

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO USO DE EXTRATO
PIROLENHOSO NO CONTROLE NEMATOIDES DAS
GALHAS(*Meloidogyne* spp.) NA CULTURA DA ACEROLA**

IPOJUCAN SANTOS DE MIRANDA

**PETROLINA, PE
2021**

IPOJUCAN SANTOS DE MIRANDA

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO USO DE EXTRATO
PIROLENHOSO NO CONTROLE NEMATOIDES DAS
GALHAS (*Meloidogyne* spp.) NA CULTURA DA ACEROLA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção
de título de Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2021**



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
SERTÃO PERNAMBUCANO

FOLHA DE APROVAÇÃO

IPOJUCAN SANTOS DE MIRANDA

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO USO DE EXTRATO PIROLENHOSO NO
CONTROLE NEMATÓIDES DAS GALHAS (*Meloidogyne* spp.) NA
CULTURA DA ACEROLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo, pelo Instituto Federal de
Educação, Ciências e Tecnologia Sertão
Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural.

Aprovado em: 05 / 03 / 2021

Banca Examinadora

Elizângela Maria de Souza

Dra. Elizângela Maria de Souza
Orientador/Presidente
IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural

Eliatânia Clementino Costa

Dra. Eliatânia Clementino Costa
2º Examinadora
IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural

Leonardo Dantas Marques Maia

Dr. Leonardo Dantas Marques Maia
3º Examinador

Tecnólogo em Horticultura, Doutor com expertise em Nematologia, Microbiologia e
Fitopatologia

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar qualitativamente o potencial nematicida do extrato pirolenhoso frente a nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) na cultura da acerola orgânica. Os experimentos foram realizados no IF–Sertão *Campus* Petrolina Zona Rural, situada em Petrolina-PE. Inicialmente houve-se o preparo do extrato pirolenhoso (EP) a partir de galhos e troncos de algaroba. Realizou-se abertura de perfis para avaliar as condições das raízes antes e após aplicação do EP. Utilizou-se 1L de EP para 200L de água, as plantas foram regadas com 2,7L da calda a cada três dias. Posteriormente foram feitas vinte amostras simples em ziguezague para coleta de solo, os pontos de coletas foram na projeção das copas das plantas a uma profundidade de 0 – 20 cm, após a coleta as amostras foram levadas ao laboratório, homogeneizadas e centrifugadas para ser realizada a extração de nematoides, seguida de contagem (ovos e juvenis) em microscópio óptico. Observou-se visualmente que EP contribuiu para o desenvolvimento da parte aérea das aceroleiras, bem como proporcionou a redução acentuada no parasitismo de *Meloidogyne* ssp. Concluiu-se que o extrato pirolenhoso influenciou na proteção e desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Palavras-chave: aceroleira, controle, fitonematóide, raiz

DEDICATÓRIA

À minha família e verdadeiros amigos, sempre companheiros em especial à Airam Campos, ímpar em meus dias, que sempre me ajudaram aqui chegar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a graça de ter frequentado uma Instituição Federal de qualidade e por não ter me deixado desistir todas as vezes que me desanimei. Sem Ele, jamais teria chegado até aqui.

Aos meus companheiros de Luta: Andressa Dayane, João Batista, Murilo Borges, Francisco Nogueira, Nayra Morgana, Camila Valgueiro, Alex Lucindo e Thaise Alves.

Aos meus Amigos: Reginaldo Araújo, Sandro Lanches, João Baixinho, Arnaldino (Neném), Gil Maia, Adriano, Joãozinho e Alessandro.

Aos Professores Silver Jonas, Fabio Freire, Elizângela Souza, Marlon Rocha, Sebastião Costa, Aline Rocha e Ellio Chagas meus orientadores e amigo de todas as horas, que acompanhou e incentivou.

Ao Mestre Manoel

Fernandes. Ao Professor

Zilson e Lademir.

(IN MEMORIAM) Professor Fernando Medina, Minha Vó Lusimira e Vó Renilde

À minha Mãe Airam, minha filha (irmã) Aicanã, Tia Arlene e minha Namorada Beatriz Vieira por sempre me incentivarem e servirem de inspiração

À Técnica em Química Eliatânia e ao Professor Marcos Alexandre

Por fim, a todos que contribuíram e me apoiaram nessa jornada chamada Agronomia.

EPÍGRAFE

"A agricultura é a arte de saber esperar."

