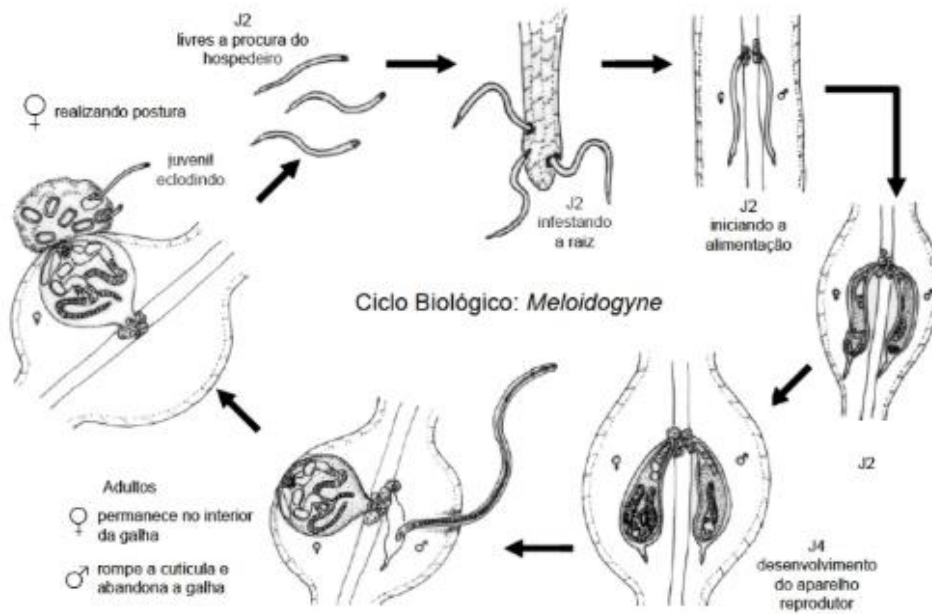
O primeiro relato de infecção por parte de nematóides em plantas foi em 1955 quando Berkeley, trabalhava na Inglaterra, observou que havia uma associação dos vermes na formação de nódulos em raízes de pepinos (MARQUES, 2012 *apud* MOURA, 1996), em relação ao gênero *Meloidogyne*, Jobert observou pela primeira vez em viagem ao Brasil em 1977, ele buscava identificar a causa do declínio dos cafezais no Rio de Janeiro, entretanto, depois de 10 anos após a observação de Jobert, Coube e Emilio Goeldi realizaram a descrição original do gênero *Meloidogyne* e da espécie tipo a qual foi nominada *Meloidogyne exigua*, em 1949 Chitwood revisou o gênero *Meloidogyne*, aceitando *M. exigua* como espécie tipo, e descrevendo mais cinco novas espécies, nesta mesma revisão ele também padronizou que todas as espécies formadoras de galhas radiculares passariam a pertencer ao gênero *Meloidogyne* (MARQUES, 2012 *apud* LORDELLO 1992). Tornando assim o nematóide de maior importância econômica e de maior interesse no mundo (FERRAZ *et al.*, 2001).

O nematóide *M. enterolobii* foi descrito por Yang e Eisenback em 1993, encontrado em raízes de *Enterolobium contortisiliquum* em uma ilha presente na China, já aqui no Brasil a espécie foi encontrada em Petrolina-PE, Curaçá e Maniçoba-BA causando prejuízo nas plantações de goiabas, na época essa mesma espécie de nematóide era denominada *M. mayaguensis* (CARNEIRO *et al.*, 2001).

*Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback (1983) é um nematóide polífago que ataca uma variedade de plantas, incluindo ornamentais, frutíferas, culturas anuais e até araçazeiros nativos (Maranhão *et al.*, 2001; Lima *et al.*, 2003; Carneiro *et al.*, 2007). Possui uma ampla distribuição geográfica e causa significativas perdas econômicas (Carneiro, 2003).

As extremidades das raízes novas são as mais atacadas pelo *M. enterolobii*, porém, é possível encontrá-lo em todos os tipos de raízes, incluindo aquelas mais lignificadas, que geralmente se localizam a mais de 50 cm de profundidade (Carneiro *et al.*, 2001). Dentro da raiz, os seres do estágio J2 migram intercelularmente através do córtex e fazem a penetração nas células do câmbio. Através do estilete, eles liberam secreções glandulares que induzem diferenciações celulares no parênquima das plantas, ocasionando hipertrofia e multinucleação das células, resultado de divisões nucleares sem que haja divisão celular, levando à formação de células gigantes. Essas células tornam-se reservatórios de nutrientes para os nematoides. Diversos genes envolvidos no parasitismo estão sendo identificados e associados à planta, o que possibilita o crescimento do patógeno e provoca modificações nas células com o objetivo de alimentar o nematoide (Abad *et al.*, 2009). Após a formação das células gigantes, os J2 se fixam nesses locais de alimentação e passam por mais duas ecdises, transformando-se em J3 e J4. Após isso, ocorre a última ecdise, e os organismos transitam para a fase adulta. O macho adulto, que não desempenha função sexual, adquire novamente uma forma filiforme, migra para o solo e acaba falecendo devido à escassez de alimento. Já a fêmea adulta assume o formato de pera, típico do gênero *Meloidogyne*, e dá início à postura de ovos por meio da partenogênese. Uma única fêmea pode gerar mais de 500 ovos que ficam agrupados em uma matriz gelatinosa, conhecida como massa de ovos (Figura 1).

