



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**REAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS ARBÓREAS DA FAMÍLIA  
BIGNONIACEAE AO NEMATOIDE *Meloidogyne enterolobii* E  
FITOQUÍMICA DE PLANTAS INOCULADAS E NÃO INOCULADAS**

**Ana Beatriz Salerno Freire**

**Brasília - DF, 14 de fevereiro de 2025**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**REAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS ARBÓREAS DA FAMÍLIA  
BIGNONIACEAE AO NEMATOIDE *Meloidogyne enterolobii* E FITOQUÍMICA DE  
PLANTAS INOCULADAS E NÃO INOCULADAS**

**Ana Beatriz Salerno Freire**

Monografia apresentada ao Departamento  
de Engenharia Florestal da Universidade  
de Brasília, como requisito à obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia  
Florestal.

**Orientador:** Prof. Dr. Cléber Furlanetto

**Brasília - DF, 14 de fevereiro de 2025**

Universidade de Brasília  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Florestal

**REAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS ARBÓREAS DA FAMÍLIA BIGNONIACEAE AO  
NEMATOIDE *Meloidogyne enterolobii* E FITOQUÍMICA DE PLANTAS INOCULADAS E  
NÃO INOCULADAS**

Estudante: Ana Beatriz Salerno Freire

Matrícula: 19/0023988

Orientador(a): Prof. Dr. Cléber Furlanetto

Menção:

---

Prof. Dr. Cléber Furlanetto  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Fitopatologia Ori-  
entador (FIT/IB)

---

Prof. Dr. Claudio Henrique Soares  
Del Menezzi  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia  
Florestal (EFL/FT)

---

Prof. Dr. Jean Kleber de Abreu  
Mattos  
Universidade de Brasília – UnB  
Membro Externo

**Brasília-DF, 14 de fevereiro de 2025**

## FICHA CATALOGRÁFICA

FF866rr Freire, Ana Beatriz Salerno.  
REAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS ARBÓREAS DA FAMÍLIA  
BIGNONIACEAE AO NEMATOIDE *Meloidogyne enterolobii* E  
FITOQUÍMICA DE PLANTAS INOCULADAS E NÃO INOCULADAS / Ana  
Beatriz Salerno Freire;  
  
Orientador: Cleber Furlanetto. -- Brasília, 2025.  
52 f.  
  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Engenharia  
Florestal) -- aqui Universidade de Brasília, 2025.  
  
1. Cerrado. 2. Nematóide das galhas. 3. Nematóide da  
goiabeira. 4. HPLC. 5. Compostos fenólicos. I. Furlanetto,  
Cleber, orient. II. Título.

### Referência Bibliográfica

Freire, A.B.S. (2025). Reação de Espécies Arbóreas da Família Bignoniaceae ao Nematóide *Meloidogyne enterolobii* e fitoquímica de Plantas Inoculadas e não Inoculadas. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 52 p.

### Cessão de direitos

Nome do Autor: Ana Beatriz Salerno Freire

Título: Reação de Espécies Arbóreas da Família Bignoniaceae ao Nematóide *Meloidogyne enterolobii* e fitoquímica de Plantas Inoculadas e não Inoculadas.

Ano: 2025

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desse relatório e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação, e nenhuma parte desse relatório pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

*Dedico àqueles que já se foram, mas permanecem comigo em meus pensamentos, meu coração e nos caminhos que percorro. Para Maria, Mariza e Djalma.*

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço aos meus pais, especialmente à minha mãe, por todo o carinho, cuidado e amor que uma pessoa pode dar. Obrigada por me ensinarem a sonhar, e por me permitirem realizá-los, e pelo apoio e incentivo nos caminhos que escolhi trilhar. Agradeço ao meu irmão, João Gabriel, pela paciência em Desenho Técnico (rs).

Agradeço ao Gabriel pelo companheirismo, amizade e amor. Os obstáculos se tornam mais fáceis — e até engraçados — ao seu lado.

Agradeço aos amigos dos Reis Perdidos. Vocês foram e sempre serão os melhores.

Agradeço especialmente ao Felipe, Tailine, Davi e Gabi, obrigada por passarem comigo por todas as minhas divagações durante a confecção desse trabalho, sou grata por todos os conselhos e ombro amigo que vocês puderam me dar, vocês são os melhores estatísticos que conheço.

Reconheço com gratidão à Universidade de Brasília, por todos os ensinamentos e conhecimentos que são passados e ecoados. Sou grata por todos os programas educacionais, projetos de extensão e iniciações científicas, e que a educação livre e de qualidade permaneça e se fortaleça cada vez mais.

Agradeço ao Departamento de Engenharia Florestal, que ao longo dos anos se tornou minha segunda casa, obrigada a todos os professores e servidores que passaram por mim ao longo desse tempo.

Agradeço aos amigos que fizeram da minha graduação algo lindo e especial. Não teria sido o mesmo sem vocês: Rebecca, Laura e Náthali.

Agradeço pela amiga que fiz durante meu TCC, Letícia, sou extremamente grata por nunca soltar minha mão, obrigada por todas as conversas, risadas e choros.

Agradeço ao professor Dr. Cleber Furlanetto por toda a orientação fundamental para este trabalho. Agradeço também à professora Dra. Dâmaris Silveira e à Patrícia, que prontamente se ofereceram para contribuir com a parte fitoquímica da pesquisa.

Agradeço à Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (NOVACAP) e ao Viveiro Germiverde pela doação de sementes para a realização deste estudo.

## RESUMO

Os nematoides indutores de galha radicular do gênero *Meloidogyne* são os mais impactantes à agricultura mundial devido à sua elevada capacidade reprodutiva e adaptativa, sendo a maioria de suas espécies polífagas. Algumas espécies do nematoide das galhas têm ampla distribuição geográfica como *M. javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria*, e *M. hapla*. *M. enterolobii* é conhecido como o nematoide da goiabeira por ser um fator limitante ao cultivo desta fruteira em áreas de ocorrência do nematoide. Além da goiabeira, uma ampla gama de plantas cultivadas também são hospedeiras de *M. enterolobii*, o qual tem se mostrado virulento também a materiais vegetais resistentes a outras meloidoginoses. Espécies florestais arbóreas da família Bignoniaceae são utilizadas para fins de reflorestamento e paisagismo. Devido ao amplo círculo de plantas hospedeiras desse nematoide e a escassez de dados sobre o parasitismo em espécies arbóreas florestais, objetivou-se investigar a capacidade reprodutiva de *M. enterolobii* em espécies da família Bignoniaceae, bem como comparar a fitoquímica de plantas inoculadas com o nematoide com a de plantas não inoculadas. O ensaio foi realizado em delineamento fatorial com 7 espécies vegetais em duas condições (inoculadas e não inoculadas) e 6 repetições. Como controle positivo foi utilizado o tomateiro cv. Santa Clara. Foi inoculado um total de 3.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) por planta. A avaliação ocorreu aos 90 dias após a inoculação, tendo sido avaliadas as variáveis índice de galhas, índice de massas de ovos, fator de reprodução, e nematoides/grama de raiz. Das sete espécies analisadas nenhuma apresentou alta suscetibilidade a *M. enterolobii*. Extratos aquosos foram obtidos de folhas e analisados por cromatografia líquida de alta eficiência. Foram identificados 8 compostos presentes nas espécies arbóreas, sendo eles o ácido cafeico, ácido clorogênico, ácido isoclorogênico, ácido criptoclorogênico, hiperosídeo, isoquercitrina, luteolina e rutina. Não houve diferença estatística para os compostos detectados em plantas inoculadas e não inoculadas.

**Palavras-chave:** Cerrado, nematoide das galhas, nematoide da goiabeira, HPLC, compostos fenólicos.

## ABSTRACT

Root-knot nematodes of the genus *Meloidogyne* are the most impactful to global agriculture due to their high reproductive and adaptive capacity, with most of their species being polyphagous. Some root-knot nematode species have a wide geographical distribution, such as *M. javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria*, and *M. hapla*. *M. enterolobii* is known as the guava nematode because it is a limiting factor for the cultivation of this fruit tree in areas where the nematode occurs. In addition to guava, a wide range of cultivated plants are also hosts of *M. enterolobii*, which has also shown virulence against plant materials resistant to other root-knot nematodes. Tree species of the *Bignoniaceae* family are used for reforestation and landscaping purposes. Due to the broad host range of this nematode and the scarcity of data on parasitism in forest tree species, this study aimed to investigate the reproductive capacity of *M. enterolobii* in species of the *Bignoniaceae* family, as well as to compare the phytochemistry of plants inoculated with the nematode with that of non-inoculated plants. The experiment was conducted in a factorial design with seven plant species under two conditions (inoculated and non-inoculated) and six replicates. Tomato cv. Santa Clara was used as a positive control. A total of 3,000 eggs and second-stage juveniles (J2) per plant were inoculated. The evaluation took place 90 days after inoculation, assessing the variables: gall index, egg mass index, reproduction factor, and nematodes per gram of root. None of the seven analyzed species showed high susceptibility to *M. enterolobii*. Aqueous extracts were obtained from leaves and analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC). Seven compounds were identified in the tree species: caffeic acid, chlorogenic acid, isochlorogenic acid, cryptochlorogenic acid, hyperoside, isoquercitrin, luteolin, and rutin. No statistical difference was observed for the detected compounds between inoculated and non-inoculated plants.

**Keywords:** Cerrado, root-knot nematode, guava nematode, HPLC, phenolic compounds.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mudas de <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (A) e <i>Handroanthus impetiginosus</i> (B).---	24
<b>Figura 2.</b> Disposição do Experimento em Casa de Vegetação.-----	24
<b>Figura 3.</b> Prospecção dos Extratos Vegetais. A) Disposição das mudas em estufa de circulação de ar; B) Armazenamento das folhas trituradas; C) Amostras finais para análise cromatográfica.-----	27
<b>Figura 4.</b> Sintomas Observados na Amostra Controle ( <i>Solanum lycopersicum</i> ). A) Raiz após inoculação; B) Galhas formadas; C) Massa de ovos; D) Ovos e J2.-----	29
<b>Figura 5.</b> Sintomas Observados após inoculação. A) Sistema radicular de <i>Cybistax antisiphilitica</i> ; B) Sistema radicular de <i>Tabebuia roseo-alba</i> ; C) Sistema radicular de <i>Handroanthus serratifolius</i> ; D) Sistema radicular de <i>Handroanthus impetiginosus</i> .-----	31
<b>Figura 6.</b> Sintomas Observados Após Inoculação no Sistema Radicular de <i>Tabebuia aurea</i> . A) Raiz; B) Massas de ovos observados.-----	31
<b>Figura 7.</b> Formação de Galhas em <i>Handroanthus heptaphyllus</i> após infecção.-----	32
<b>Figura 8.</b> Formação de Galhas e Massas de Ovos em <i>Zeyheria tuberculosa</i> .-----	32
<b>Figura 9.</b> Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para <i>Cybistax antisiphilitica</i> . A) Rutina; B) Hiperosídeo; C) Isoquercitrina.-----	34
<b>Figura 10.</b> Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para <i>Handroanthus heptaphyllus</i> . A) Ácido cafeico; B) Isoclorogênico C12.-----	35
<b>Figura 11.</b> Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para <i>Handroanthus impetiginosus</i> . A) Ácido cafeico; B) Criptoclorogênico.-----	36
<b>Figura 12.</b> Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para <i>Tabebuia aurea</i> . A) Criptoclorogênico; B) Ácido cafeico; C) Isoclorogênio C12.-----	36
<b>Figura 13.</b> Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para <i>Tabebuia aurea</i> . A) Isoquercitrina; B) Hiperosídeo.-----	37
<b>Figura 14.</b> Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para <i>Tabebuia roseo-alba</i> . A) Criptoclorogênio; B) Ácido cafeico; C) Isoclorogênico C12.-----	37
<b>Figura 15.</b> Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para <i>Tabebuia roseo-alba</i> para o pico de Isoquercitrina.-----	38
<b>Figura 16.</b> Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para <i>Zeyheria tuberculosa</i> para o pico de Luteolina.-----	38

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Índice de Galhas e Massas de Ovos.-----	26
<b>Tabela 2.</b> Valores Médios de Massa Radicular, Índice de Galhas (IG), Índice de Massa de Ovos (IMO), Fator de Reprodução (FR) e Ovos por Grama de Raiz.-----	28
<b>Tabela 3.</b> Significância Estatística da Influência da Inoculação na Altura e no Número de Folhas das Espécies Inoculadas (I) e Não Inoculadas (NI).-----	30
<b>Tabela 4.</b> Análise Cromatográfica de compostos fenólicos e flavonoides, com comparação entre tempo de retenção médio da amostra com padrão.-----	33

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Objetivos.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	Família Bignoniaceae.....	14
2.1.1	Gênero <i>Cybistax</i> .....	14
2.1.2	Gênero <i>Handroanthus</i> .....	15
2.1.3	Gênero <i>Tabebuia</i> .....	16
2.1.4	Gênero <i>Zeyheria</i> .....	17
2.2	Biologia e Ecologia do <i>Meloidogyne enterolobii</i> .....	17
2.3	Mecanismos Estruturais e Bioquímicos de Defesas das Plantas.....	19
2.4	Metabólitos Secundários.....	20
2.5	Métodos de Avaliação Química em Espécies Vegetais.....	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3.1	Propagação de Espécies Vegetais e Condução do Experimento.....	23
3.2	Reprodução e inoculação de <i>Meloidogyne enterolobii</i> .....	24
3.3	Massa radicular, contagem de galhas, e coloração de massas de ovos.....	25
3.4	Avaliação das variáveis nematológicas Fator de Reprodução e nematoides/grama de raiz e variáveis da planta como altura e número de folhas.....	26
3.5	Obtenção de Extratos Metanólicos.....	26
3.6	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – CLAE.....	27
3.7	Análises Estatísticas.....	28
4	RESULTADOS.....	28
4.1	Reação de plantas da família Bignoniaceae ao nematoide <i>M. enterolobii</i> .....	28
4.2	Sintomas Observados.....	29
4.3	Avaliação Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.....	33
5	DISCUSSÃO.....	37
6	CONCLUSÃO.....	42
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

## 1. INTRODUÇÃO

Os nematoides são os metazoários mais abundantes do planeta, sendo encontrados nos mais diversos ecossistemas desempenhando diferentes funções tróficas, determinadas pela fonte de alimento preferencial. Segundo Hodda (2022), há cerca de 28.537 espécies de nematoides descritas, sendo 4.100 fitoparasitas (Decraemer e Hunt, 2006).