Riccardo Bacchelli

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | Página |
|---|---------------|
| Figura 1A: Câmara de Peters..... | 19 |
| Figura 1B: Observação e contagem de ovos e juvenis de nematoides no microscópio óptico. | 19 |
| Figura 2A: Planta amarelada antes do EP..... | 20 |
| Figura 2B: Planta amarelada antes do EP..... | 20 |
| Figura 3A: Planta após aplicação EP | 21 |
| Figura 3B: Planta após aplicação EP | 21 |
| Figura 3C: Evolução da coloração das folhas de aceroleiras após segunda aplicação de extrato pirolenhoso..... | 21 |
| Figura 4A: Na figura A planta antes do uso do EP | 22 |
| Figura 4B: Figura B a mesma planta após 15 dias da última aplicação de EP | 22 |
| Figura 5. A seta vermelha mostra a planta que não foi tratada com EP, já a seta branca mostra a planta tratada com EP | 23 |
| Figura 6: Perfil Raízes com Nematoides. | 24 |
| Figura 7: Raízes infectadas com nematoides..... | 24 |
| Figura 8: Raízes se Ramificando após 15 dias da última aplicação de EP..... | 24 |
| Figura 9: Emissão de novas raízes | 24 |
| Figura 10: A seta vermelha mostra a planta que não foi tratada com EP, já a seta branca mostra a planta tratada com EP | 34 |
| Figura11: Planta após 2ª aplicação do EP..... | 34 |
| Figura12: Planta após ultima aplicação do EP | 34 |
| Figura13: A seta vermelha mostra a planta que não foi tratada com EP, já a seta branca mostra a planta tratada com EP | 35 |
| Gráfico1: Resultado Contagem de ovos no solo no solo..... | 25 |
| Gráfico2: Resultado Contagem de juvenis vivo no solo. | 26 |
| Gráfico3: Resultado Contagem de juvenis mortos no solo..... | 27 |
| Gráfico4: Resultado Contagem de total de individuos no solo. | 28 |
| Ilustração1: Esquema do processo de obtenção do extrato pirolenhosodestilado. | 17 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CVT - Centro Vocacional Tecnológico em Agroecologia;

EP - Extrato Pirolenhoso;

Ha - Hectare;

OS - Ovos no Solo;

JVS - Juvenis Vivos no Solo;

JVM – Juvenis Mortos no Solo

TSI - Total de Indivíduos no Solo.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução | 10 |
| 2. Referencial teórico..... | 12 |
| 3. Objetivos..... | 15 |
| 3.1. Objetivo Geral..... | 15 |
| 3.2. Objetivos Específicos..... | 15 |
| 4. Material e Métodos..... | 16 |
| 5. Resultados e Discussão | 20 |
| 6. Considerações finais | 29 |
| 7. Referências..... | 30 |
| 8. Anexos | 34 |

INTRODUÇÃO

Os nematoides são pequenos vermes que vivem no solo, água ou até mesmo em animais. Os nematoides que atacam as plantas são chamados de fitonematoides. Em geral são classificados como endoparasitas que passam um período de sua vida dentro das raízes e ectoparasitas que geralmente ficam na parte externa da raiz. Os nematoides utilizam um estilete para se alimentar das raízes, quando isso ocorre às plantas com seu mecanismo de defesa acaba produzindo células para cicatrizar o lugar atacado assim formando as galhas com isso não ocorre absorção de nutrientes e água. Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são os mais comuns no Brasil atingindo diversas culturas e causando perdas econômicas. A média global estimada para perdas de rendimento anual causada por nematoides em frutas e hortaliças é de 12% e 11%, respectivamente (RAVICHANDRA, 2014; RAO et al., 2016). Os nematoides fitopatogênicos dos gêneros *Meloidogyne*, caracterizados por ataques de nematoides de galhas radiculares, são os que causam maiores perdas na produção agrícola mundial (GABIA, 2017). Na cultura da acerola não é diferente apesar da mesma ser um pouco tolerante, no entanto ocorre diminuição de tamanho de fruto e desenvolvimento de plantas. Os fitonematoides encontrados no solo são de difícil controle, um desafio que tem gerado alto custo para a produção agrícola mundial (APARECIDA DA COSTA, 2015).