As características morfológicas do *M. enterolobii* podem variar entre os machos e as fêmeas. As fêmeas têm uma forma de pera, já os machos possuem um corpo alongado, fino em toda sua extensão, estilete pronunciado com grandes nódulos redondos, bulbo mediano oval com valva distinta, espículas levemente curvadas com base arredondada e gubernáculo curto, além de uma cauda curta com ponta arredondada. Os juvenis de segundo estágio também são vermiformes, com estilete fino, nódulos pequenos e arredondados, bulbo mediano oval e cauda afilada com ponta arredondada (Figura 2) (TRINH *et al.*, 2022). Segundo os autores Hunt e Handoo (2009), o comprimento do estilete das fêmeas de *M. enterollobi* variam de 14 a 17 $\mu$ m, já o do macho varia entre 18 e 25 $\mu$ m, enquanto o J2 tem comprimento do corpo variando de 377- 528 $\mu$ m.



**Figura 1-** Ciclo de vida *Meloidogyne enterolobii*, Fonte: Desenho de Patrícia Milano, retirado de Torres *et al.* (2008).



**Figura 2-** Morfologia do gênero *Meloidogyne enterolobii*, (A) Fêmea; (B) Macho; (C) Fêmea, ovos e juvenis. Foto: Evandro Henrique Schinor, 2024

Os sintomas presentes na contaminação pelo *M. enterolobii* são os espessamentos das raízes (galhas), com subsequentes sintomas na parte aérea, como bronzeamento da borda foliar, amarelecimento e redução da área foliar, desfolha e diminuição dos frutos, decorrente da ineficiência das raízes no processo de absorção de nutriente e água do solo Figura 3 (MARTINS *et al.*, 2013). Além disso, Khan (1993) explica que a interação entre nematoides desse tipo e suas simbiotes associadas às raízes provoca a interrupção dessa relação simbiótica, resultando em prejuízos para a planta.



**Figura 3-** Sintomas causados pelo *M. enterolobii*. (A) presença de galhas nas raízes; (B) bronzeamento nas folhas, Fonte: Autor, 2024

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 - Geolocalização**

Este estudo foi conduzido no Laboratório de Nematologia (LANEM) do Departamento de Biotecnologia e Produção Vegetal e Animal (DBPVA) da Universidade Federal de São Carlos, no Campus de Araras, situado no Estado de São Paulo, nas coordenadas correspondentes (-22.315880393966484 S, -47.39016544000972W), sob a supervisão do Professor Doutor Evandro Henrique Schinor.

### **4.2 - Inóculo**

O responsável por fornecer o inóculo usado neste estudo foi o Laboratório de Nematologia da Universidade Estadual Júlio de Mesquita, situado no Campus de Jaboticabal. As coordenadas correspondentes são: (-21.240735961829863S, -48.28894019192185W), além disso os inóculos deste experimento foram recebidos através de raízes infectadas pelo *M. enterolobii*, depois posteriormente preservados e multiplicados em mudas de goiabas em fotoperíodo de 16 horas e em temperatura ambiente, as raízes infectadas por *M. enterolobii* foram processadas pelo método de amostragem e processamento de Coolen & D'Herde (1972), conforme descrito nas Recomendações Técnicas para Amostragem, Processamento de Amostras e Relatórios da Sociedade Brasileira de Nematologia (2019), para extração de ovos e juvenis infectantes de segundo estágio (J2).

### **4.3 – Hibridação e preparação das plantas**

Para a criação dos híbridos, utilizou-se a cultivar de goiaba tailandesa (TAI) e o araçá-amarelo (AA). O cruzamento entre TAI, como genitor feminino, e AA, como genitor masculino, originou os híbridos identificados como TAI x AA P0F2 2024; TAI x AA P0F2 2209; TAI x AA P1F2 e TAI x AA P2F2. Para controle, foram feitas autopolinização do AA (AA x auto).

Os botões florais da goiaba TAI foram emasculados manualmente com o auxílio de uma pinça, removendo sépalas, pétalas e anteras, enquanto o pistilo (estigma, ovário e estilo) foi preservado. A polinização foi efetuada entre 12 e 24 antes a emasculação,

utilizando pólen do araçazeiro (AA). Após a maturação dos frutos, as sementes foram germinadas e mantidas em ambiente *in vitro*.

As plantas utilizadas nesse experimento foram produzidas através do plantio das sementes em bandeja de propagação, as plantas foram de araçá-amarelo, e os híbridos (TAI x AA P0F2 2024; TAI x AA P0F2 2209; TAI x AA P1F2 e TAI x AA P2F2).

O solo empregado neste estudo foi obtido em uma área aberta destinada a atividades educativas de manejo de solo, situada no campus da UFSCar, em Araras/SP. Para a coleta, foram utilizados os seguintes instrumentos: uma espátula de jardinagem e um balde de 6 litros, que serviu para armazenar e transportar o solo até o laboratório. Para garantir que apenas o patógeno desejado estivesse presente nesse material, foi realizada a esterilização do solo em autoclave por 1 hora, à temperatura de 120 °C.

Em relação a preparação do solo foi feita as seguintes proporções 70% latossolo vermelho e 30% de areia branca fina, posteriormente umedecido com água. Foi feita essa proporção para tornar o solo deste experimento um solo arenoso, pois este contribui para a distribuição do nematoide no solo de forma igual, diferentemente visto em solo argiloso, que não favorece para essa distribuição.

Sobre o solo empregado para o trabalho, foi identificado como sendo o Latossolo Vermelho Distroférico (LVd), conforme mencionado previamente, em uma área localizada no campus da UFSCar Araras no CCA (Figura 1). Quanto à composição desse solo, apresenta uma alta quantidade de matéria orgânica, textura argilosa; moderado; caulínico; mesoférico; catiônico (YOSHIDA *et al.*, 2016).