O parasitismo de plantas por nematoides é resultado de processos evolutivos que conduziram ao desenvolvimento de modificações morfológicas, facilitando a interação entre hospedeiro e parasita. O aparecimento dessas alterações possibilitou a especialização de hábitos alimentares, permitindo, através de estruturas bucais e da liberação de secreções, uma eficiente absorção de nutrientes onde, segundo Bernard, Egnin, e Bonsi (2017), é uma das adaptações mais significativas para o fitoparasitismo.

De acordo com Moens (2009), entre os fitonematoides, o gênero *Meloidogyne* é um dos maiores desafios para a agricultura global, devido a sua ampla distribuição geográfica, grande variedade de plantas hospedeiras, e agressividade do parasitismo. Conforme descrito por Moreira e Choudhury (2022), um dos sintomas mais característicos é a formação de galhas em raízes, causada pelo aumento acentuado das células vegetais provenientes da ação tóxica das secreções expelidas pelo nematoide. Essas deformações celulares dificultam o fornecimento de nutrientes para a planta, implicando no desenvolvimento vegetal e resultando em prejuízos para a economia e conservação ambiental.

Dentre as espécies de *Meloidogyne*, *M. enterolobii* (Yang & Eisenback, 1983), tem ganhado destaque no Brasil, devido à sua rápida disseminação e poder destrutivo. Conforme observado por Rosa, Westerich, e Wilcken (2014), a disseminação de *M. enterolobii* é motivo de preocupação, devido a sua capacidade de infectar culturas olerícolas que inicialmente foram dadas como resistentes a outros nematoides de galha. Silva, Santos e Silva (2016), em levantamento de espécies de *Meloidogyne* em regiões do Ceará, constatou que 27% das plantas analisadas apresentavam infecção por *M. enterolobii*, sendo a segunda espécie de maior relevância na região.

Essa expansão, assim como a dispersão de outros nematoides em áreas nativas, como explica Weinstein e Lafferty (2015), é um processo que pode ser facilitado por ações humanas, através da criação de novas interações hospedeiro-parasita pela introdução ou pela

modificação dos ecossistemas naturais, dessa forma, parasitas antes restritos a culturas agrícolas, passam a ser identificados em ambientes naturais, expandindo seu alcance e ampliando impactos negativos sobre a biodiversidade e ecossistemas.

De acordo com Castro (2019), é fundamental considerar a relevância de pesquisas voltadas à identificação de novas hospedeiras de *Meloidogyne enterolobii*, dessa forma auxiliando diretamente no controle do parasita, favorecendo estratégias de manejo como a rotação de culturas combinada com o cultivo de variedades resistentes. Esse aspecto, torna-se ainda mais importante, como também apontado por Silva, Oliveira, e Inomoto (2008), devido à proximidade de plantas nativas e agrícolas, podendo facilitar a transmissão de fitonematoides entre plantas, aumentando o risco de infestação em áreas cultivadas.

Diante o exposto, o presente trabalho buscou investigar a hospedabilidade de plantas do Cerrado, especificamente da família Bignoniaceae, à infecção por *M. enterolobii*. As plantas dessa família, conforme descrito por Lorenzi et al. (1992), são de grande relevância econômica e ambiental, sendo amplamente utilizadas na ornamentação e paisagismo de áreas urbanas, servindo também como matéria prima para a construção civil, fabricação de mobiliário, além da geração de biomassa e energia, e contribuindo para a manutenção da biodiversidade (Carvalho, 2008).

Devido a sua proximidade com áreas agrícolas suscita preocupações quanto à possível transmissão de fitonematoides entre plantas nativas e cultivadas. Nesse contexto, o presente estudo busca explorar os diferentes níveis de infecção atribuídos ao *M. enterolobii* em sete espécies da família Bignoniaceae, sendo elas *Handroanthus heptaphyllus* (Mart.) Mattos, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore, *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose, *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart., *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sandwith, e *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau, além de estudar a composição química de metabólitos secundários produzidos por essas plantas quando inoculadas com o nematoide.

## 1.1 Objetivos

- Estudar a reação de *H. heptaphyllus*, *H. impetiginosus*, *T. aurea*, *H. serratifolius*, *C. antisiphilitica*, *T. roseo-alba*, e *Z. tuberculosa* ao nematoide das galhas *M. enterolobii*.

- Comparar a produção de metabólitos secundários produzidos pelas plantas em condição de estresse biótico, provocado pela inoculação de *M. enterolobii*, e de não estresse, com foco em identificar compostos envolvidos na defesa natural das espécies arbóreas do Cerrado, especialmente da família Bignoniaceae.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Família Bignoniaceae

No Brasil, a família Bignoniaceae compreende cerca de 36 gêneros e 421 espécies, distribuídas por todo território nacional, e hábitos de crescimento variados como lianas, arbustos e árvores (Bignoniaceae em Flora do Brasil). As plantas são caracterizadas, em sua maioria, por folhas compostas e opostas, frutos secos, e deiscentes, com sementes aladas para facilitar a dispersão. Suas flores são hermafroditas com ovário súpero e estilete bifido e de coloração vibrante em diversas tonalidades, com pétalas concrescidas e de formato tubular (Lopes, 2005).

Devido à exuberância de suas flores, muitas espécies são largamente utilizadas como plantas ornamentais e no paisagismo urbano, sendo consideradas, em pelo menos oito países, como símbolo nacional (Smith et al. 2004). Em função à alta resistência e dureza da madeira, são espécies adotadas na construção civil, principalmente aquelas pertencentes ao gênero *Handroanthus* Mattos, onde, segundo Silva (2021); Venancio (2017), é a segunda maior exportação de madeira do Brasil, um dado que, de acordo com Lentini et al. (2021), pode ser preocupante, ao considerar o nível de exploração e o tempo de regeneração florestal, evidenciando a necessidade de preservação dessas espécies.

Dentro da família Bignoniaceae, as espécies popularmente conhecidas como ipês estão distribuídas dentro de alguns gêneros, como o *Cybistax* Mart. ex Meisn., *Tabebuia* Gomes ex DC., *Handroanthus* Mattos, e *Zeyheria* Mart. (Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, 2021, p. 09, 19 e 36).

#### 2.1.1 Gênero *Cybistax*

O gênero *Cybistax* possui atualmente uma única espécie, *C. antisiphilitica*, por possuir flores de tonalidade esverdeada, sendo conhecida vulgarmente como Ipê Verde (Lohmann, 2024). As árvores dessa espécie dependem fortemente da luz solar para seu crescimento, perdendo as folhas em épocas de maior intensidade luminosa, sendo típicas do cerrado

brasileiro e podendo atingir até 18 metros de altura. Possuem flores tuberosas em cores verdes, frutos deiscentes, folhas compostas e digitadas, podendo apresentar de cinco a sete folíolos (Guilherme et al., 2011). A floração ocorre de abril a maio e a frutificação de maio a outubro (Ribeiro-Oliveira et al., 2019). De acordo com Salomão et al. (2018), em compilado bibliográfico, *C. antisiphilitica* é bastante utilizada na medicina por possuir compostos com propriedades antiepiléptica, antissifilítica, analgésica, anticoagulante, anti-inflamatória e larvicida contra o mosquito *Aedes aegypti*.

### 2.1.2 Gênero *Handroanthus*

Apresenta predominantemente forma arbórea, raramente ocorrendo como arbusto, e encontrada em todas as regiões do Brasil. Atualmente, há 27 espécies descritas no país, das quais 15 são endêmicas (Lohman, 2024). Entre elas, destacam-se *H. serratifolius*, *H. heptaphyllus* e *H. impetiginosus*.

- *H. serratifolius*: é uma espécie arbórea de flores vibrantes e amarelas, recebe popularmente o nome de Ipê Amarelo, suas folhas são compostas e digitadas, com margens características serradas, os frutos são cápsulas deiscentes e coriáceas com sementes aladas para facilitar a dispersão por anemocoria (Carvalho, 2008). Devido a sua alta densidade e dureza é bastante utilizada na construção civil, principalmente em projetos que necessitam de madeira pesada como pontes e dormentes. (Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, 2021, p. 13; Carvalho, 2008). Conforme De Almeida et al. (2022), são diversos o uso da espécie na medicina, com comprovação da sua eficácia na inibição de células cancerígenas, e ação antifúngica sobre *Candida albicans* (C.P.Robin) Berkhout, 1923) e bacteriana contra *Staphylococcus aureus* (Rosenbach, F. J., 1884).
- *H. impetiginosus*: conhecido por Ipê Roxo, pode ser encontrado entre as regiões da América Central e Sul, onde, no Brasil, ocorre principalmente nos domínios do Cerrado. É uma árvore que pode chegar a 30 metros de altura, com suas flores variando entre roxo e rosa, florescimento entre os meses de maio e setembro, período em que a planta perde suas folhas. Os frutos são em formato de cápsula e deiscentes com sementes aladas, enquanto as folhas são compostas, opostas e digitadas, com margens serrilhadas e 5 folíolos (Salomão e Camilo, 2018). A madeira pode ser usada

na construção civil para acabamentos internos, confecção de dormentes, mourões e postes, fornecendo também lenha de boa qualidade para energia. É conhecida por sua produção de componentes tanantes usados na indústria farmacêutica, e por sua ação no combate à ácaros (Carvalho, 2008; Moraes, 2021).

- *H. heptaphyllus* (Mart.) Mattos apresenta flores de tonalidade rosada com 7 pétalas em formato tubular, podem ser observadas no período de junho a setembro, e devido a sua coloração podem ser conhecidas como Ipê Rosa. São árvores que podem atingir 35 metros de altura sendo originária da América do Sul. Apresenta folhas compostas, opostas e digitadas com sete folíolos e margens inteiras, sendo os frutos cápsulas secas, deiscentes e com sementes aladas (Da Silva e Lima, 2010). Devido ao porte e exuberância da árvore é bastante utilizada na arborização urbana, sua madeira pode ser usada na carpintaria, marcenaria e na construção civil e naval (Carvalho, 2008)

### 2.1.3 Gênero *Tabebuia*

O gênero *Tabebuia* passou recentemente por um processo de reclassificação com base em aspectos anatômicos da madeira. Nesse contexto, suas espécies foram divididas em três gêneros distintos: *Tabebuia*, *Handroanthus*, e *Roseodendron*, onde as espécies classificadas dentro do gênero *Tabebuia* apresentam menor tamanho em suas pontuações (Dos Santos, 2017). Dentre as espécies deste gênero pode-se destacar *Tabebuia aurea* e *Tabebuia Roseo-alba*.

- *Tabebuia aurea*: geralmente conhecido como Ipê Caraíba, possui flores de coloração dourada com floração de julho a setembro, e são árvores que podem atingir até 20 metros de altura, com folhas digitadas e coriáceas de margens lisas, sendo os frutos cápsulas cilíndricas com sementes aladas. É uma espécie pioneira que pode ser encontrada na América Central e Sul (Carvalho, 2003). Sua madeira é bastante utilizada na indústria moveleira, na confecção de ferramentas e artigos esportivos, e na construção civil. Pela exuberância de suas flores é comumente encontrada na arborização urbana (Oliveira, 2012). Na medicina pode ser utilizada no tratamento de gripes, resfriados e inflamações (Carvalho, 2003).
- *Tabebuia Roseo-alba*: apresenta floração branca nos períodos de julho a agosto, e é conhecido como Ipê Branco. É uma árvore que pode chegar a 22 metros de altura,



apresentando folhas decíduas e digitadas com 3 folíolos, e os frutos são do tipo cápsula com sementes aladas. (Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, 2021, p. 12). São encontradas na América do Sul, sendo bastante utilizada como planta ornamental na arborização urbana e para a fabricação de produtos de baixo valor comercial, devido à madeira apresentar baixa densidade (Vieira et al, 2018).

#### **2.1.4 Gênero *Zeyheria***

O gênero *Zeyheria* pode ser encontrado em forma de arbustos e árvores, e no Brasil é representado por duas espécies *Z. montana* Mart. e *Z. Tuberculosa*. Para essa pesquisa foi utilizada *Z. Tuberculosa*, que pode atingir até 20 metros de altura. Suas folhas são opostas e cruzadas com presença de estruturas pilosas, as flores são amareladas. Os frutos são cápsulas em formato de bolsas grandes, com sementes aladas e achatadas (Carvalho, 2003). Segundo Carvalho (2005), é uma espécie que corre sérios riscos de extinção devido ao desmatamento. Seu fruto é bastante utilizado no artesanato por comunidades locais (Carvalho, 2005; Paraná, 1995).

#### **2.2 Biologia e Ecologia do *Meloidogyne enterolobii***

O primeiro registro conhecido de *M. enterolobii* foi realizado na China, em 1983, por Yang e Eisenback. O nematoide foi identificado após coleta de raízes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong., com sintomas de parasitismo por nematoide, que inicialmente, achavam se tratar de *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) (Chitwood, 1949). Após análises morfológicas, bioquímicas, genéticas, e de hospedabilidade foi constatado que se tratava de uma nova espécie de *Meloidogyne*. No Brasil, o primeiro relato ocorreu em 2001 nos estados da Bahia e Pernambuco em árvores de Goiabeira (Carneiro et al., 2001). Através de pesquisas posteriores o *M. enterolobii* ganhou destaque devido a sua alta taxa de reprodução e ao se mostrar capaz de infectar plantas consideradas resistentes a outras espécies do mesmo gênero (Brito et al., 2007).

*M. enterolobii*, assim como outros nematoides indutores de galha radicular, apresentam relação endoparasítica sedentária com suas hospedeiras, e são conhecidos pela indução de células nutritoras no cilindro vascular e pelo desbalanço hormonal que causa hiperplasia e hipertrofia de células adjacentes à célula nutritora, culminando com a formação de galha radicular (Da Silva et al., 2014).