Na cultura da acerola os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) é a principal praga. As plantas infectadas com esses fitonematoides apresentam características como menor tamanho de frutos, diminuição da coloração e nas plantas deixam as folhas com o aspecto amarelado, também provoca o secamento dos galhos. No mercado existem alguns nematicidas, no entanto o custo de tais produtos é alto, além de serem produtos de alta toxicidade e com potenciais danos ao meio ambiente.

O extrato pirolenhoso produto milenar de origem japonesa vem sendo estudado no controle de fitonematoides, além de colaborar para o desenvolvimento de raízes, parte aérea, condicionador de solo e contribuindo para o desenvolvimento de microrganismos benéficos. O extrato pirolenhoso é obtido através da carbonização da madeira, onde a fumaça passa pelo processo de condensação, gerando o extrato pirolenhoso bruto com a presença do alcatrão, a fumaça não condensável vai para atmosfera. Esse produto é indicado para problemas sanitários de raízes repelente de insetos condicionador de solo.

O presente projeto teve como objetivo avaliar qualitativamente o potencial nematicida do extrato pirolenhoso frente a nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) na cultura da acerola, visando observar a recuperação de vinte plantas das setenta que constitui uma área de 0,25 ha de acerola orgânica do *Campus* Petrolina Zona Rural implantado há três anos com finalidade de difusão de tecnologia. Atualmente a área se encontra infestadas de nematoides das galhas. O presente trabalho justificou-se pela necessidade de buscar alternativas para o controle de nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.), menos nocivo ao meio ambiente, que podesse ser utilizado subprodutos de carvoarias ou até mesmo madeiras de podas feitas nas propriedades. O extrato pirolenho pode ser feito pelos pequenos produtores para usar em áreas infectadas por nematoides.

Neste trabalho foi utilizada a metodologia da pesquisa qualitativa, pois não tem como foco a apresentação de dados estatísticos. O presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa de cunho exploratório, pois busca elementos para melhora o conhecimento sobre a proposta do trabalho, além da pesquisa descritiva já que a mesma tem obtenção de resultado exclusivamente descritivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), conhecida pelo seu inegável potencial como fonte natural de vitamina C e sua grande capacidade de aproveitamento industrial, têm atraído o interesse dos fruticultores e passou a ter importância econômica em várias regiões do Brasil (NOGUEIRA et al., 2002). O estado de Pernambuco é o maior produtor brasileiro de acerola, com 21.351 toneladas (IBGE, 2017). Ainda no mesmo levantamento destacaram-se os principais produtores de acerola do nordeste Pernambuco, Ceará e Sergipe, onde esses três estados concentram 70,61% da produção nacional. (IBGE, 2017). Com base nos dados disponíveis o Brasil tem uma produtividade média de 10 ton/ha e 150 mil toneladas de frutos produzidos na região nordeste. Assim o Brasil é um dos maiores produtores em larga escala de acerola, não só da fruta in natura, mas da polpa e do suco da fruta (REZENDE; NOGUEIRA; NARAIN, 2017).

Cultivada comercialmente, no Brasil, desde meados dos anos 80, principalmente no Nordeste, com destaque para os estados de Pernambuco, Paraíba, Bahia e Ceará (CODEVASF, 2003). Existem plantios comerciais em praticamente todos os Estados brasileiros (ALVES, 1996). Contudo, é na região nordestina, por suas condições de solo e clima, onde a acerola melhor se adapta (PAIVA et al., 1999). No decorrer dos anos, a produção de acerola vem passando por decréscimo devido a ocorrência de nematoides de galhas (*Meloidogyne* spp.), um fitopatógeno que afeta a cultura. Portanto, de todas as pragas que atacam a aceroleira, o nematoide é a de maior importância econômica; estes parasitos atacam as raízes, induzindo-as a formação de galhas, atrapalha a absorção da água e nutrientes do solo, e isso se reflete no crescimento da copa da planta (BUENO; GUERREIRO, 2007).