**Figura 4:** Classes de solo por quadra do Campus CCA UFSCar; Fonte: Fernando A, Yoshida, 2013

#### 4.4 - Inoculação das plantas de goiaba

Após a multiplicação do nematoide em mudas de goiaba e o plantio das sementes em bandejas de propagação, as plântulas emergiram com altura média entre 7,6 e 23,9 cm antes da inoculação, foi realizado a transferência para os vasos com dimensões de 8 cm de altura, 6,5 cm de diâmetro na boca e 4,4 cm na base inferior. Com a presença das plântulas, iniciou-se o processamento das raízes que haviam sido inoculadas com *M. enterolobii*, seguindo o método descrito por Coolen & D'Herde (1972). Posteriormente, foi realizada a contagem dos ovos e juvenis infectantes (J2) nas amostras. Em cada planta do experimento (tanto os híbridos quanto o controle), foi inoculada uma suspensão

contendo 1.848 ovos e juvenis do segundo estágio (J2). Após 20 dias da inoculação, foi feita a primeira avaliação da altura das plantas, utilizando uma régua graduada, registrando alturas que variavam entre 10,9 e 28,8 cm.

Após a inoculação, as plantas foram mantidas em uma sala de preservação localizada no LANEM, sob um fotoperíodo de 16L; 8E, em temperatura ambiente, variando entre 21°C e 30°C. A fertilização foi efetuada assim que as primeiras plântulas apareceram, utilizando um fertilizante mineral NPK 04-14-08, cuja composição foi: 4% de nitrogênio solúvel em água, 14% de fósforo solúvel em água e 8% de potássio solúvel em água.

## **4.5 - Variáveis analisadas**

### **4.5.1 Número de nematoides, galhas e fator de reprodução**

Os nematoides foram contabilizados após a aplicação do método de extração proposto por Coolen e D'Herde (1972), aos 74 dias da inoculação das plantas. Procedeu-se a quantificação das galhas presentes nas plantas, utilizando um índice de galhas (IG) sugerido por Taylor & Sasser (1978). Os índices podem variar entre 0 (sem galhas); 1 (entre 1 e 2 galhas); 2 (entre 3 e 10 galhas); 3 (entre 11 e 30 galhas); 4 (entre 31 e 100 galhas) e 5 (mais de 100 galhas). As raízes foram processadas de acordo com a metodologia proposta por Hussey & Barker (1973), para obtenção da suspensão que foi analisada em microscópio, utilizando lâminas de Peters para estimar a quantidade de ovos e J2 de *M. enterolobii* por amostra.

O fator de reprodução (FR) foi calculado pela equação  $FR = \text{população final (Pf)} / \text{população inicial (Pi)}$ , sendo que para os híbridos inoculados a sua população inicial foi de 1.848 espécimes por vaso de cada uma das plantas estudadas. Com os valores de FR calculados, as plantas foram classificadas quanto à resistência ao nematoide, sendo: valores de  $FR = 0$ , são plantas consideradas resistentes ou imunes, se o FR for  $>1$  as plantas são classificadas como suscetíveis e FR entre 0 e 1 às plantas são tolerantes ao nematoide (OOSTENBRINK, 1966).

#### 4.5.2 Massa fresca da raiz e parte aérea e teores clorofilas a e b

A massa fresca da raiz e da parte aérea de todas as plantas avaliadas foram obtidas através de pesagem direta, com o auxílio de uma balança analítica. Os teores de clorofila a e b foram mensurados com o uso de equipamento, ClorofiLOG Falker CFL- 1030, e as medições coletadas no segundo par de folhas por planta, aos 21 e 34 dias após a inoculação.

#### 4.5.3 Altura e índice de velocidade de crescimento das plantas

Referente ao tamanho das plantas, a medição foi realizada com auxílio de uma régua desde a base da planta até o meristema apical, feito deste o primeiro surgimento de plântula, até o final do experimento, de 15 em 15 dias, já com relação, ao índice de velocidade de crescimento de plantas foi mensurado através de equação, sendo ela:

$$IVC = \Sigma \frac{\textit{Altura média atual} - \textit{Altura média anterior}}{\textit{Número de dias após inoculação}}$$

#### 4.5.4 Delineamento experimental

Este experimento foi conduzido de maneira completamente casualizado, envolvendo cinco repetições para cada variedade, sendo distribuídas entre dois tratamentos (inoculado e não inoculado). Os dados estatísticos foram apresentados como médias e analisados por meio do teste de agrupamento Scott-Knott, com um nível de significância de 5%, utilizando o *software* Sisvar para gerar os resultados.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 - Número de nematoide, galhas e fator de reprodução

Em relação ao número de nematoides (juvenis + ovos), os híbridos TAI x AA P2F2, P1F2 apresentaram o maior número por grama de raiz, já os TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024 mostraram números significativamente menores comparados aos híbridos anteriores, sendo que não houve diferença significativa entre eles neste ponto. O araçá-amarelo foi o que apresentou o menor valor de número de nematoides g raiz<sup>-1</sup> não diferindo dos híbridos TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024 (Tabela 1).