Ao final do ciclo de vida, as fêmeas depositam ovos em massa gelatinosa e um novo ciclo se inicia com embriogênese dos ovos, levando à formação dos estádios J1 e J2, sendo este último o estágio que eclode do ovo e penetra a raiz, migrando intercelularmente até o cilindro vascular, local onde induz a célula nutridora, conhecida como cenócito. Após a indução do cenócito, o J2 se torna sedentário e o nematoide permanece até o final do ciclo de vida no local de indução da célula nutridora, levando à formação, em sua maioria, de fêmeas periformes e, em condições especiais, de machos filiformes. O nematoide passa por 4 ecdises, sendo a primeira dentro ovo que leva à formação do J2 e as demais dentro da raiz da planta levando à formação de estádios salsichoides (J3 e J4), os quais sofrem a quarta ecdise e se transformam em adultos. Os machos não se alimentam e deixam a raiz assim que são formados. As fêmeas se alimentam no cenócito até a produção dos ovos, quando expõem a parte posterior do corpo para fora da raiz e liberam até 2.000 ovos envoltos em massa gelatinosa na rizosfera, garantindo a continuidade do ciclo (Pimentel et al., 2019; Ferraz et al., 2016, p. 124; Abad, 2008).

A formação de galha radicular leva à redução da formação de raízes secundárias, o que reduz a absorção de água e nutrientes pela planta. No patossistema *M. enterolobii*/goiabeira, quando o nematoide ocorre em associação com o fungo *Fusarium solani* (Mart.), pode causar a morte do sistema radicular, culminando com a murcha e declínio da planta (Moura. et al, 2008; Castro, 2024).

*M. enterolobii* pode ser encontrado globalmente, mas principalmente em regiões tropicais e subtropicais, Segundo Youssef et al. (2013) apud Sikandar et al. (2023) as perdas globais relacionadas a nematoides são estimadas em 157 bilhões de dólares anuais. *Meloidogyne* spp. é o principal nematoide causador de perdas econômicas à agricultura mundial, pois parasita as mais diferentes culturas econômicas cultivadas globalmente (Tileubayeva et al., 2021 apud Sikandar et al., 2023). Perdas de até 65% na produção, causadas por *M. enterolobii*, foram relatadas em ensaio com tomateiro (Cetintas et al., 2007 apud Castagnose-Sereno, 2012) e de até 50% em tomateiro e abóbora cultivados em casa de vegetação (Kiewnick et al., 2008 apud Sikandar et al., 2023). No Brasil, os principais danos foram relatados em cultivos de goiabeira, onde, de acordo com Pereira et al., 2009 apud Da Silva et al., (2014), os prejuízos podem chegar a R\$ 112,7 milhões. No Brasil, além da goiabeira, *M. enterolobii* tem sido relatado em outras culturas econômicas como soja, tomate, café, e cana-de-açúcar, mas sem estimativa de dano econômico (Da Silva et al., 2014).

É possível realizar o manejo integrado para prevenção e controle de *M. enterolobii*, sendo necessário a certificação do plantio em áreas isentas do patógeno através de análises preliminares do solo, e a aquisição de mudas de viveiros certificados, sendo fundamental o controle dos insumos utilizados (Da Silva et al., 2014). Para o controle existem diversas técnicas como o uso de aditivos químicos, controle biológico usando bactérias e fungos, além de cultivares resistentes (Sikandar et al., 2023).

### **2.3 Mecanismos Estruturais e Bioquímicos de Defesas das Plantas**

As plantas são organismos incapazes de exercer locomoção ativa e, sob essa perspectiva, para perpetuar sua forma de vida foi necessário que os mecanismos de defesa evoluíssem e se adaptassem aos diversos desafios ambientais. Dessa forma, a pressão seletiva atua diretamente na modificação morfológica e química das plantas.

Quando atacada, a primeira linha de defesa das plantas são os mecanismos estruturais pré-existentes, os quais não necessitam de estímulo do parasita para ocorrer, sendo inerentes à planta e inespecíficos. Como exemplo temos a própria epiderme, que tem como função proteger os tecidos internos, nela é possível encontrar cera, cutina, formação de pelos, e tricomas (Michereff, 2001).

Uma vez ultrapassada a barreira física pré-existente, as plantas ainda contam com barreiras bioquímicas já estabelecidas. Essas substâncias podem estar presentes de forma livre no vegetal ou serem sintetizadas e aumentadas em resposta à presença do patógeno. Algumas delas podem ainda sofrer transformação estrutural, passando de atóxicas para tóxicas, ampliando sua eficácia. (Da Silva et al., 2008). Diferentes compostos de defesa podem ser formados em reação a um organismo invasor como compostos fenólicos, saponinas, glicosídeos, proteínas e ácidos hidrocarboxílicos (Stangarlin et al., 2011). Estes elementos podem atuar em diversas funções, como repelentes ou inseticidas durante a herbivoria, agir diretamente na inibição do parasita, promovendo a morte celular e, em alguns casos, produzindo efeitos alelopáticos (Da Silva et al., 2008).

As plantas, ao perceberem estímulos abióticos e bióticos de estresse, como penetração de patógenos, injúrias ou pressões ambientais, acionam sinais que estimulam seu sistema de defesa. Essa resposta pode ocorrer de forma endógena, quando as moléculas sinalizadoras partem da própria planta. Nesse caso, tais moléculas são formadas quando estruturas da parede celular são modificadas por ação de infecções, injúrias e toxinas. Essas moléculas se

ligam a receptores específicos, ativando processos relacionados à produção de mecanismos de defesa. Já na forma exógena, as moléculas sinalizadoras partem de organismos externos, como as liberadas por parasitas durante a infecção (Pinto et al., 2011).

Como forma de defesa, algumas plantas induzem o surgimento de novas estruturas mecânicas, onde segundo Trindade (2021), podem ser a partir da modificação de tecidos, como a formação de camadas de células suberizadas, que atuam impedindo o progresso da infecção; a criação de zonas de abscisão, que consiste no destacamento da área contaminada pelo patógeno, promovendo a diminuição de tamanho até se desprender completamente; além da formação de tiloses e deposições de gomas, que isolam o patógeno. Outra estratégia defensiva envolve alterações estruturais nas células do hospedeiro, como a hipertrofia celular, que impede que o patógeno migre para outras células, e a deposição de papilas que fortalecem a parede celular (Trindade, 2021).

Além da modificação estrutural, pode ocorrer também a modificação bioquímica e a indução de formação de novos compostos. Conforme Michereff (2001), a resposta hipersensitiva é aquela que após a sinalização da infecção, induz a morte celular do hospedeiro e a produção de compostos tóxicos no interior da célula morta. Entre as modificações está a síntese de proteínas solúveis tóxicas ao parasita, produzidas em respostas à infecção, sendo conhecidas como proteínas relacionadas à patogênese (PR), que se acumulam no interior da célula em resposta à infecção pelo patógeno (Fernandes et al., 2009). Trindade (2021) destaca também, a produção de metabólitos secundários e a indução de espécies de oxigênio reativo. Todo esse processo contribui para o isolamento e posterior morte do parasita.

## **2.4 Metabólitos Secundários**

Os metabólitos secundários são substâncias produzidas pelas plantas que não estão envolvidos diretamente em processos fisiológicos como crescimento e maturidade e agem de forma específica em respostas a modificações bióticas e abióticas, sendo fundamentais nos processos evolutivos e de adaptação. De acordo com Pacheco e Amorim (2020), os compostos dividem-se em três grupos funcionais principais: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados.

Os terpenos, segundo Felipe e Bicas (2017), são compostos formados por junções de hidrocarbonetos de 5 carbonos – isoprenos, e são classificados de acordo com a quantidade de

isoprenos que constituem sua fórmula. Os compostos de menor massa molecular apresentam maior volatilidade, influenciam nos aromas vegetais e podem ser aplicados nas indústrias agrícola, farmacêutica, alimentícia, e cosmética, como na produção e comercialização de óleos essenciais e aromas (Peres, 2010). Nas plantas, são responsáveis pela atração de polinizadores e dispersores, substância de defesa contra herbívoros e patógenos e, em alguns casos, atuam em efeitos alelopáticos (Nascimento, 2016). Os terpenos de caráter não volátil como os limonóides e isoprenóides exercem papel fundamental no combate à fitofagia, atuando como inseticida e em processos de estresse abiótico (Pacheco e Amorim, 2020).

Os compostos fenólicos, do ponto de vista químico, são substâncias formadas por, pelo menos, um anel aromático, no qual um dos átomos de hidrogênio é substituído por um grupo hidroxila (Peres, 2010), podem ser sintetizados por duas rotas metabólicas: pela via do ácido chiquímico e do ácido mevalônico (Vizzotto, Krolow e Weber, 2010). Conforme Pacheco e Amorim (2020), quando expostas a pressões biológicas e ambientais, as plantas ativam alterações nas rotas de produção de carbono, promovendo a produção de metabólitos secundários que atuam diretamente na resolução do problema. A presença de substâncias fenólicas confere ao vegetal maior resistência a organismos fitopatogênicos e estão envolvidos em processos de oxidação (Soares, 2002).

Dentre os compostos fenólicos, destacam-se as ligninas, os taninos, os flavonoides, as xantonas, as naftoquinonas, e os ácidos fenólicos (Angelo e Jorge, 2007). Esses compostos desempenham diversas funções nas plantas, incluindo a produção de substâncias alelopáticas, que são liberadas em situações de competição e influenciadas por estímulos como temperatura, radiação, disponibilidade de água e nutrientes. Essas substâncias, quando produzidas e liberadas por uma determinada espécie vegetal, podem inibir o estabelecimento de outras plantas e promover a sua permanência (Pacheco e Amorim, 2020).

Das substâncias citadas, a lignina, além de conferir sustentação mecânica à planta, também desempenha um papel defensivo ao reduzir a digestibilidade dos tecidos vegetais pelos herbívoros (Taiz; Zeiger, 2007). Os taninos, por sua vez, diminuem a taxa de herbivoria, pois tornam as plantas menos palatáveis e podem apresentar toxicidade aos herbívoros (Monteiro et al., 2005). Já os flavonoides são essenciais para a sobrevivência dos vegetais, desempenhando funções como a atração de polinizadores e dispersores, devido à coloração que conferem às flores e frutos (Dos Santos e Rodrigues, 2017).

Já os compostos denominados nitrogenados são substâncias orgânicas que possuem nitrogênio em sua composição, dentre alguns exemplos temos os alcaloides e os glicosídeos cianogênicos que atuam como moléculas de defesa constitutivas contra patógenos (Taiz e Zeiger, 2007). Os alcaloides, por exemplo, são amplamente utilizados nas indústrias farmacêutica e alimentícia para a extração de compostos como morfina, cafeína e codeína. Nas plantas, sua produção é intensificada em resposta a ataques de patógenos, apresentando propriedades tóxicas, como no caso da nicotina (Pacheco e Amorim, 2020). E ainda, como exposto por Taiz e Zeiger (2007), a maioria dos alcaloides são venenosos para os animais, alguns exemplos são a estricnina e a atropina. Da mesma forma, os glicosídeos cianogênicos passam por um processo de hidrólise quando a planta é danificada. A hidrólise desses compostos é promovida por enzimas específicas, levando à formação de moléculas tóxicas como o ácido cianídrico e cetonas, agindo diretamente no combate à herbivoria (De Oliveira et al., 2020).

## **2.5 Métodos de Avaliação Química em Espécies Vegetais**

- **Cromatografia Líquida de Alta Eficiência**

A cromatografia é uma técnica de separação físico-química utilizada para separar os componentes de uma substância, baseada na interação diferencial entre duas fases: a fase estacionária e a fase móvel. Essa separação ocorre devido à afinidade dos compostos com o material utilizado na fase estacionária (Amorim, 2019). Segundo Peres (2002), a fase estacionária pode ser um composto sólido ou um líquido disposto em uma coluna, enquanto a fase móvel é formada por um líquido ou gás que atuam como solvente, que arrasta a substância ao longo do percurso. Dessa forma aqueles compostos com maior afinidade com o material na fase móvel levam um menor tempo para se deslocar, enquanto aqueles com menor afinidade passam mais lentamente. Dessa forma, é possível realizar a separação dos componentes de acordo com o tempo de retenção de cada um.

A Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) é caracterizada por possuir na fase estacionária, partículas muito pequenas (de 3 a 10  $\mu\text{m}$ ), o que aumenta a interação com a substância analisada e proporciona uma separação mais eficiente dos componentes (Resque, 2022). No entanto, caso a coluna ofereça resistência à passagem do soluto, é necessário o uso

de bombas de alta pressão (até 400 bars) visando assegurar o fluxo dos compostos (Collins et al., 1988).

De acordo com Silva e Collins (1988), o CLAE é bastante utilizado para amostras com alta instabilidade térmica ou ainda para amostras com maior polaridade e baixa volatilidade, e possui diversas aplicações, como purificação de substâncias, detecção de compostos ou auxiliar na separação de elementos indesejáveis (Goulart, 2012), sendo uma das técnicas mais utilizadas em laboratório devido à alta versatilidade e eficiência, além de ser uma técnica mais econômica em comparação a outros tipos de cromatografia (Gama, 2019).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Propagação de Espécies Vegetais e Condução do Experimento

Foram utilizadas 84 mudas de espécies nativas da família Bignoniaceae, das quais, *T. aurea*, *H. serratifolius*, *C. antisiphilitica*, *T. roseo-alba*, e *Z. tuberculosa* foram compradas no Viveiro de mudas nativas – Paisagem Nativa, localizado em Planaltina – Distrito Federal. As mudas tinham idade entre 9 e 10 meses, fruto de semeadura em tubetes, a identificação foi realizada baseada em literatura consultada (100 árvores urbanas: Brasília – guia de campo (Da Silva, 2010) e Árvores Brasileiras (Lorenzi, 1992).