As espécies de nematoides do gênero *Meloidogyne* são as de maior importância econômica na aceroleira, de ocorrência comum em regiões tropicais e subtropicais (MCSORLEY, 1981). As perdas ocasionadas pelos fitonematoides na cultura são consideradas como um fator limitante na produção de acerola no Brasil (CABRERA: EL-BORAI, 2018). As principais espécies desse gênero são *Meloidogyne* incognita (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. enterolobii* (Yang & Eisenback) e *M. hapla*. *M. enterolobii* que foi relatada no Brasil, em 2001, em goiabeira (*Psidium guajava* L.), no Nordeste brasileiro, sendo identificada como *M. mayaguensis* (CARNEIRO et al., 2001). Problemas causados por nematoides de galhas em áreas de produção de aceroleira foram constatados pela primeira vez em

1989, quando foram verificados o parasitismo de *M. incognita* raças 1, 2, 3 e 4; *M. javanica* e *M. arenaria* raça 2 (FERRAZ et al., 1989). As plantas atacadas pelos nematoides de galhas apresentam as seguintes características: exibem amarelecimento, deficiência nutricional, redução do tamanho das folhas, nanismo, redução de produção, menor tamanho de fruto, nódulos nas raízes podendo resultar em declínio e morte das mesmas.

O controle de *Meloidogyne* spp. é muito difícil por causa da ampla gama de hospedeiros das principais espécies deste gênero, o que facilita sua sobrevivência (FREIRE et al., 2002). Em pomares já instalados, o controle de nematóides é muito difícil. A eficiência do controle está relacionada principalmente ao nível populacional do nematóide, tipo de solo e idade da planta. No Brasil, atualmente, não existem nematicidas registrados para aplicação de pós-plantio em plantas de acerola. O curto espaço de tempo, de aproximadamente três semanas, que ocorre desde a fertilização da flor até o amadurecimento do fruto, tem sido o fator limitante, devido a resíduos tóxicos, que podem permanecer no fruto por causa do longo período de carência que a maioria dos nematicidas apresenta (MARTY; PENNOCK, 1965). Considerando a importância dessa cultura no âmbito socioeconômico e a sua vulnerabilidade aos fitonematoides, vários métodos vêm sendo utilizados, a exemplo de extratos vegetais (FONSECA et al., 2017), controle biológico (SHARMA; VIVALDI, 2003) e rotação de cultura (CHARCHAR et al., 2007), na tentativa de reduzir o emprego dos defensivos químicos, principal forma de manejo, no entanto, responsável por inúmeros resultados negativos com prejuízo direto ao homem e ao meio ambiente (DONG; ZHANG, 2006).

De acordo com a instrução normativa - MAPA N° 25, de 23 de Julho de 2009 (BRASIL, 2009) o EP é classificado como agente quelante e complexante orgânico e aditivo estabilizante autorizado para fertilizantes orgânicos e organominerais (MENEZES, 2013). O extrato pirolenhoso, líquido pirolenhoso, vinagre de madeira ou simplesmente pirolenhoso, é proveniente da condensação da fumaça derivada da carbonização da madeira obtida na produção de carvão vegetal (ROGACIANO 2017). Pesquisas feitas por SCHNITZER et al. (2015), MARTINS (2017), ORAMAHI et al. (2018) e OLIVEIRA (2019) comprovam os diversos usos do extrato pirolenhoso como, bioestimulante vegetal, indutor de enraizamento, fertilizante, fungicida, condicionador de solo dentre outros.

O extrato pirolenhoso é dividido em fases: fase sólida constituída do carvão vegetal, a gasosa, que são os gases voláteis não condensáveis e a fase líquida que é o

extrato pirolenhoso bruto. Este subproduto líquido é subdividido em uma parte ácida (extrato ácido ou pirolenhoso) e uma parte composta por hidrocarbonetos aromáticos, o chamado alcatrão (VIERA et al., 2014). Trata-se de um líquido decor amarela a marrom-avermelhada, composto em sua maior parte, por água e mais de 200 compostos orgânicos, dentre os quais, ácido acético, alcoóis, cetonas, fenóis e alguns derivados de lignina (CAMPOS, 2007), hidrocarbonetos e compostos nitrogenados (WU et al., 2015). Segundo MIYASAKA et al. (1999; 2001), o extrato pirolenhoso é conhecido e utilizado como condicionador do solo (melhora as qualidades físicas, químicas e especialmente biológicas, proporcionando aumento de micro-organismos benéficos, facilitando, assim, a assimilação de nutrientes do solo pela planta), bioestimulante vegetal, indutor de enraizamento, repelente de insetos, contribuindo com a diminuição do uso de agroquímicos na agricultura convencional. Esse produto vem sendo utilizado para diversos fins na agricultura, como “fertilizante orgânico”, aplicado ao solona cultura do arroz (TSUZUKI et al., 2000), no controle de patógenos de solo, como os nematoides fitoparasitas, com ação nematicida (SERRA, et al., 2008), além de apresentar efeito fungicida para diversos fungos patogênicos (CUADRA et al., 2000). DORAN (1932), afirmou que o extrato pirolenhoso é eficiente quando utilizado na desinfecção de solo.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar qualitativamente o potencial nematicida do extrato pirolenhoso frente a nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) na cultura da acerola.