Já para o número de galhas nas raízes, não foram observadas diferenças significativas entre os híbridos TAI x AA P2F2, TAI x AA P0F2 2024, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, apresentando números variando entre 12,75 a 15,75 (Figura 5), correspondendo a um índice 3 de galhas de acordo com Taylor & Sasser (1978). O araçá-amarelo por outro lado foi o único que não apresentou nenhuma galha, diferenciando dos demais híbridos. Os híbridos apresentaram valores de FR entre 0,31 e 0,26 todos sendo menor que 1, o araçá-amarelo apresentou FR de 0,01, bem menor quando comparados aos híbridos. Referente à reação ao nematoide, todos os híbridos foram classificados como tolerantes ao *M. enterolobii* e o araçá-amarelo, por outro lado, se mostrou resistente ao mesmo (Tabela 2).

**Tabela 1** - Número de nematoides (juvenis + ovos de *M. enterolobii*) por grama de raiz dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo, após 74 dias da inoculação.

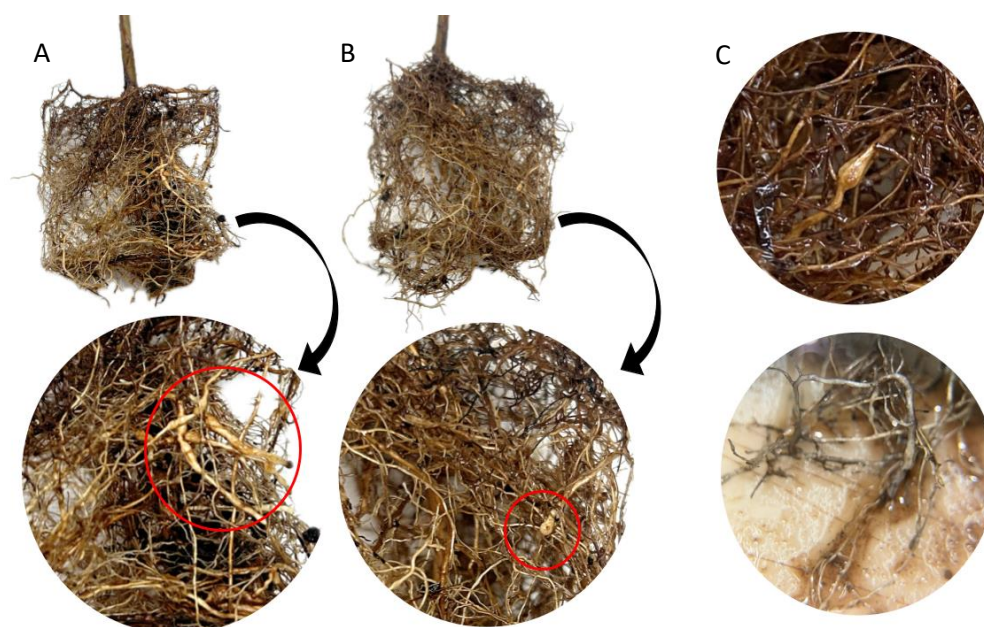
Variedades	N nematoides Raiz <sup>-1</sup>
P2F2	177,7 a
P1F2	121,5 a
P0F2 2209	33,0 b
P0F2 2024	27,5 b
Araçá- amarelo	1,5 b

Médias seguidas de letras iguais não se diferem entre pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. CV: 83,85%

**Tabela 2** - Número e índice de galhas, fator de reprodução (FR) e reação dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI X AA P0F2 2024) e araçá-amarelo ao nematoide *M. enterolobii*, após 74 dias da inoculação.

Variedades	Nº galhas	Índice de galhas	FR	Reação
P2F2	15,75 a	3	0,24	T
P0F2 2024	15,25 a	3	0,13	T
P1F2	13,50 a	3	0,26	T
P0F2 2209	12,75 a	3	0,20	T
Araçá-amarelo	0,00 b	0	0,01	R

Médias seguidas de letras iguais não se diferem entre pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. CV: 54.53%. Reação das plantas inoculadas: FR > 1 = suscetível (S) e FR < 1 = tolerante e 0 = resistente (R).



**Figura 5:** Sistema radicular dos híbridos. A - TAI x AA P0F2 2209; B - TAI x AA P1F2 apresentando sintoma de galhas devido à inoculação com o nematoide *M. enterolobii*; C - TAI x AA P1F2 detalhes das galhas.

## 5.2 - Massa fresca da raiz e parte aérea e teor de clorofila a e b

A massa de raízes dos híbridos P0F2 2209 e P0F2 2024 e do araçá-amarelo foram semelhantes e maiores quando inoculados com o nematoide (11,9 g 8,2 g e 10,7 g, respectivamente). Os híbridos P1F2 e P2F2 apresentaram menor massa de raiz quando inoculados (6,0 g e 2,7 g) (Tabela 3) De modo geral, a massa das raízes das plantas inoculadas pode ser maior do que em plantas não inoculadas com *M. enterolobii*,

indicando assim um aumento da massa radicular em resposta à presença deles, devido ao aparecimento das galhas. Para massa de raiz das plantas não inoculados, não foram observadas diferenças entre as plantas estudadas. Pode-se observar também que os híbridos P0F2 2209 e P1F2, além do araçá, mostraram maiores massas de raiz quando inoculados se diferenciando significativamente em relação às plantas sem inoculação com o nematoide (Tabela 3).

**Tabela 3** - Massa das raízes dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo, não inoculados e inoculados com o nematoide *M. enterolobii*, após 74 dias da inoculação.