Mudas de *H. heptaphyllus* e *H. impetiginosus* foram obtidas de sementes doadas pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (NOVACAP) e do viveiro Germiverde Sementes, localizado em Buritama - São Paulo. As sementes foram germinadas em papel toalha e umedecidas com água. Após o surgimento das primeiras folhas definitivas, as mudas foram transferidas para copos de plástico (**Figura 01**), onde permaneceram por 2 meses. Todas as mudas foram transplantadas para vasos e sacos plásticos, conforme a **Figura 02**, contendo aproximadamente 2,0 L de substrato estéril (autoclavado a 120°C/1 hora) e constituído de composto orgânico, areia, e solo na proporção 1:1:1. As mudas foram adubadas com fertilizante NPK 4-14-8.



**Figura 1.** Mudas de (A) *Handroanthus heptaphyllus* e (B) *Handroanthus impetiginosus*.  
Fonte: Autoria própria.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, durante os meses de abril a setembro de 2024, com temperatura variando de 20 a 35 °C e umidade controlada mediante regas semanais (**Figura 02**).



**Figura 2.** Disposição do Experimento em Casa de Vegetação. Fonte: Autoria própria.

Adotou-se como delineamento experimental o esquema fatorial 7:6:2, com 7 tratamentos, 6 repetições, e duas condições, inoculada e não inoculada, além do tomateiro cv. Santa Clara (*Solanum lycopersicum* L.) como testemunha positiva. As plantas foram dispostas aleatoriamente na bancada da casa de vegetação para a realização do ensaio.

### 3.2 Reprodução e inoculação de *Meloidogyne enterolobii*

A população inicial de *Meloidogyne enterolobii* foi obtida do Laboratório de Nematologia do Instituto de Biologia da Universidade de Brasília (UnB). Os nematoides foram multiplicados em raízes de tomateiro (*Solanum lycopersicum*), cv. Santa Clara. As



plantas foram mantidas em casa de vegetação da Estação Experimental de Biologia, servindo de fonte de inoculo para o ensaio.

Ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2), presentes no momento da coleta, foram extraídos de raízes de tomateiro utilizando-se a metodologia modificada do método de Hussey & Barker (1973), onde raízes de tomateiro foram cortadas em pequenos pedaços e trituradas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% em liquidificador doméstico. A suspensão resultante da trituração foi vertida em peneiras sobrepostas com malhas contendo aberturas de 20 mesh (0,84 mm) e 500 mesh (0,026 mm), sendo o conteúdo da peneira de 500 mesh recolhido em um béquer e centrifugado a 3.000 rpm/5 min. em água, com descarte do sobrenadante. Na sequência, o precipitado foi colocado em suspensão em solução de sacarose (500 g de sacarose/1 L de água) e centrifugado a 2.000 rpm/60 segundos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi vertido na peneira de 500 mesh e o conteúdo retido na peneira foi recolhido em béquer com auxílio de uma pisseta com água.

A contagem e calibração de ovos e juvenis de secundo estágio (J2) foi realizada em placa de contagem com auxílio de um microscópio ótico. A inoculação foi realizada com o auxílio de uma pipeta volumétrica, por meio da abertura de furos de 4 cm de profundidade próximos às raízes, onde foi depositado o volume calibrado de ovos e J2. Foram inoculados 3.000 ovos por planta, as quais foram mantidas por 90 dias em casa de vegetação.

### **3.3 Massa radicular, contagem de galhas, e coloração de massas de ovos**

Após 90 dias da inoculação, as plantas tiveram a parte aérea separada das raízes e as raízes lavadas em água corrente, secas ao ar, e pesadas para a obtenção da massa fresca.

Para avaliar o índice de galhas e de massas de ovos foi utilizada a metodologia descrita por Taylor e Sasser (1978). As raízes foram imersas em uma solução de floxina B a 1,5% por aproximadamente 15 minutos, facilitando a coloração e a identificação das massas de ovos. A classificação dos índices foi realizada com base na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Índice de Galhas e Massas de Ovos.

Número de Galhas/Massa de Ovos	Índice	Hospedabilidade
0	0	Imune
1-2	1	Alta Resistência
3-10	2	Resistente
11-30	3	Resistência Moderada
31-100	4	Suscetível
>100	5	Alta Suscetibilidade

**Fonte:** Taylor e Sasser (1978).

### **3.4 Avaliação das variáveis nematológicas Fator de Reprodução e nematoides/grama de raiz e variáveis da planta como altura e número de folhas**

A quantificação de ovos e eventuais J2 por planta inoculada foi realizada em lâmina de Peters com auxílio de um microscópio ótico. Após a contagem, o fator de reprodução foi calculado com base na razão da população final de ovos e eventuais J2 (**Equação 01**). A variável densidade de nematoides na raiz foi obtida pela razão da população final pela massa radicular (**Equação 02**).

**Equação 01.** Fator de Reprodução.

$$Fr = \frac{PF}{PI} \quad (1)$$

**Onde:** Fr = Fator de Reprodução; PF = População Final; PI = População Inicial.

**Equação 02.** Densidade de Nematoides por raiz.

$$\text{Densidade de nematoides por raiz} = \frac{PF}{\text{Massa Radicular (g)}} \quad (2)$$

**Onde:** PF = População Final; Massa Radicular (g) = peso da raiz em gramas.

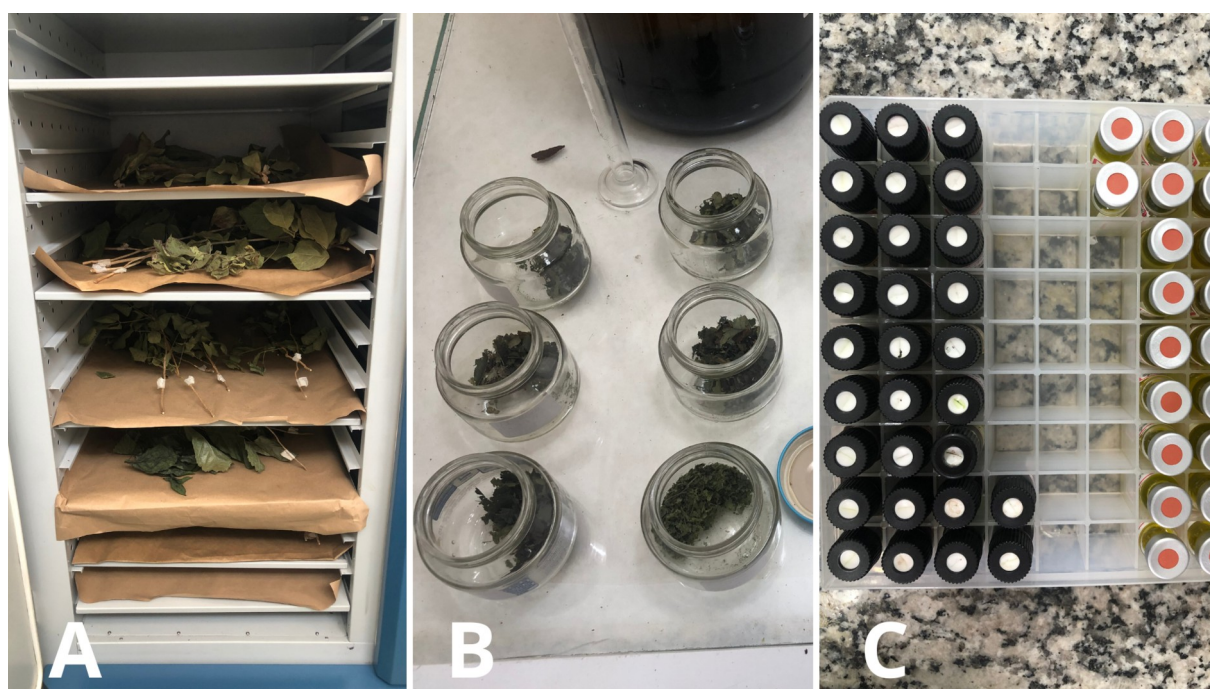
Avaliou-se também a altura de plantas (cm) e o número de folhas por planta, por ocasião da inoculação e avaliação.

### **3.5 Obtenção de Extratos Metanólicos**

Após 90 dias da inoculação, a parte aérea das plantas foi separada das raízes e as folhas recolhidas e armazenadas em estufa de circulação de ar a 40 °C por uma semana

(Figura 03), para eliminação de líquidos e preparo dos extratos. Após esse período, as folhas foram trituradas com auxílio de moedor elétrico e pesadas (Figura 03).

Das 7 espécies foram preparadas 42 amostras, de plantas inoculadas e não inoculadas, cada uma com 3 repetições. O solvente utilizado para a formulação do extrato foi o Álcool Metílico na proporção de 20ml para cada 10g de folhas. O material foi mantido em temperatura ambiente por uma semana. Após esse período a solução foi filtrada e passada para frascos esterilizados para análise em CLAE (Figura 03).



**Figura 3.** Obtenção de extrato metanólico de folhas. **A)** Disposição das mudas em estufa de circulação de ar; **B)** Armazenamento das folhas trituradas; **C)** Amostras finais para análise cromatográfica. Fonte: Autoria própria.

### 3.6 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – CLAE

O perfil cromatográfico foi obtido utilizando o equipamento Hitachi (Elite LaChrom), equipado com a coluna LiChroCART 150-4,6 Purospher STAR RP-18e (5  $\mu$ m). Cada amostra foi analisada em um tempo de 55 minutos, empregando-se o método gradiente na fase móvel, com ácido fosfórico a 1% (bomba A) e acetonitrila (bomba C) como eluentes. A fase estacionária consistiu-se em sílica.

A varredura dos componentes foi realizada nas faixas  $\lambda = 280\text{nm}$  e  $\lambda = 354\text{nm}$  em espectrofotômetro UV/VIS.

Para análise dos compostos foi utilizada a biblioteca padrão disponibilizada pelo laboratório de Controle de Qualidade de Fármacos e Medicamentos, e comparação entre os tempos de retenção e similaridade entre as amostras e o padrão. Só foram utilizadas amostras que obtiveram pureza entre 0,9 e 1,0.

### 3.7 Análises Estatísticas

Todos os resultados foram submetidos à análise de normalidade e à verificação da homogeneidade de variâncias. Foram aplicados os testes estatísticos Tukey (T) e Mann-Whitney (U) a 5% de probabilidade para análise dos dados. As análises e o processamento dos dados foram realizados utilizando-se os softwares Google Sheets e Google Colab.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Reação de plantas da família Bignoniaceae ao nematoide *M. enterolobii*

Das sete espécies arbóreas analisadas, nenhuma apresentou suscetibilidade ao nematoide das galhas *M. enterolobii* (**Tabela 2**), com média do fator de reprodução (FR) menor que 1, indicando uma baixa taxa reprodutiva (Oostenbrink, 1966).

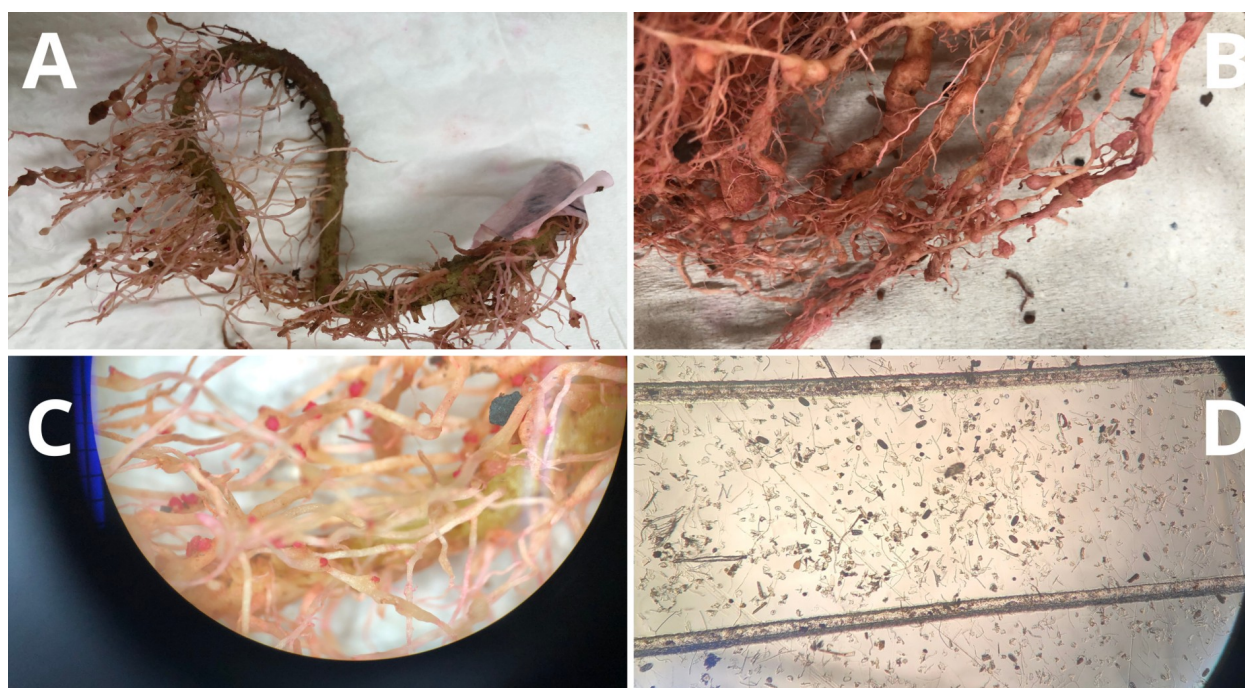
De acordo com Taylor e Sasser (1978), as espécies *C. antisiphilitica* e *T. roseo-alba*, que apresentam índice de galhas (IG) e índice de massas de ovos (IMO) menores que 1, são consideradas imunes ao parasita. Já *H. impetiginosus* e *H. serratifolius*, com  $IG < 2$  e  $IMO < 1$ , podem ser classificadas como altamente resistentes ou imunes. A espécie *T. aurea*, que apresentou  $IG$  e  $IMO < 3$ , é considerada resistente. Por fim, *H. heptaphyllus* e *Z. tuberculosa* demonstraram resistência moderada.

O controle positivo, tomateiro cv. Santa Clara (*Solanum lycopersicum*) apresentou suscetibilidade com formação de galhas e massas de ovos aparentes e valores superiores em comparação com as espécies analisadas, sendo classificado como suscetível. (**Figura 04**).