3.2 Objetivos específicos

- Abrir perfies e identificar raízes infectadas com nematoides;
- Aplicar extrato pirolenhoso no solo;
- Observar se houve desenvolvimento de novas raízes após as aplicações de extrato pirolenhoso.
- Comparar e caracterizar visualmente a parte aérea das plantas antes e depois das aplicações de extrato pirolenhoso.
- Comparar através da extração e contagem de nematoides (ovos e juvenis) presente no solo, antes, durante e após as aplicações do extrato pirolenhoso.
- Realizar a manutenção da área implantada de 0,25 hectares de acerolaorgânica existente no *Campus* Petrolina Zona Rural em funcionamento adequado

4 MATERIAL E MÉTODOS

Abertura de perfis

Foram realizadas aberturas de perfis no solo com dimensões 20x20x20cm, a fim de facilitar a caracterização das raízes antes das aplicações do extrato pirolenhoso e após finalizar a última aplicação visando descrever se ocorreu o desenvolvimento de novas raízes ou não. A comparação deu-se através dos registros de imagens e em sequência a sua análise assim podendo expressar o processo de resposta da planta em relação ao EP, e a conclusão dos resultados alcançados.

Preparo do extrato pirolenhoso

O extrato pirolenhoso (EP) foi obtido através da carbonização de madeira de algaroba (*Prosopis juliflora*) no CVT. Utilizou-se um tambor de ferro “o forno” coberto por terra para o isolamento térmico, a madeira foi colocada deixando o mínimo de espaço vazio, o tambor foi preenchido e tampado deixando um espaço de 25 cm x 25 cm onde foi colocado fogo, após a madeira ter apresentado algumas brasas, foi sendo reduzido espaço de abertura gradativamente até não permitir a entrada de ar. A fumaça produzida foi passando por uma chaminé, onde em determinados pontos ocorreram resfriamento. No cano que reveste a chaminé, circula água e com isso promoveu a condensação de parte da fumaça originando o “extrato pirolenhoso bruto”, a fumaça não condensável vai para atmosfera, ao final resta o carvão e o extrato pirolenhoso que foi coletado e armazenado para processo de decantação, durante o período de seis meses, onde a parte superior ficam os óleos, no meio o extrato purificado e no fundo o alcatrão. Após esse período coletou-se o extrato para as aplicações. Segue abaixo o esquema de como ocorre o processo de produção do EP.

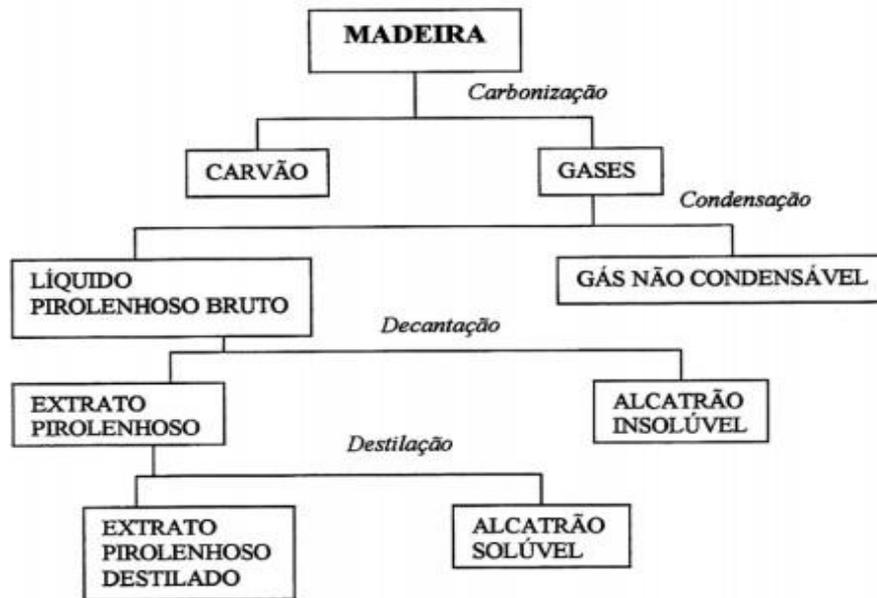


Ilustração 1: Esquema do processo de obtenção do Extrato Pirolenhoso destilado

(FONTE: MIYASAKA et al., 1999)