Variedades	Massa da raiz (g)	
	Inoculada	Não inoculada
P0F2 2209	11,9 aA	3,7 aB
Araçá-amarelo	10,7 aA	3,8 aB
P0F2 2024	8,2 aA	6,2 aA
P1F2	6,0 bA	1,4 aB
P2F2	2,7 bA	2,5 aA

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na vertical e da mesma letra na horizontal não se diferem significativamente entre si pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. CV: 46,41%

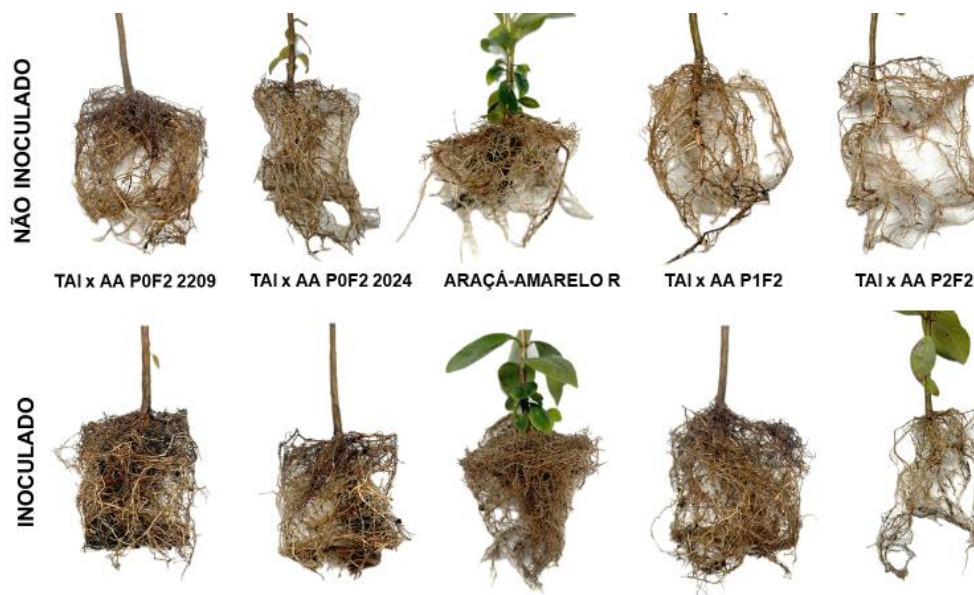
Quando comparada a variável massa foliar, o araçá-amarelo apresentou maior valor (4,6 g) sendo assim significativamente diferente dos híbridos avaliados Tabela 4. Os híbridos TAI x AA P1F2, P2F2, P0F2 2024 e P0F2 2209 apresentaram massas foliares menores (2,5 g, 2,2 g, 1,8 g e 1,2 g, respectivamente) e não diferiram significativamente entre si. Em geral, o araçá-amarelo apresentou um maior desenvolvimento da parte aérea quando comparado com os híbridos.

**Tabela 4** - Massa foliar dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024 e araçá-amarelo, após 74 dias da inoculação com o nematoide *M. enterolobii*.

Variedades	Massa foliar (g)
Araçá- amarelo	4,6 a
P1F2	2,5 b
P2F2	2,2 b
P0F2 2024	1,8 b
P0F2 2209	1,2 b

Médias seguidas de letras iguais não se diferem entre pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. CV: 54,53%

As imagens da Figura 6 ilustram as informações das tabelas quanto ao sistema radicular e sua diferença quando comparada a uma planta inoculada e uma não inoculada, além de exibir o maior desenvolvimento do araçá-amarelo. Plantas não inoculadas, apresentaram raízes aparentemente mais finas com menor desenvolvimento, já as inoculadas, exibem raízes mais espessas e com maior número de galhas, o que confirma o efeito do nematoide na morfologia das raízes, atribuindo assim seu nome de (nematoide das galhas), a Figura 6 complementando a Tabela 3 mostrando visualmente os dados de massa de raízes, indicado que as plantas inoculadas tem massa maiores de raízes, mais espessas e com galhas, já em relação ao araçá-amarelo a Figura 6 destaca o que as Tabelas 3 e 4 indicam, que o araçá tem um sistema radicular com maior massa quando inoculado, e que também possui maior massa foliar.



**Figura 6:** Comparação do sistema radicular dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo não inoculados (acima) e inoculados (abaixo), aos 74 dias após a inoculação com *M. enterolobii*.

Os teores de clorofila a, avaliados aos 21 dias após a inoculação com *M. enterolobii* nas folhas dos híbridos TAI x AA P2F2 e P1F2, foram semelhantes entre si, nas plantas inoculadas e diferiram dos demais híbridos (TAI X AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e do araçá-amarelo. Já para as plantas não inoculadas não foram observadas diferenças entre elas. Entretanto, os híbridos TAI x AA P2F2 e P1F2 apresentaram maior teor de clorofila a quando inoculados, e o araçá quando não inoculado e os demais híbridos não apresentaram diferenças entre planta inoculadas ou não com o nematoide Tabela 5.

Para o teor de clorofila b, os híbridos TAI x AA P2F2 e P1F2 também apresentam os maiores teores quando inoculados e diferiram dos demais híbridos (TAI X AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e do araçá-amarelo, que apresentaram os menores teores de clorofila b. Em relação às plantas não inoculadas, o araçá apresentou o maior teor de clorofila b (10,2) diferindo dos híbridos avaliados. O teor de clorofila b foi maior em plantas inoculadas dos híbridos TAI x AA P2F2 e P1F2 diferenciando das não inoculadas. Para os híbridos TAI X AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024 não houve diferença entre plantas inoculadas e não inoculadas com o nematoide e o araçá apresentou maior teor de clorofila b nas plantas não inoculadas (Tabela 5).