**Tabela 2.** Valores Médios de Massa Radicular, Índice de Galhas (IG), Índice de Massas de Ovos (IMO), Fator de Reprodução (FR), e Ovos por Grama de Raiz.

Nome Científico	Plantas Massa Radicular (g)	IG	IMO	FR	Ovos/g raiz
<i>Cydistax antisiphilitica</i>	14	0,33	0,33	0,02	5,22

<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	8,65	3,33	2,66	0,09	35,41
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	4,45	1,5	0,83	0,03	32,04
<i>Handroanthus serratifolius</i>	29	1,5	0	0,01	1,58
<i>Tabebuia aurea</i>	17,16	2	2,16	0,15	26,89
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	63	0,66	0,16	0,03	1,86
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	29,5	3,5	3,5	0,11	12,38
<b><i>Solanum lycopersicum</i> (Controle)</b>	<b>24,1</b>	<b>4,41</b>	<b>4,08</b>	<b>1,57</b>	<b>4692</b>



**Figura 4.** Sintomas Observados na Amostra Controle (*Solanum lycopersicum* L.). **A)** Raiz após inoculação; **B)** Galhas formadas; **C)** Massas de ovos; **D)** Ovos e J2. Fonte: Autoria própria.

#### 4.2 Sintomas Observados

Durante o período experimental não houve diferença estatística na produção de folhas na comparação entre plantas inoculadas e não inoculadas (**Tabela 03**). A espécie com maior

incremento foliar ao longo dos 90 dias de ensaio foi *H. serratifolius*, seguido, em ordem decrescente por: *C. antisiphilitica*, *Z. tuberculosa*, *T. roseo-alba*, *H. heptaphyllus*, *T. aurea* e *H. impetiginosus*.

Com relação à altura das plantas, somente *T. roseo-alba* apresentou diferença estatística entre plantas inoculadas e não inoculadas, onde plantas inoculadas apresentaram maior taxa de crescimento que plantas não inoculadas. Na **Tabela 3**, observa-se que as espécies com maior crescimento, em ordem decrescente, foram: *H. serratifolius*, *T. roseo-alba*, *Z. tuberculosa*, *H. heptaphyllus*, *T. aurea*, *C. antisiphilitica*, e *H. impetiginosus*.

**Tabela 3.** Significância Estatística da Influência da Inoculação na Altura e no Número de Folhas das Espécies Inoculadas (I) e Não Inoculadas (NI).

Nome Científico	<sup>1</sup> Altura (I)	<sup>1</sup> Altura (NI)	<sup>2</sup> Significância estatística (Altura)	<sup>1</sup> Nº Folhas (I)	<sup>1</sup> Nº Folhas (NI)	<sup>2</sup> Significância estatística (Folhas)
<i>Cydistax antisiphilitica</i>	3,76	7,70	0,69	18,66	26	0,50
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	6,58	6,51	0,97	14,16	10,16	0,24
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	0,68	0,18	0,10	-3	-2,33	0,71
<i>Handroanthus serratifolius</i>	19,4	18,6	0,84	25,5	30	0,39
<i>Tabebuia aurea</i>	6,45	5,7	0,76	5,16	5,33	0,96
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	9,33	1,05	0,02 *	14,33	7,16	0,27
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	8,46	12,75	0,30	14,33	24,5	0,16

<sup>1</sup> Valores médios de altura e número de folhas calculados com base nas diferenças entre os dados obtidos no início do ensaio e ao final do ensaio.

<sup>2</sup>Valor-p calculado em relação ao valor crítico a 5%.

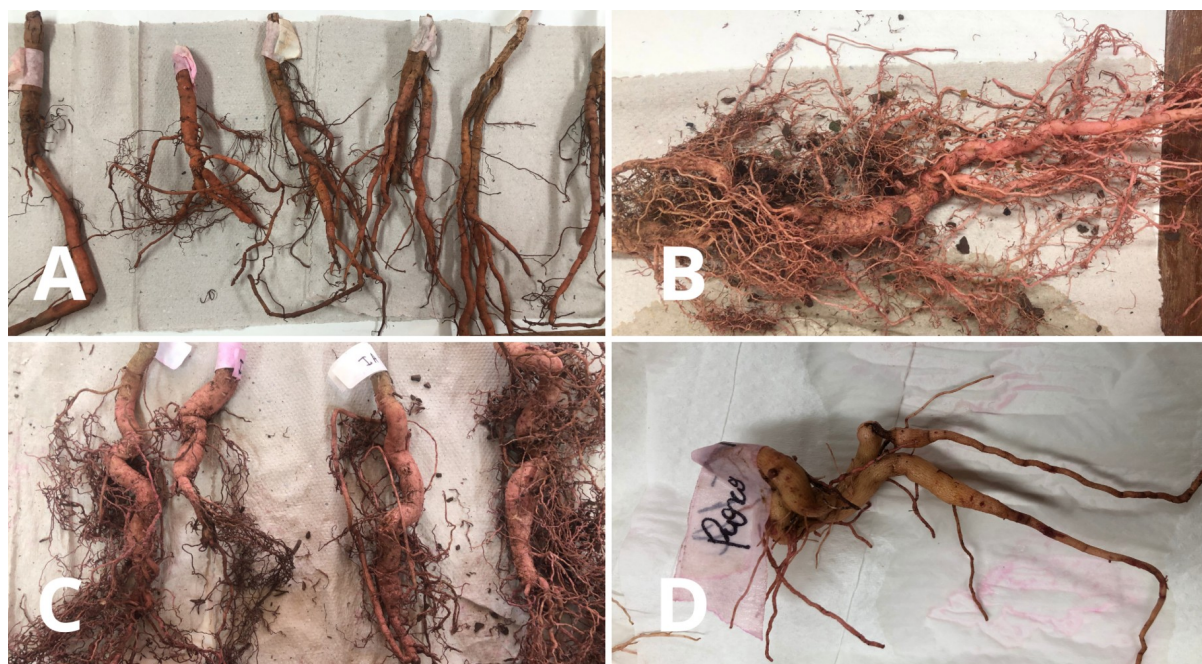
\*Resultado estatisticamente significativo a 5% de significância.

Os sintomas nas raízes foram avaliados quanto a presença de galhas e massas de ovos. *C. antisiphilitica* (**Figura 5A**), e *T. roseo-alba* (**Figura 5B**), não apresentaram galhas e

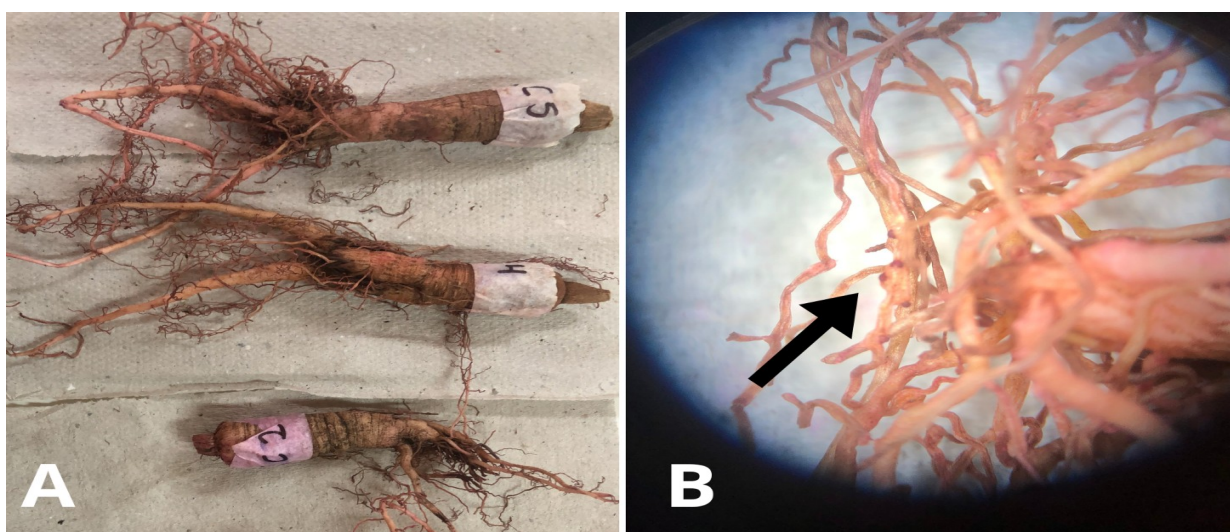


massas de ovos estatisticamente significativas. *H. serratifolius* (Figura 5C) produziu poucas galhas e sem massas de ovos. *H. impetiginosus* (Figura 5D), apresentou pequenas galhas e massas de ovos.

Em *T. aurea* houve a formação de galhas e de massas de ovos em parte do sistema radicular de algumas repetições, além do engrossamento das raízes (Figura 06).



**Figura 5.** Sintomas Observados após inoculação. A) Sistema radicular de *Cybistax antisiphilitica*; B) Sistema radicular de *Tabebuia roseo-alba*; C) Sistema radicular de *Handroanthus serratifolius*; D) Sistema radicular de *Handroanthus impetiginosus*. Fonte: Autoria própria.



**Figura 6.** Sintomas Observados Após Inoculação no Sistema Radicular de *Tabebuia aurea*. A) Raiz; B) Massa de Ovos. Fonte: Autoria própria.



*Handroanthus heptaphyllus* formou galhas evidentes distribuídas por todo o sistema radicular, mas a produção de massas de ovos foi menor comparada com a de galhas (**Figura 7**). *Zeyhera tuberculosa* desenvolveu galhas e massas de ovos com tamanhos menores por toda raiz, sendo possível observar principalmente nos tecidos mais finos (**Figura 08**).



**Figura 7.** Formação de Galhas em *Handroanthus heptaphyllus* após infecção.



**Figura 8.** Formação de Galhas e Massas de Ovos em *Zeyhera tuberculosa*.



### 4.3 Avaliação Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

Com o método CLAE foi possível realizar a separação e identificação de compostos presentes em 6 espécies do experimento (**Tabela 4**), com exceção de *H. serratifolius* que não apresentou picos cromatográficos com valores aceitáveis para a análise, podendo indicar que não possuía compostos presentes na biblioteca padrão de comparação, ou que o extrato não continha pureza elevada.

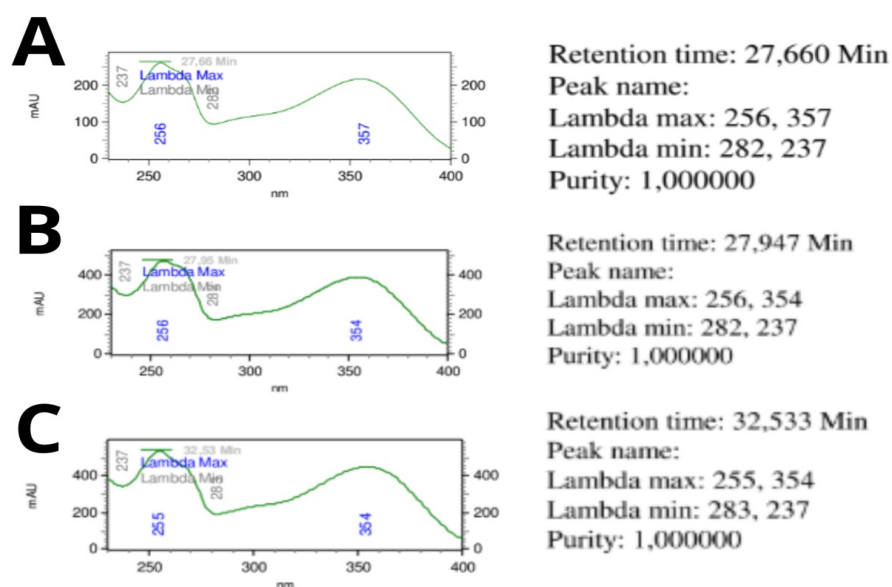
Foi possível identificar em *C. antisiphilitica* 3 compostos no comprimento de onda UV em  $\lambda = 354$  nm. As **figuras 9A, 9B e 9C** trazem os perfis cromatográficos encontrados. Nenhum composto apresentou diferença nas concentrações entre as amostras inoculadas e não inoculadas. Através da comparação com a biblioteca padrão foi possível identificar os compostos rutina, hiperosídeo e isoquercitrina nas repetições com alta similaridade ao composto padrão (**Tabela 4**).

**Tabela 4.** Análise Cromatográfica de compostos fenólicos e flavonoides, com comparação entre tempo de retenção médio da amostra com o padrão.

Espécie	Composto	Tempo de retenção médio	Tempo de retenção padrão	Similaridade <sup>1</sup>
<i>Cybastax antisiphilitica</i>	Rutina	28,68	26,68	0,99
	Hiperosídeo	29,78	28,03	0,99
	Isoquercitrina	32,52	28,68	0,99
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ácido Cafeico	18,09	17,68	0,99
	Ácido Isoclorogênico C12	30,78	25,04	0,99
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Criptoclorogênico	14,38	17,46	0,99
	Ácido Clorogênico	14,39	13,9	0,99
<i>Tabebuia aurea</i>	Criptoclorogenico	14,78	17,46	0,99
	Ácido Cafeico	18,42	17,68	0,99
	Isoclorogênico C12	28,67	25,04	1,0

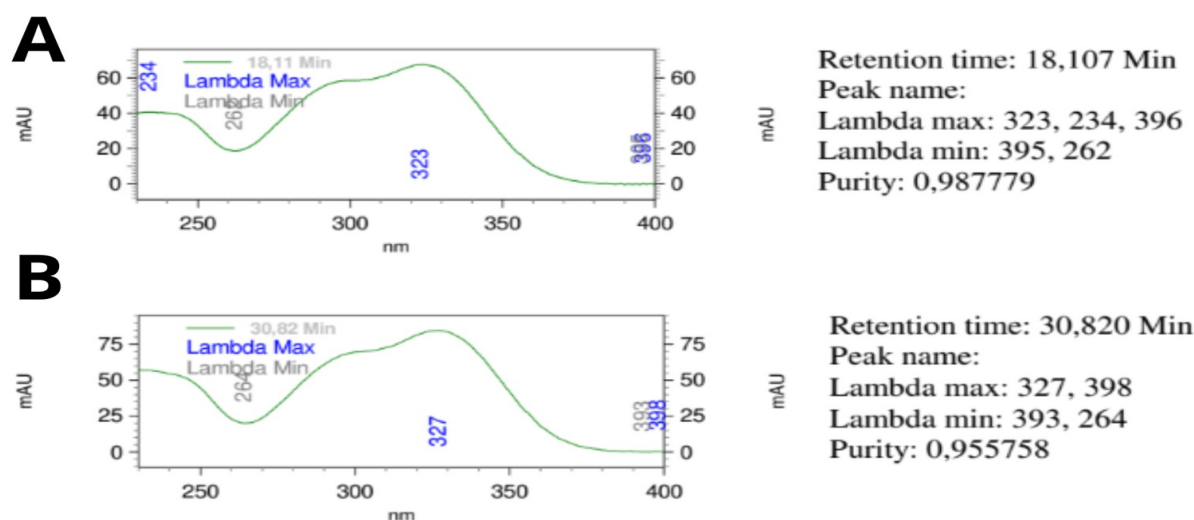
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	Isoquercitrina	29,60	28,68	1,0
	Hiperosídeo	29,88	28,03	1,0
	Criptoclorogenico	13,72	17,46	1,0
	Ácido Cafeico	18,41	17,68	0,99
	Isoclorogênico C12	28,65	25,04	1,0
	Isoquercitrina	29,87	28,68	0,99
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Luteolina	47,52	46,6	0,99

<sup>1</sup>Indica a confiabilidade da identificação (1,0 = alta similaridade).