Aplicações do extrato pirolenhoso

As aplicações do extrato pirolenhoso foram feitas na proporção de 1 L do extrato para 200 L de água, sendo aplicado 2,700 L da solução por planta em um intervalo de 3 dias sendo feita um total de 5 aplicações, antes de cada aplicação foi coletado amostras de solo para contagem de nematoide, e a cada 3 dias foram observados e registrado com foto e anotações a resposta das plantas as aplicações de EP.

Coleta de amostras

Foram feitas vinte amostras simples em ziguezague para coleta de solo, os pontos de coletas foram na projeção das copas das plantas a uma profundidade de 0 – 20 cm. Para realizar as coletas das amostras foram adicionados 5 litros de água ao solo, em um balde, e, em seguida, destrorroadado bem o solo com as mãos, usando luvas; a seguir, agitou-se bem o material (solo + água) e, logo após, foi deixado em repouso, por cerca de 30 segundos, para sedimentar parte das partículas de solo (aquelas mais pesadas) no fundo do balde.

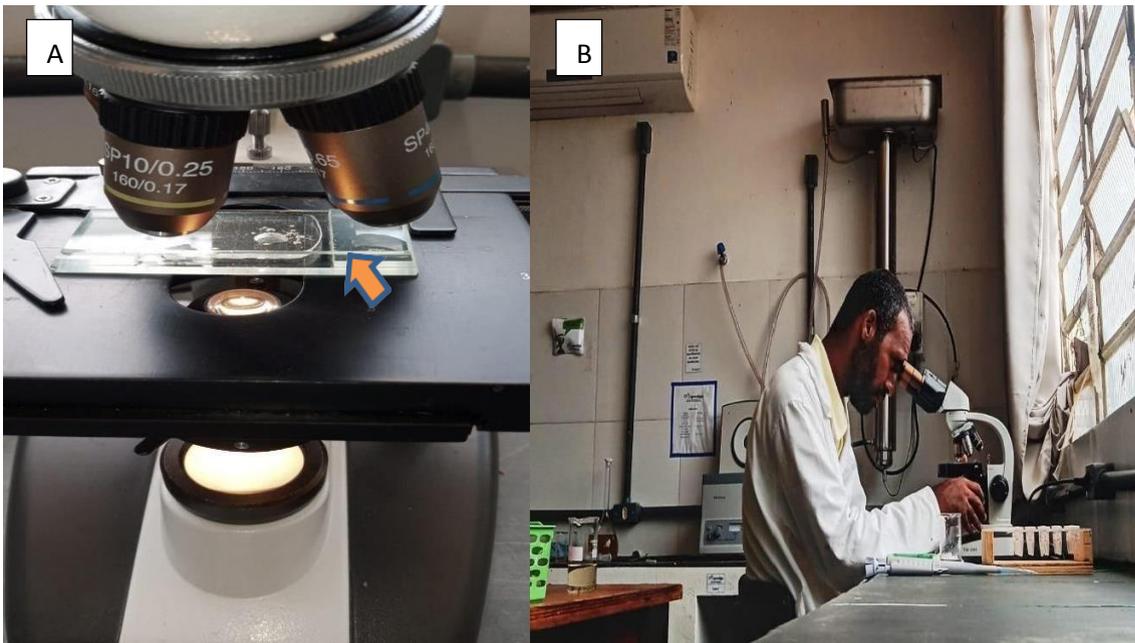
Contagem de ovos e juvenis de nematoides

Após a coleta as amostras foram levadas ao laboratório do CVT, homogeneizadas, peneiradas e centrifugadas para ser realizada a extração e contagem dos nematoides e ovos, foi utilizado 500g das amostras. O processo de peneiramento seguido de centrifugação, para amostras de solo, segundo método de Jenkins (1964).