Quanto aos teores de clorofila a, avaliados aos 34 dias após a inoculação com *M. enterolobii* nas folhas das plantas, os híbridos TAI x AA P2F2 e o araçá-amarelo, foram semelhantes entre si, para plantas inoculadas e diferiram dos demais híbridos (TAI X AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024 e TAI x AA P1F2). O híbrido TAI X AA P0F2 2209 foi o único que apresentou maior teor de clorofila a nas plantas não inoculadas em relação às inoculadas com o nematoide. Não houve diferenças entre as plantas não inoculadas para o teor de clorofila a e também não se observaram diferenças entre as plantas inoculadas ou não com o nematoide para os teores de clorofila b (Tabela 6).

**Tabela 5** - Teor de clorofila a e clorofila b em folhas de híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo não inoculados e aos 21 dias após a inoculação com *M. enterolobii*.

Variedades	Clorofila a (ICF)		Clorofila b (ICF)	
	Inoculado	Não inoculado	Inoculado	Não inoculado
P2F2	51,6 aA	23,8 aB	13,2 aA	5,7 bB
P1F2	50,5 aA	24,3 aB	13,0 aA	5,6 bB
P0F2 2209	24,6 bA	24,9 aA	5,3 bA	5,5 bA
P0F2 2024	23,9 bA	20,4 aA	3,8 bA	4,6 bA
Araçá- amarelo	13,5 bB	31,3 aA	3,2 bB	10,2 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula vertical e de mesma letra maiúscula na horizontal, para cada variável, não diferem entre si pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. CV: 28,35% e 32,26%

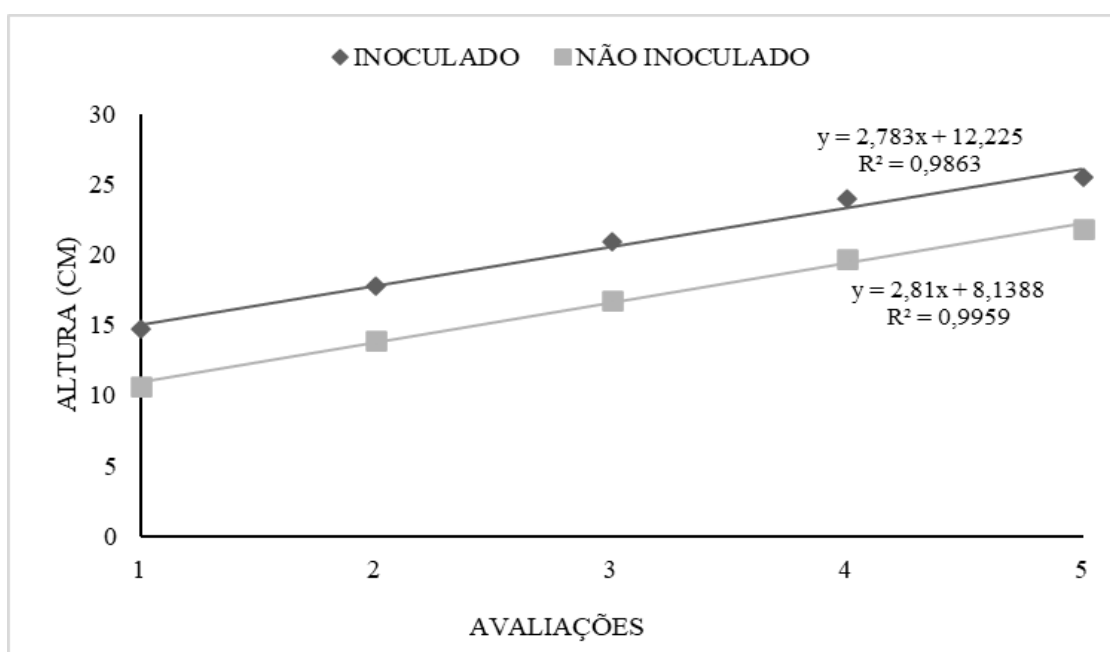
**Tabela 6** - Teor de clorofila a e clorofila b em folhas de híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo não inoculados e aos 34 dias após a inoculação com *M. enterolobii*.

Variedades	Clorofila a (ICF)		Clorofila b (ICF)	
	Inoculado	Não inoculado	Inoculado	Não inoculado
P2F2	31,6 aA	30,8 aA	6,5 aA	6,6 aA
Araçá- amarelo	29,7 aA	29,2 aA	7,8 aA	9,4 aA
P0F2 2209	25,5 bB	33,6 aA	5,8 aA	9,0 aA
P1F2	24,5 bA	28,2 aA	5,7 aA	6,2 aA
P0F2 2024	23,8 bA	27,2 aA	5,1 aA	5,7 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula vertical e de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. CV: 15,57% e 41,17%

### 5.3 - Altura e índice de velocidade de crescimento das plantas (IVC)

Em relação à análise do crescimento das plantas ao longo do tempo, foram realizadas cinco medições, sendo a primeira antes da inoculação com *M. enterolobii* e as quatro seguintes em intervalos de 20, 33, 47 e 62 dias após a inoculação (DAI). Não houve interação entre os fatores variedade x inoculação para altura de planta. Como demonstrado na Figura 7, desde o início das medições as plantas inoculadas apresentaram maior altura que as não inoculadas e isso se manteve até o final das avaliações. Durante as avaliações, o aumento na altura das plantas foi evidente, com algumas variações observadas entre os híbridos e o araçá-amarelo. O híbrido TAI x AA P0F2 2209 destacou-se por mostrar o crescimento mais expressivo em todas as medições (Tabela 7).



**Figura 7:** Altura de planta de híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (inoculadas e não inoculadas) com *M. enterolobii*. Avaliações 1 = antes da inoculação, 2 = 20 dias após a inoculação (DAI), 3 = 33 DAI, 4 = 47 DAI e 5 = 62 DAI.