**Figura 09.** Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para *Cybistax antisyphilitica*. A) Rutina; B) Hiperosídeo; C) Isoquercitrina.

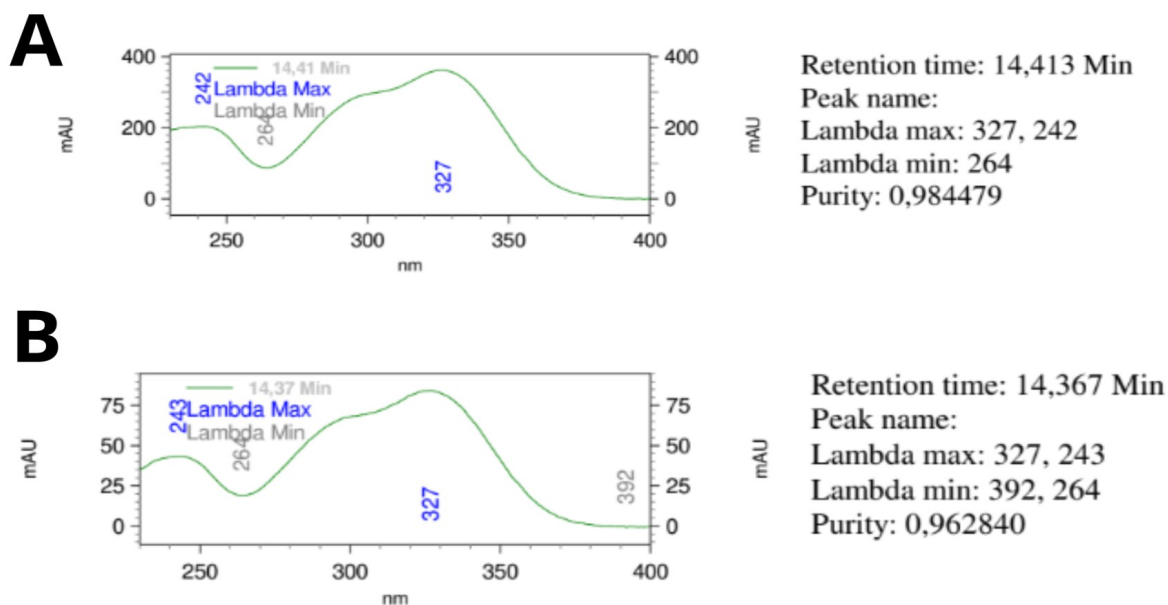
Para os extratos de *H. heptaphyllus* foram encontrados os compostos fenólicos ácidos cafeico e ácido isoclorogênico C12 (**Imagem 10A e 10B**). A identificação foi feita no comprimento de onda UV em  $\lambda = 280\text{nm}$ . Não houve diferença na produção dos compostos durante o período de infecção. Os tempos de retenção e similaridade com as amostras padrão pode ser encontrados na **tabela 4**.



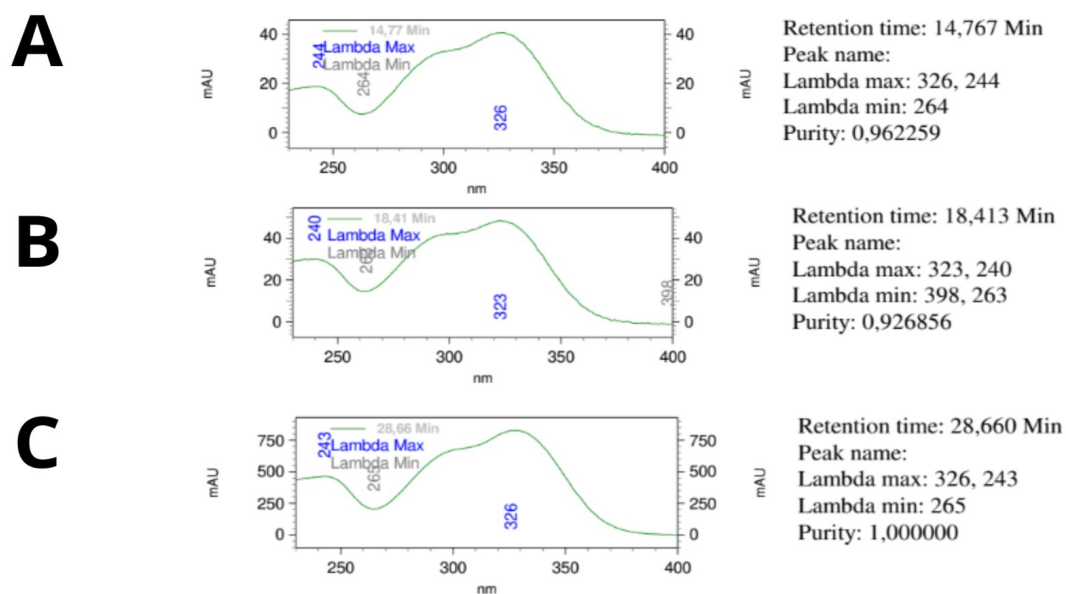
**Figura 10.** Espectro de Absorção UV/VIS aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para *Handroanthus heptaphyllus*. A) Ácido cafeico; B) Isoclorogênico C12.

Em *H. impetiginosus* foram encontrados compostos pertencentes ao grupo dos ácidos clorogênicos com banda de absorção máxima em 280 nm, e tempo de retenção médio variando entre 14,38 e 14,39. Pela alta similaridade entre as moléculas do ácido clorogênico (ácido 5-O-cafeoilquínico) e ácido criptoclorogênico (ácido 4-O-cafeoliquínico), não foi possível diferenciar as duas substâncias, sendo indicado uma nova corrida cromatográfica com a concentração dos extratos. Em comparação com as repetições inoculadas não houve diferença estatística na produção dos compostos. As **figuras 11A e 11B** apresentam os perfis cromatográficos obtidos nas análises.

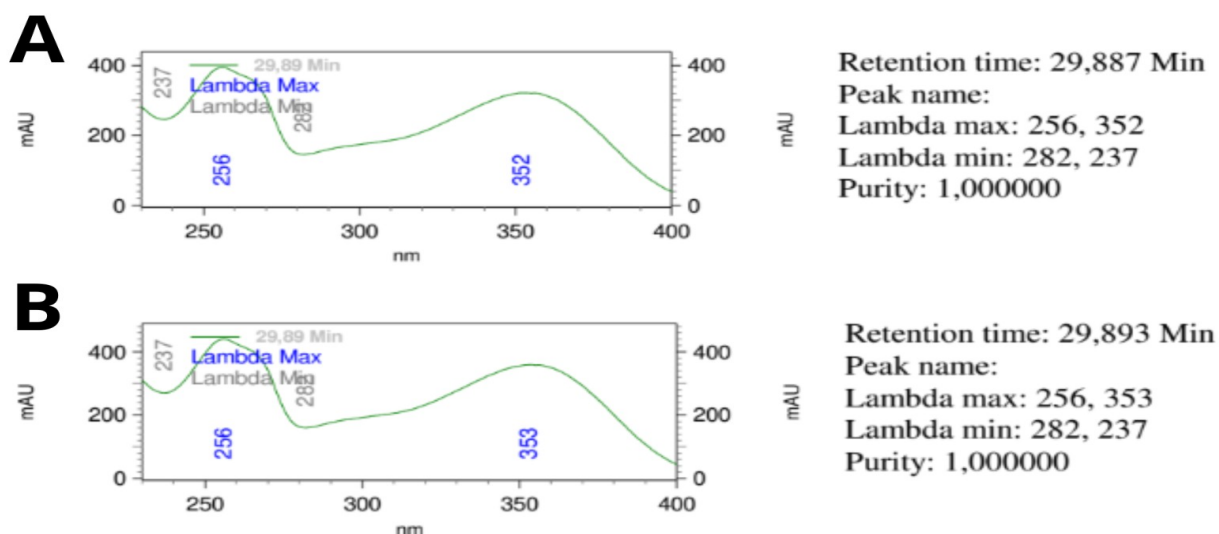
*Tabebuia aurea* foi a espécie com o maior número de substâncias identificadas, ácido criptoclorogênico, ácido cafeico e ácido isoclorogênico C12 foram encontrados em banda de absorção máxima em 280nm, já os picos classificados como isoquercitrina e hiperosídeo em banda de 354nm. Além disso, não foram observadas diferenças estatísticas significativas nas quantidades dos compostos entre as plantas inoculadas e não inoculadas, indicando que a infecção não influenciou de forma consistente na produção média dessas substâncias. Os cromatogramas encontrados são mostrados nas **figuras 12A, 12B, 12C, 13A e 13B**.



**Figura 11.** Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato de *Handroanthus impetiginosus*. A) Ácido Clorogênico; B) Criptoclorogênico.

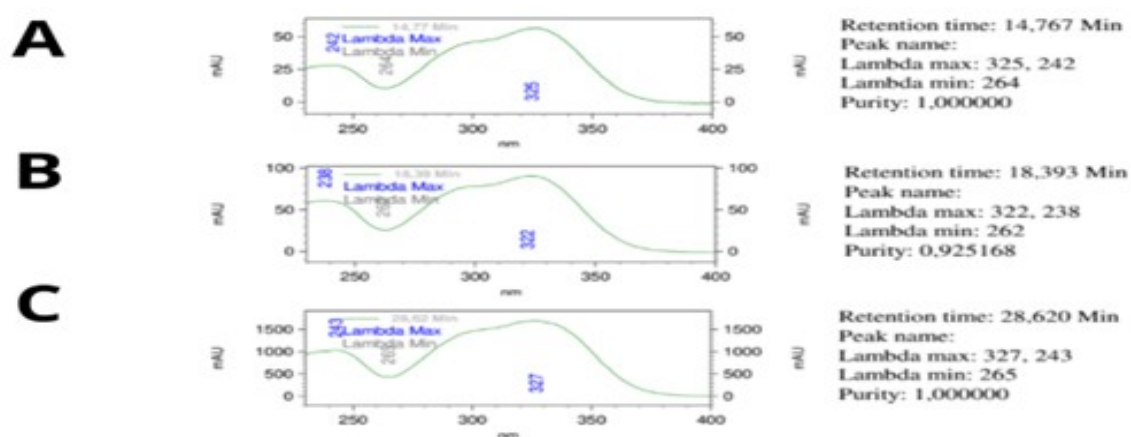


**Figura 12.** Espectro de Absorção UV/VIS aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para *Tabebuia aurea*. A) Criptoclorogênico; B) Ácido cafeico; C) Isoclorogênio C12.

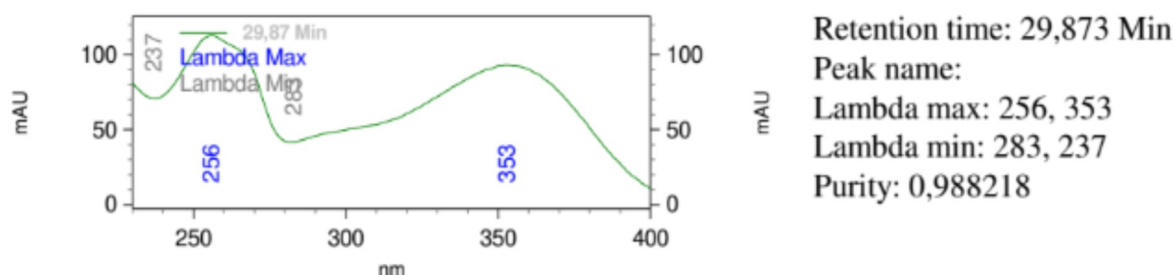


**Figura 13.** Espectro de Absorção UV/VIS aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para *Tabebuia aurea*. A) Isoquercitrina; B) Hiperosídeo.

No espectro de absorção  $\lambda = 280\text{nm}$ , para a espécie *T. roseo-alba*, foram encontrados 3 picos correspondentes ao ácido criptoclorogênico, ácido cafeico, e ácido isoclorogênico C12 (Figuras 14A, 14B e 14C). No comprimento de 354 nm foi encontrado o composto isoquercitrina (Figura 15A). Além disso, a produção de ácido cafeico foi significativamente alterada pela infecção, apresentando variações nas plantas inoculadas em comparação às não inoculadas, com diminuição do composto durante a infecção.