A centrifugação foi feita em duas etapas, sendo a primeira em água, por 5 minutos a 1.750 rpm e a segunda em solução de sacarose (400 g de açúcar em 750 mL de água), por 1 minuto, também a 1.750 rpm. Ao final da primeira centrifugação, os nematoides ficaram depositados no fundo do tubo da centrífuga, juntamente com outros sedimentos, e materiais mais leves, como matéria orgânica, ficaram no sobrenadante. Esse sobrenadante foi descartado, em seguida, foi realizada a segunda centrifugação. Ao final da segunda centrifugação, os nematoides ficaram no sobrenadante, pois a solução de sacarose que foi utilizada possui densidade ligeiramente superior à densidade do corpo dos nematoides. O sobrenadante, então, com os nematoides, foi vertido em uma peneira de abertura de malha bastante pequena (500 mesh: 0,025 mm de abertura de malha), retendo os nematoides na superfície dessa peneira. Em seguida, os nematoides foram transferidos da superfície da peneira para um frasco de vidro, com uso de água.

Nessa etapa foi realizada a quantificação de nematoides. Uma alíquota de cada suspensão foi utilizada para contagem, usou-se 20% do volume total da suspensão. A alíquota foi colocada em lâmina ou câmara de Peters (Figura 1A), e em seguida levada ao microscópio óptico (Figura 1B). Essa lâmina é composta por 24 quadrados para facilitar a contagem. É nessa câmara que foi colocada a suspensão de nematoides para contagem (1 mL na região quadriculada e mais 1mL fora dessa região). O trabalho de contagem consistiu em percorrer os quadrados, visualizando e contando os nematoides vivos, mortos e ovos. Assim, ao final da contagem, estavam disponíveis informações qualitativas de nematoides e ovos presentes. Utilizou-se objetiva 100x e lente ocular 10x (ampliação de 1000x).

Após a contagem, os números obtidos foram transformados para expressar números referentes ao volume total da suspensão e melhor caracterizar a quantidade de nematoides e ovos no solo. A suspensão de 10 mL e a alíquota utilizadas para contagem de 2 mL (20%), então os números de nematoides contados em 2 mL foram multiplicados por 5, para se obter os números referentes ao volume total da suspensão.



Figuras 1. A – Câmara de Peters e **B** – Observação e contagem de ovos e juvenis de nematoides no microscópio óptico. **Fotos:** arquivo pessoal.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das setenta plantas de acerola presentes na área sobre mesmas condições ambientais, de irrigação e adubação pode-se observar que antes das aplicações do extrato pirolenhoso que todas as plantas se encontravam com coloração amarelada, sem emissão de novas folhas e ramos. Características agrônômicas de deficiência nutricional e de parasitismo de nematoides sobre a cultura da acerola (Figuras 2A e 2B). Pode-se relatar que em função das aplicações do EP em 20 plantas escolhidas de forma aleatória constatou que começou a ocorrer uma mudança de coloração das folhas após três dias da primeira aplicação (Figuras 3A; 3B e 3C), a coloração esverdeada começou na parte central e de baixo para cima, após a terceira aplicação começou perceber maturação de gemas e início de formações de novas brotações, após 15 dias da última aplicação foi notório a coloração verde, presença de novas folhas e brotações nas plantas que foram tratadas com EP (Figuras 4A e 4B). Conforme também foi observado o uso do extrato pirolenhoso nessas plantas quando incorporado ao solo não ocasionou efeitos fitotóxicos na cultura da acerola.