Com relação à altura das plantas inoculadas, os híbridos TAI x AA P0F2 2209 apresentou maior média de altura (31,6 cm), os híbridos TAI x AA P0F2 2024 e TAI x P1F2 apresentaram altura intermediária (22,9 cm, 19,9 cm respectivamente) e o híbrido TAI x AA P2F2 (14,6 cm) e o araçá-amarelo (13,7 cm) apresentaram a menor média de altura entre plantas inoculadas (Tabela 7).

**Tabela 7** - Altura dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo inoculados com *M. enterolobii* (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo.

Variedades	Altura (cm)
P0F2 2209	31,6 a
P0F2 2024	22,9 b
P1F2	19,9 b
P2F2	14,6 c
Araçá-amarelo	13,7 c

Médias seguidas de letras iguais não se diferem entre si pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade.  
CV: 25,07%

Em relação às plantas não inoculadas, o híbrido TAI x AAP0F2 2024 apresentou a maior média (23,9 cm), o TAI x AA P0F2 2209 apresentou também um bom desempenho com média de (22,1 cm), o híbrido TAI x AA P2F2 apresentou uma média de (13,4 cm) e o araçá-amarelo (12,1 cm), juntamente com o TAI x AA P1F2 (11,2 cm) apresentando assim as menores médias entre plantas não inoculadas (Tabela 8).

**Tabela 8** - Altura dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo não inoculados com *M. enterolobii* (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024) e araçá-amarelo.

Variedades	Altura (cm)
P0F2 2024	23,9 a
P0F2 2209	22,1 b
P2F2	13,4 c
Araçá-amarelo	12,1 d
P1F2	11,2 d

Médias seguidas de letras iguais não se diferem entre si pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade.  
CV: 12,38%

O índice de velocidade de crescimento (IVC) dos híbridos TAI x AA P0F2 2209 e TAI x AA P2F2 foram os mais elevados, atingindo 0,41 e 0,38, respectivamente, o que sinaliza um crescimento ágil. Em contrapartida, os híbridos TAI x AA P1F2 (0,32) e P0F2 2024 (0,31), assim como o araçá-amarelo (0,27), mostraram os menores índices de IVC (Tabela 9).

Como evidenciado nas (Tabelas 7 e 8), o híbrido TAI x AA P0F2 2209 não apenas se destaca em altura, mas também apresenta um crescimento mais rápido em comparação

aos demais híbridos e ao araçá-amarelo, o que o torna uma alternativa interessante para futuras investigações e aplicações práticas, representando uma vantagem em termos de tempo de cultivo. Embora o híbrido TAI x AA P2F2 não tenha se destacado em altura, ele mostrou um IVC relativamente alto, sugerindo que pode experimentar um crescimento acelerado em um primeiro momento, embora esta rapidez possa não ser sustentada a longo prazo.

**Tabela 9** - Índice de velocidade de crescimento (IVC) dos híbridos de goiaba tailandesa x araçá-amarelo (TAI x AA P2F2, TAI x AA P1F2, TAI x AA P0F2 2209, TAI x AA P0F2 2024 e araçá-amarelo).

Variedades	IVC
P0F2 2209	0,41 a
P2F2	0,38 a
P1F2	0,32 b
P0F2 2024	0,31 b
Araçá-amarelo	0,27 b

Médias seguidas de letras iguais não se diferem entre pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. CV: 22,46%

## 6. CONCLUSÕES

Conclui-se que o araçá-amarelo possui uma resistência notável ao nematoide *M. enterolobii*, apresentando a menor quantidade de nematoides por grama de raiz, o menor índice de galhas e um fator de reprodução (FR) reduzido. Em contraste, os híbridos demonstraram uma certa tolerância ao nematoide, com um FR inferior a 1, o que sugere uma diminuição na reprodução do nematoide, embora não tenham mostrado imunidade total.

Dentre os híbridos, o TAI x AA P0F2 2209 se destacou por seu crescimento máximo em altura e por um alto índice de velocidade de crescimento (IVC), tanto nas plantas inoculadas quanto nas não inoculadas, evidenciando uma combinação de crescimento rápido e tolerância ao nematoide. Os híbridos TAI x AA P0F2 2024, P1F2 e P2F2 apresentaram desempenho variável, com níveis de crescimento e IVC inferiores aos do P0F2 2209. Embora o araçá-amarelo tenha mostrado um crescimento limitado e um IVC extremamente baixo, demonstrou ser menos suscetível ao nematoide, fortalecendo sua resistência.

O híbrido P0F2 2209 se destaca como uma das opções mais promissoras para estratégias de melhoramento genético e controle de nematoides, devido ao seu robusto crescimento e capacidade de tolerância.

Por outro lado, a ausência da goiaba tailandesa no experimento, bem como a análise das variáveis relacionadas a esse cultivar (massa das raízes, foliar, altura, teor de clorofila, IVC e IG), indica que o estudo teve uma lacuna a ser explorada em pesquisas futuras, potencialmente resultando em descobertas ainda mais encorajadoras. Além disso, é fundamental enfatizar que, no que se refere ao nematoide das galhas, nenhuma tentativa deve ser considerada em vão.