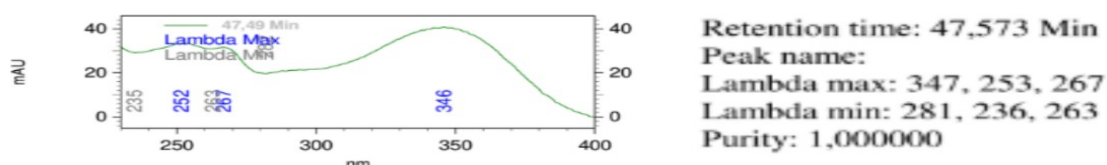


**Figura 14.** Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para *Tabebuia roseo-alba*. A) Criptoclorogênico; B) Ácido cafeico; C) Isoclorogênico C12.



**Figura 15.** Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para *Tabebuia roseo-alba* para o pico de Isoquercitrina.

Na espécie *Z. tuberculosa*, foi identificado o composto luteolina no comprimento de onda UV  $\lambda = 354$  nm. Não houve diferença na produção do composto durante o período de inoculação. O perfil cromatográfico pode ser encontrado na **figura 16**.



**Figura 16.** Espectro de Absorção Uv/Vis aos picos encontrados a partir de CLAE para o extrato metanólico para *Zeyheria tuberculosa* para o pico de Luteolina.

## 5. DISCUSSÃO

Para as espécies vegetais testadas, *M. enterolobii* não se mostrou virulento, sendo classificadas como resistentes com base no fator de reprodução do nematoide. No entanto, para *H. heptaphyllus*, *T. aurea*, e *Z. tuberculosa*, houve a formação de galhas e de massas de ovos nas raízes, mas com baixa taxa reprodutiva. Esse resultado já foi relatado em outros trabalhos envolvendo espécies de ipê.

Pimentel et al. (2021), ao investigarem a hospedabilidade de *T. aurea* a *Meloidogyne* spp. encontraram resultados semelhantes, com formação de galhas em raízes, mas com baixo fator de reprodução. Oliveira et al. (1995), estudando a suscetibilidade de *H. impetiginosus* aos nematoides *Meloidogyne javanica* e *M. arenaria*, concluiu que, mesmo com a penetração

na planta, as populações inoculadas não foram capazes de promover uma diferença significativa, ou se reproduzirem de forma eficaz.

Estes resultados podem ter sido influenciados por propriedades específicas da planta, que apresentam características antagonistas ao parasita, como explica Pinheiro e Pereira (2013), essas espécies podem permitir a invasão do patógeno, mas não o seu desenvolvimento reprodutivo completo, como exemplo temos *Crotalaria spectabilis*, *C. juneca*, entre outras espécies de *Crotalaria*, além de *Tagetes patula*, *T. minuta*, e *T. erecta* (Cravo-de-defunto), que secretam substâncias tóxicas que afetam o parasita. Segundo Ferraz e Freitas (2008), são diversas as aplicações de plantas antagonistas na agricultura, sendo usadas em rotação de culturas e em plantios consorciados em associação com culturas suscetíveis, como forma de controle de fitopatógenos. Ademais, os estudos destas plantas possibilitam a formulação de novos químicos e produtos derivados dos isolados como alternativa sustentável para o mercado.

No entanto, é importante ressaltar que o resultado geral para a resistência ao parasita pode ter sido influenciado por outros fatores, como sugere Oliveira et al. (1995) onde a competição entre populações de nematoides podem resultar em perda de recursos e posterior morte. Pimentel (2019) evidencia que a baixa hospedabilidade das espécies vegetais pode estar também associada a baixa virulência das populações ou ainda pela variabilidade genética das plantas.

Em *Tabebuia roseo-alba*, o maior crescimento de plantas inoculadas em relação a plantas não inoculadas pode ser atribuído à variabilidade genética das plantas e não ao estímulo do parasita, já que as plantas se mostraram resistentes.

Para os compostos produzidos e detectados pela CLAE, o ácido criptoclorogênico (ácido 4-O-cafeoilquínico) foi identificado em três espécies diferentes, sendo elas *H. impetiginosus*, *T. aurea*, e *T. roseo-alba*, apresentando tempos de retenção próximos entre os indivíduos. No entanto, não houve diferença estatística entre plantas inoculadas e não inoculadas, indicando que a infecção não contribuiu ou dificultou a síntese do composto.

O ácido isoclorogênico C12 está presente em *H. heptaphyllus*, *T. aurea*, e *T. roseo-alba*, mas sem diferença entre plantas inoculadas e não inoculadas, e tempo de retenção médio variando entre 25,04 e 30,78 minutos.

*H. impetiginosus* foi a única espécie em que o ácido clorogênico foi identificado, porém sem variações significativas na quantidade produzida entre plantas inoculadas e não inoculadas.

Compostos da família dos ácidos clorogênicos são substâncias fenólicas com função ácida. Nas plantas, desempenham papel de proteção contra estresse oxidativo, podendo ser precursor da lignina (Moreira, 2017), estando relacionados também com os processos de quebra de dormência (De Maria e Moreira, 2004). Em alguns trabalhos (Da Silva, 2011 apud Valette et al., 1998), o ácido clorogênico foi o principal fenol associado à resistência de bananeiras inoculadas com o nematoide *Radopholus similis*, e em pimentas infectadas com *Meloidogyne arenaria*.

A isoquercitrina foi identificada nas espécies *C. antisiphilitica*, *T. aurea*, e *T. roseo-alba*, com tempo de retenção próximos, sendo destacada como um flavonoide comum às espécies. Não foram registradas diferenças nas sínteses do composto entre os tratamentos analisados. A isoquercitrina é um flavonoide glicosilado, com aplicações farmacêuticas antineoplásicas, exercendo funções que envolvem a regulação do crescimento celular e a produção de antioxidantes (Rogerio et al., 2007; Silva et al., 2018). É importante ressaltar que os flavonoides em geral participam ativamente do processo de defesa das plantas, principalmente em interações planta-nematoide, inibindo a eclosão dos ovos, aumentando o período de dormência dos parasitas e, em alguns casos, levando à morte (Chin et al., 2018).

A rutina foi encontrada exclusivamente em *C. antisiphilitica*, podendo ser indicada como um marcador químico em potencial para a espécie, porém sem diferenças estatísticas para o tratamento não inoculado. O composto é um flavonol com ampla distribuição no reino vegetal. Modificações ambientais como incidência de raios solares e estresses biótico e abiótico podem influenciar a sua concentração nas plantas (Machado et al., 2005 apud Becho et al., 2009). Existem trabalhos onde a rutina foi uma das principais responsáveis pela morte de juvenis de *Heterodera zae* (Chin et al., 2018).

O único composto encontrado para *Z. tuberculosa* foi a luteolina, substância detectada exclusivamente para a espécie, podendo ser enquadrada como composto químico de marcação. A luteolina é um flavonoide do gênero flavona, e possui ação antioxidante, anti-inflamatória, e propriedades antitumorais (Aziz et al., 2018). De acordo com Chin (2018), a luteolina é um composto eficaz na redução da infecção por nematoides.



O hiperosídeo foi encontrado em *C. antisiphilitica* e *T. aurea* com tempos de retenção médios próximos, podendo estar relacionado a estratégias de defesa das plantas, uma vez que o hiperosídeo pertence à classe dos flavonóides glicosilados, agindo diretamente na proteção contra o estresse biótico e abiótico (Leite, 2023).

O ácido cafeico é um ácido fenólico com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antivirais, e atua no mecanismo de defesa das plantas (Araújo, 2014), tendo sido detectado em *H. heptaphyllus* e em *T. roseo-alba*. Nesta última, foi observado um aumento na produção de ácido cafeico em indivíduos infectados, quando comparados aos não inoculados, sugerindo que a infecção possa ter estimulado a elevação dos níveis desse composto. De acordo com levantamento feito por Chien et al., (2018), existem maiores concentrações de ácido cafeico em plantas resistentes. Além disso, estudos recentes conduzidos por Wang et al. (2024), detectaram que grandes concentrações de ácido cafeico podem reduzir o conteúdo lipídico do nematoide causador da murcha do pinheiro *Bursaphelenchus xylophilus*, paralisando o seu desenvolvimento.

A detecção dos compostos, anteriormente citados, em concentrações similares nas espécies de ipê inoculadas e não inoculadas com *M. enterolobii*, demonstra que podem ser produzidos em plantas sem estresse biótico, em quantidades suficientes para inibir o parasitismo pelo nematoide. Resultado similar foi relatado por Mazzafera, Gonçalves e Fernandes (1989) em espécies de cafeeiro do tipo “Apoatã” resistente e “Mundo Novo” suscetível à *M. incognita* raça 2. Segundo os autores, não houve variação nos compostos fenólicos produzidos entre plantas resistentes e suscetíveis.

Uma outra hipótese seria o não envolvimento, dos compostos detectados nesse estudo, na resistência das plantas à *M. enterolobii*. Desta forma, estudos futuros envolvendo o efeito *in vitro* desses compostos serão cruciais para confirmar se há ou não ação nematicida ao nematoide.

## 6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados no trabalho e nas discussões realizadas, é possível inferir que nenhuma espécie de ipê relacionada à esta pesquisa se enquadra como hospedeira de *Meloidogyne enterolobii*. Dessa forma, novas pesquisas são necessárias para investigar o potencial de uso dessas plantas em áreas naturalmente infestadas com o nematoide, para fins de reflorestamento ou mesmo arborização urbana.

Quanto aos compostos detectados nesse estudo, nas espécies vegetais avaliadas, destaca-se a importância do conhecimento da fitoquímica produzida pelas plantas e seu papel na defesa contra organismos invasores. Estudos futuros deverão ser realizados para identificar o potencial desses compostos como moléculas nematicidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad P, Gouzy J, Aury JM, Castagnone-Sereno P, Danchin EGJ et al. (2008) Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. **Nature Biotechnology** 26: 909-91

AMORIM, Antônia Fádá Valentim de. **Métodos Cromatográficos**. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/559763/2/Livro%20M%C3%A9todos%20Cromatogr%C3%A1ficos.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2025.

ANGELO, Priscila Milene; JORGE, Neuza. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ANJOS, RL dos. **Reação de Espécies Vegetais de Uso Medicinal aos Nematoides *Meloidogyne enterolobii* e *Meloidogyne paranaensis***. 2019. 46 fl. Universidade de Brasília. 2019. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)–Instituto de Ciências Biológicas–UnB, Brasília.

ARAÚJO, V. M. **Estudo do potencial terapêutico do ácido caféico em protocolos de diabetes e dislipidemia em camundongos**. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Fortaleza, 2014.

AZIZ, Nur; KIM, Mi-Yeon; CHO, Jae Youl. Anti-inflammatory effects of luteolin: A review of in vitro, in vivo, and in silico studies. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 225, p. 342-358, 2018.

BECHO, Juliana Raso Marques; MACHADO, Hussen; DE OLIVEIRA GUERRA, Martha. Rutina – estrutura, metabolismo e potencial farmacológico. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais – Animais e Humanos**, v. 1, n. 1, 2009.

BERNARD, Gregory C.; EGNIN, Marceline; BONSI, Conrad. The impact of plant-parasitic nematodes on agriculture and methods of control. **Nematology – Concepts, Diagnosis and Control**, v. 10, p. 121-151, 2017.

BIGNONIACEAE in Flora e Funga do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB112305>. Acesso em: 12 nov. 2024.

BRITO, J. A. et al. Effects of the Mi-1, N and Tabasco genes on infection and reproduction of *Meloidogyne mayaguensis* on tomato and pepper genotypes. **Journal of Nematology**, v. 39, n. 4, p. 327, 2007.

CARDOSO, Murilo Raphael Dias et al. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, p. 40-55, jan./mar. 2014.

CARNEIRO, Regina MDG et al. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 223-228, 2001.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p. v. 1.

CARVALHO, P. E. R. **Ipê-felpudo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 9 p. (Circular Técnica, 112).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Volume 5. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. ISBN 978-85-7383-429-1.

CASTAGNONE-SERENO, Philippe. *Meloidogyne enterolobii* (= *M. mayaguensis*): profile of an emerging, highly pathogenic, root-knot nematode species. **Nematology**, v. 14, n. 2, p. 133-138, 2012.

CASTRO, J. M. da C. e. *Meloidogyne enterolobii* e sua evolução nos cultivos brasileiros. **Informativo Técnico, Petrolina**, v. 10, n. 2, p. 1-4, 2019

CASTRO, J. M. da C.; SOUZA, F. de F.; RIBEIRO JUNIOR, P. M. **Associação entre *Fusarium* spp. e *Meloidogyne enterolobii* em mudas de aceroleira**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2024. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 156)

CETINTAS, R., KAUR, R., BRITO, J.A., MENDES, M.L., NYCZEPIR, A.P. & DICKSON, D.W. (2007). Pathogenicity and reproductive potential of *Meloidogyne mayaguensis* and *M. floridensis* compared with three common *Meloidogyne* spp. **Nematropica** 37, 21-31.

CHIN, Sabrina; BEHM, Carolyn A.; MATHESIUS, Ulrike. **Functions of flavonoids in plant–nematode interactions**. **Plants**, v. 7, n. 4, p. 85, 2018.

COLLINS, Carol H.; BRAGA, Gilberto Leite. **Introdução a métodos cromatográficos. In: Introdução a métodos cromatográficos.** 1988. p. 298.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent: **State Nematology and Entomology Research Station**, 1972. 77 p.

DAS CHAGAS JUNIOR, José Magno; DE CARVALHO, Douglas Antônio; MANSANARES, Mariana Esteves. The Bignoniaceae Juss. family (ipes) in the municipal district of Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v. 16, n. 4, p. 517–530, 2010.

DA SILVA, Julio Carlos Pereira et al. Aspectos gerais e manejo de *Meloidogyne enterolobii*. In: **Sanidade de Raízes**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2014.

DA SILVA JÚNIOR, Manoel Cláudio; LIMA, Roberta Maria Costa e. **100 árvores urbanas: Brasília – guia de campo**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2010.

DA SILVA, R. A. et al. **Defesa de plantas contra o ataque de fitopatógenos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 49 p.

DA SILVA, Willian José Rodrigues. **Substâncias orgânicas no controle de Meloidogyne spp. em raízes de plantas**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

DE ALMEIDA MACÊDO, Fernanda Arias et al. Análise das atividades farmacológicas da *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e5611222891, 2022.

DECRAEMER, Wilfrida; HUNT, David J. Structure and classification. In: **Plant nematology**. Wallingford UK: CABI, 2006. p. 3-32.

DE MARIA, Carlos Alberto Bastos; MOREIRA, Ricardo Felipe Alves. Métodos para análise de ácido clorogênico. **Química Nova**, v. 27, p. 586-592, 2004.

DE OLIVEIRA, L. A. et al. **Teor de carotenoides totais e compostos cianogênicos em snack de mandioca**. Embrapa Mandioca e Fruticultura 2020 17 p.

DOS SANTOS, Daniel Sousa; RODRIGUES, Mayara Mikelle Farias. Atividades farmacológicas dos flavonoides: um estudo de revisão. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 7, n. 3, p. 29-35, 2017.

DOS SANTOS, S. R. A atual classificação do antigo gênero *Tabebuia* (Bignoniaceae), sob o ponto de vista da anatomia da madeira. *Balduinia*, v. 58, p. 10–24, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2358198028146>. Acesso em: 4 jan. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Contribuições da Embrapa para o desenvolvimento sustentável da agricultura no Brasil. Brasília, DF: **Embrapa**, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231193/1/Doc-375.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2024.

FELIPE, Lorena O. et al. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.

FERNANDES, C. de F. et al. **Mecanismos de defesa de plantas contra o ataque de agentes fitopatogênicos**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2009. 20 p.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, Derek John Finlay. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus: Norma Editora, v. 1, p. 251, 2016.

FERRAZ, Silamar; FREITAS, L. G. de. **O controle de fitonematoides por plantas antagonistas e produtos naturais**. Departamento de Fitopatologia – UFV, p. 1-17, 2008.

GAMA, Rodolpho Guilherme Menezes et al. **Boas práticas para cromatografia líquida de alta eficiência: uma abordagem para o controle de qualidade farmacêutico**. 2019. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) — Instituto de Tecnologia em Fármacos / Farmanguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2019.

GALBIERI, Rafael; ASMUS, Guilherme L. **Principais espécies de nematoides do algodoeiro no Brasil. Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle**. IMAmt, p. 11-36, 2016.

GOULART, Daniel Silva. GOULART, Daniel Silva. **Aplicações das técnicas de cromatografia no diagnóstico toxicológico**. 2012. Trabalho de Doutorado (Especialização em Ciência Animal) — Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

GUILHERME, F. A. G.; SALGADO, A. de A.; COSTA, E. A. da; ZORTÉA, M. Fenologia de *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart. ex DC. (Bignoniaceae) na região urbana de Jataí, Goiás. *Bioscience Journal*, v. 27, n. 1, p. 70-79, 2011.

HODDA, Mike. Phylum Nematoda: trends in species descriptions, the documentation of diversity, systematics, and the species concept. *Zootaxa*, v. 5114, n. 1, p. 290-317, 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Estação Sonda – Brasília: clima e radiação solar. Disponível em: [https://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/brasil\\_clima.html](https://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/brasil_clima.html). Acesso em: 7 jan. 2025.

KIEWNICK, S., Karssen, G., Brito, J., Oggenfuss, M., Frey, J.-E. (2008). First report of root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* on tomato and cucumber in Switzerland.

KOFOID, Charles A.; WHITE, A. W. A new nematode infection of man. *Journal of the American medical Association*, v. 72, n. 8, p. 567-569, 1919.

LEITE, Gabriela Iorio. **Caracterização de compostos bioativos com potencial atividade antimicrobiana em extratos vegetais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Universidade Federal do ABC, Santo André, 2023. Disponível em: [https://ccnh.ufabc.edu.br/arquivos/CENTRAL/4.Ensino/TCC/Gabriela\\_Iorio\\_Leite\\_versao\\_final\\_TCC\\_BacQui\\_2023.3.pdf](https://ccnh.ufabc.edu.br/arquivos/CENTRAL/4.Ensino/TCC/Gabriela_Iorio_Leite_versao_final_TCC_BacQui_2023.3.pdf). Acesso em: 18 jan. 2025.

LENTINI, Marco et al. A exploração do ipê (*Handroanthus* spp.) em florestas naturais da Amazônia brasileira: desafios e oportunidades para a conservação e o manejo responsável. *Bol. Timberflow*, v. 4, p. 1-10, 2021.

LOHMANN, L. G. *Cybistax* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114027>. Acesso em: 14 nov. 2024.

LOHMANN, L. G. *Handroanthus* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114068>. Acesso em: 14 nov. 2024.

LOHMANN, L. G. *Tabebuia* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114249>. Acesso em: 21 nov. 2024.

LOPES, M. M. M. **Bignoniaceae Durande de um fragmento florestal. Viçosa, Zona da Mata Mineira: florística e aspectos ecológicos**. Tese de Mestrado em Botânica apresentada à Universidade Federal de Viçosa-UFV, 111p, 2005.

LORENZI, Harri et al. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 1992.

MACHADO, H., **Atividade dos flavonóides rutina e naringina sobre o tumor ascítico de Erlich “in vivo”**. 2006. 125f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Bioquímica Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

MAZZAFERA, Paulo; GONÇALVES, Wallace; FERNANDES, José Afonso Righetti. Fenóis, peroxidase e polifenoloxidase na resistência do cafeeiro a *Meloidogyne incognita*. **Bragantia**, v. 48, p. 131-142, 1989.

MICHEREFF, Sami J. **Fundamentos de fitopatologia**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia – Área de Fitossanidade, 2001.

MOENS, M.; PERRY, R.N. & STARR, J.L. 2009. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: Perry, R.N., Moens, M. & Starr, J.L. Root-knot Nematodes. **CAB International, Wallingford, UK**. p.1-17.

MONTEIRO, Julio Marcelino et al. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, p. 892-896, 2005.

MORAES NETO, S. P. de. **Particularidades biológicas de espécies de ipês de ocorrência no Cerrado Brasileiro**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. 86 p.

MOREIRA, Eduarda Antunes. **Análise da variação na concentração dos ácidos clorogênicos diante de diferentes tratamentos pós-coleta**. 2017. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto.

MOREIRA, W. A.; CHOUDHURY, M. M. Doenças causadas por nematóides: tecnologia no manejo de controle. Parte do livro In: TAVARES, S. C. C. de H. (Ed.). **Melão: fitossanidade**. 2002. .

MOURA, R. M. de et al. **O nematoide da goiabeira (*Meloidogyne enterolobii*)**. Pernambuco, 2008. Disponível em: <https://nematologia.com.br/files/tematicos/35.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

NASCIMENTO, César Augusto. **Caracterização funcional de terpeno sintases de citros**. 2016. Tese (Doutorado) – Instituto Agrônômico.

OLIVEIRA, Ademir Kleber Morbeck de; PEREZ, Sônia Cristina Juliano de Gualtieri Andrade e. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 263-273, 2012.



OLIVEIRA, C. M. G. et al. Suscetibilidade e danos causados em ipê-roxo por *Meloidogyne javanica* e *M. arenaria*. **Nematologia Brasileira**, v. 19, p. 89-92, 1995.

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

PACHECO BORGES, Larissa; ALVES AMORIM, Víctor. METABÓLITOS SECUNDÁRIOS DE PLANTAS. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, 2020.

PARANÁ. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná. Curitiba: Sema: GTZ, 1995. 139 p

Pereira FOM, Souza RM, Souza PM, Dolinski C, Santos GK (2009) Estimativa do impacto econômico e social direto de *Meloidogyne mayagensis* na cultura da goiaba no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33 (2), n.2, p. 176-180

PERES, Lázaro E. P. Aula 9 – **Metabolismo Secundário II: Compostos Fenólicos, Compostos Nitrogenados e Terpenos**. Pelotas: UFPel. Disponível em: <https://www2.ufpel.edu.br/biotecnologia/gbiotec/site/content/paginadoprofessor/uploadsprofessor/ce5449dfcf0e02f741a5af86c3c5ae9a.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2024.

PERES, Terezinha Bonanho. Noções básicas de cromatografia. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 227-229, 2002.

PIMENTEL, Reinaldo Rodrigues et al. Host status of plants from the Cerrado Biome to *Meloidogyne* spp. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 705-724, 2021.

PIMENTEL, Reinaldo Rodrigues. **Nematoide das galhas: hospedabilidade de plantas ocorrentes no Bioma Cerrado, análise transcritômica e ação nematicida de extratos vegetais**. 2019. 184 f., il. Tese (Doutorado em Fitopatologia) — Universidade de Brasília, Brasília.

PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, Ricardo Borges. **Nematoide-das-galhas: importante patógeno para a cultura do tomateiro**. Nosso Alho, Brasília, DF, n. 18, p. 35-41, dez. 2013.

PINTO, Marcio dos Santos Teixeira; RIBEIRO, Juliana Martins; DE OLIVEIRA, Eduardo Alves Gamosa. O estudo de genes e proteínas de defesa em plantas. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 2, 2011.

RESQUE, Ian Santana. **Cromatografia líquida de alta eficiência, extração líquido-líquido e derivatização com DANSYL para quantificação de amins biogênicas em queijos.** 2022.

RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; SANTANA, D. G.; LOBO, G. A. Ipê-verde *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart. **Nota técnica**, v. 11, p. 1-6, 2019.

ROGERIO AP.; FONTANARI C.; BORDUCCHI E.; Keller AC, RUSSO M.; SOARES E.G.; ALBUQUERQUE D.A.; FACCIOLI L.H.; Anti-inflammatory effects of Lafoensia pacari and ellagic acid in a murine model of asthma. **Eur J Pharmacol** 580: 262-270, 2007.

ROSA, Juliana Magrinelli Osório; WESTERICH, Juliana Nogueira; WILCKEN, Silvia Renata Siciliano. Reação de genótipos e híbridos de tomateiro a *Meloidogyne enterolobii*. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1166-1171, 2014.

ROSENBACH FJ (1886) Suppuration and septic diseases. In: Cheyne Watson W. (Ed.). *Recent essays on bacteria in relation to disease*. **New Sydenham Society**: London.

SALOMÃO, A. N.; CAMILLO, J. Handroanthus impetiginosus: ipê-roxo. In: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2018. p. 801-812.

SALOMÃO, A. N.; SANTOS, I. R. I.; JOSÉ, S. C. B. R.; PADILHA, L. S.; MUNDIM, R. C. **Criopreservação de sementes de Cybistax antisiphilitica (Mart.) Mart. - Bignoniaceae**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2018. 24 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 338).

SIKANDAR, Aatika et al. *Meloidogyne enterolobii* risk to agriculture, its present status and future prospective for management. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 1093657, 2023.

SILVA, Carla Grazieli Azevedo da; COLLINS, Carol H. Aplicações de cromatografia líquida de alta eficiência para o estudo de poluentes orgânicos emergentes. **Química Nova**, v. 34, p. 665-676, 2011.

SILVA, Dayse Pereira Dias et al. **Caracterização de compostos fenólicos por espectrometria de massas e potencial antioxidante das cascas de Myracrodruon urundeuva (aroeira-do-sertão) do Cariri paraibano**. 104 f. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) — Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SILVA, Maria do Carmo Lopes da; SANTOS, Carmem Dolores Gonzaga; SILVA, Gilson Soares da. Espécies de *Meloidogyne* associadas a vegetais em microrregiões do estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, p. 710-719, 2016.

SILVA, P. G. **Identificação de ipês (Bignoniaceae) por DNA barcoding**. 2021. 60 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2021.

SILVA, Rosangela A.; OLIVEIRA, Cláudio M. G.; INOMOTO, Mário M. Fauna de fitonematóides em áreas preservadas e cultivadas da floresta amazônica no estado de Mato Grosso. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 204-211, 2008.

SMITH, N.; MORI, S. A.; HENDERSON, A.; STEVENSON, D. W.; HEALD, S. V. (Eds.). *Flowering Plants of the Neotropics*. Princeton: Princeton University Press; Nova York: **The New York Botanical Garden**, 2004. xxii, 594 p

SOARES, Sergio Eduardo. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de nutrição**, v. 15, p. 71-81, 2002.

SOCOŁOWSKI, Fábio; TAKAKI, Massanori. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Tabebuia rosea* (Bertoloni) A. P. De Candolle (*Bignoniaceae*), uma espécie exótica com potencial invasor. **Revista Árvore**, v. 31, p. 229-238, 2007.

STANGARLIN, José R. et al. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, n. 1, p. 18-18, 2011.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp.)**. Raleigh: North Carolina State University, Graphics, 1978. 111 p.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. Universitat Jaume I, 2007.

TILEUBAYEVA, Zhanar et al. Plant-parasitic nematodes affecting vegetable crops in greenhouses. **Saudi journal of biological sciences**, v. 28, n. 9, p. 5428-5433, 2021.

TRINDADE, Maria Margarida Silva. **Mecanismo de defesa e resistência das plantas a agentes patogênicos**. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Évora.

VENANCIO, R. 2017. **Chain of custody control of ipe timber (*Handroanthus* sp.) from the Amazon rainforest, using DNA fingerprint**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista – Ilha Solteira.

VIEIRA, Roberto Fontes; CAMILLO, Julcéia; CORADIN, Lidio (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Centro-Oeste**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, 2018.

VIZZOTTO, Márcia; KROLOW, Ana Cristina Richter; WEBER, Gisele Eva Bruch. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16 p.

WANG, Jianan et al. Caffeic acid: a game changer in pine wood nematode overwintering survival. *Molecular Plant Pathology*, v. 25, n. 10, p. e70018, 2024.

WEINSTEIN, Sara B.; LAFFERTY, Kevin D. How do humans affect wildlife nematodes? *Trends in Parasitology*, v. 31, n. 5, p. 222-227, 2015.

YANG, Baojun; EISENBACK, J. D. *Meloidogyne enterolobii* n. sp. (*Meloidogynidae*), a root-knot nematode parasitizing pacara earpod tree in China. *Journal of Nematology*, v. 15, n. 3, p. 381, 1983.

YOUSSEF, Reham M. et al. Post-transcriptional gene silencing of the gene encoding aldolase from soybean cyst nematode by transformed soybean roots. *Experimental Parasitology*, v. 134, n. 2, p. 266-274, 2013.