## 7. REFERÊNCIAS

- Abad P, Castagnone-Sereno P, Rosso MN, Engler JA Favery B (2009). Invasion, feeding and fevelopment. In: Perry, R.N.; Moens, M.; Starr, J.L. (Ed.). Root-knot nematodes. Wallingford. p. 163-181.
- Almeida, E.J. de; Santos, J.M. dos; Martins, A.B.G. (2009) Resistência de goiabeiras e araçazeiros a *Meloidogyne mayaguensis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 44 (4):421-423. and fevelopment. In: Perry, R.N.; Moens, M.; Starr, J.L. (Ed.). Root-knot nematodes. Wallingford. p. 163-181.
- Carneiro RMDG, Cirroto PA, Quintanilha AP, Silva DB, Carneiro RG (2007) Resistance to *Meloidogyne mayaguensis* in *Psidium* spp. Accessions and their grafting compatibility with *Pguajava* cv. Paluma. *Fitopatologia Brasileira*, 32(4), p. 281-284.
- Carneiro RMDG, Moreira WA, Almeida MRA, Gomes ACM M (2001) Primeiro registro Carneiro, R.M.D.G.; Cirotto, P.A.; Quintanilha, A.P.; Silva, D.B.; Carneiro, R.G. (2007) Resistance to *Meloidogyne mayaguensis* in *Psidium* spp. accessions and their grafting compatibility with *P. guajava* cv. Paluma. *Fitopatologia Brasileira*, 32 (4):281-284.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; MOREIRA, W.A.; ALMEIDA, M.R.A.; GOMES, A.C.M.M. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v.25, n.2, p. 223-228. 2001
- CASTRO, J.M.C. et al. Reprodução do nematoide-das-galhas da goiabeira em acessos de *Psidium*. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p.149-154, 6 abr. 2017. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/cs.v8i1.2652>.
- Castro, JMC, Santos CAF, Flori JE, Siqueira SVC, Novaes PAR, Lima RG (2012) Reaction of *Psidium* Accessions to the *Meloidogyne Enterolobii* Root-Knot nematode. 3rd International Symposium on Guava and Other Myrtaceae., Petrolina Brazil. 1:36.
- COOLEN, W.A.; D'HERDE. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent, State Agricultural Research Center. 77p. 1972.
- COSTA, J. C. F., et al. Enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cultivares século XXI e Paluma. 2015.
- de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. *Nematologia Brasileira*, vol. 25(2), p.223-228.
- DONADIO, L.C.; MÔRO, F.V.; SER VIDONE, A.A. **Frutas Brasileiras**. Jaboticabal:

FERRAZ, L. C. C.B., BROWN, D. J. F. Nematologia de plantas: fundamentos e importância. 1ed., Manaus: Norma Editora, 2016. 251p.

FRANZON, Rodrigo César; CAMPOS, Letícia Zenóbia de Oliveira; PROENÇA, Carolyn Elinore Barnes; SOUZA-SILVA, José Carlos. Araças do Gênero *Psidium*: Principais espécies, ocorrência, descrição e usos. Documento 266. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal, julho 2009.

goiabeira a *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. mayaguensis*. Nematologia Brasileira, vol.25(2), p. 191-195

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo agropecuário 2023. Disponível em:<https://censos.ibge.gov.br/agro/2023/> .Acesso em: 10 jun. 2024.

KUBO, R. K., MACHADO, A. C. Z., & OLIVEIRA, C. M. G. (2013). Efeito do tratamento de sementes no controle de *Rotylenchulus reniformis* em dois cultivares de algodão. Arquivos dos Instituto Biológico, 79(2), 239-245, 2013.

Maranhão SRVL, Moura RM, Pedrosa EMR (2001) Reação de indivíduos segregantes de MIRANDA, G.B., SOUZA, R.M., GOMES, V.M., FERREIRA, T.F., ALMEIDA, A.M. (2012) Avaliação de acessos de *Psidium* spp. quanto à resistência a *Meloidogyne enterolobii*. *Bragantia*, 71(1):52-58.

NERI-NUMA, I. A., C, L. B., MORALES, J. P., MALTA, L. G., MURAMOTO, M. T., FERREIRA, J. E., CARVALHO, J. E. DE, RUIZ, A. L., MARÓSTICA JUNIOR, M. R., PASTORE, G. M. Evaluation of the antioxidant, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh — Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. *Food Research International*, v. 50, 1ª ed., p. 70–76, 2013.

Novos Talentos, p.53-62, 2002.

ROZANE, D. E.; OLIVEIRA, D. A.; LÍRIO, V. S. Importância econômica da cultura da goiabeira. **Cultura da goiabeira: Tecnologia e mercado. Viçosa: UFV**, p. 1-20, 2003.

SILVA, M.C.L. Identificação e caracterização de espécies de *Meloidogyne* em áreas agrícolas e dispersão de *M. enterolobii* em pomares de goiabeiras no estado do Ceará. 2014.

TRINH, Q.P. et al. Integrative taxonomy of the aggressive pest *Meloidogyne enterolobii* and molecular phylogeny of *Meloidogyne* spp. based on five gene regions. *Australasian Plant Pathology*, v. 51, n. 3, p. 345-358, 2022.

WILLE, G. M., MACEDO, R. E., MASSON, M. L., STERTZ, S. C., NETO, R. C., LIMA, J. M. Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de doce em massa com araçá-pêra (*Psidium acutangulum* D. C.) para o pequeno produtor. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1360-1366, nov./dez., 2004.

YANG B.; EISENBACK JD. *Meloidogyne enterolobii* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing pacara earpode tree in China. **Journal of Nematology**. v. 15, n.1, p. 381-391. 1983.

Yang, B, Eisenback JD (1983) *Meloidogyne enterolobii* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising pacara earpod tree in China. *Journal of Nematology*, v. 15, p. 381-391.

YOSHIDA, F.A.; STOLF, R. Mapeamento digital de atributos e classes de solos da UFSCar-Araras/SP. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2016.