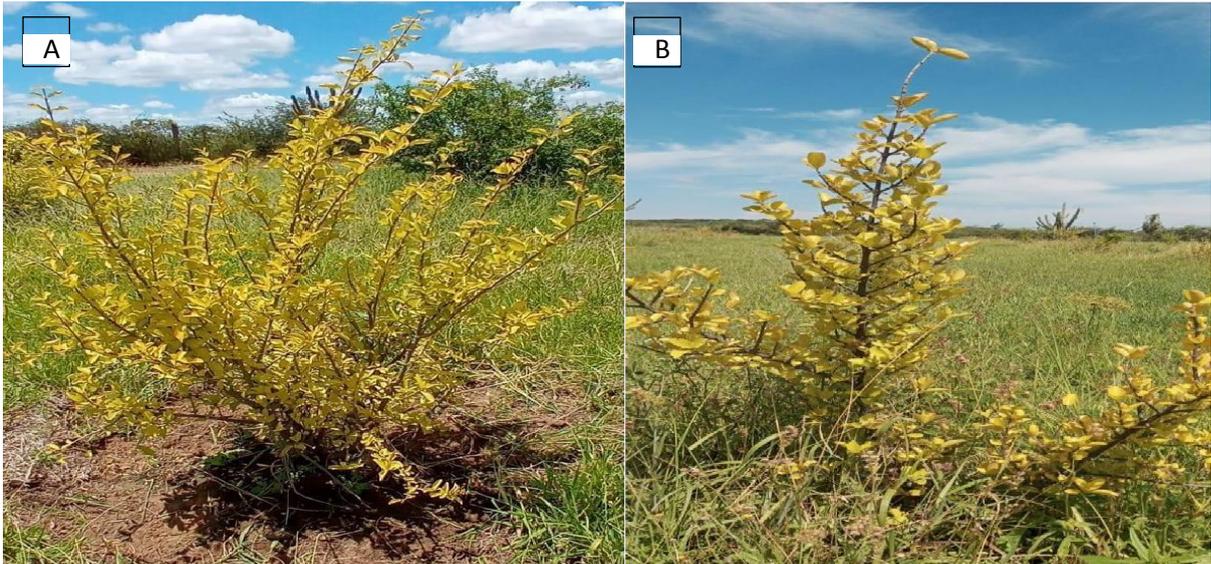


Figura 2 (A e B). Aceroleiras amareladas antes da aplicação do extrato pirolenhoso no solo. **Fotos:** Ipojukan Miranda.

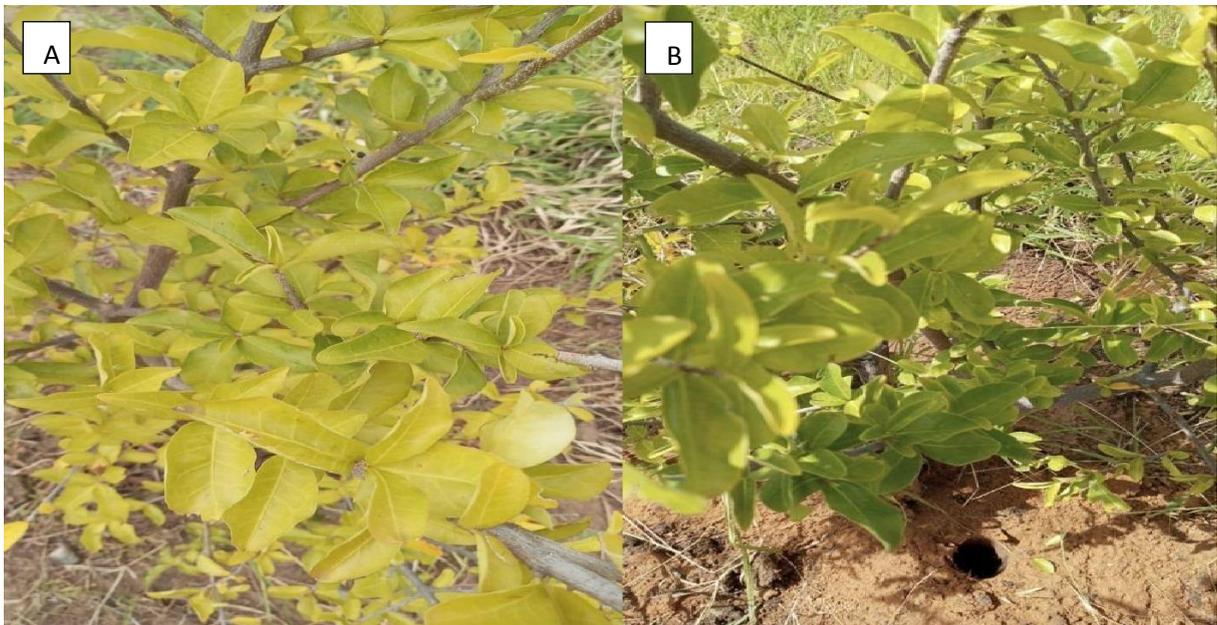


Figura 3 (A e B). Aceroleiras após a aplicação do extrato pirolenhoso no solo. **Fotos:** Ipojukan Miranda.



Figura 3 (C). Evolução da coloração das folhas de aceroleiras após segunda aplicação de extrato pirolenhoso. **Fotos:** Ipojucan Miranda.

Para o desenvolvimento e coloração da aérea, foi possível verificar que, conforme passava os dias após aplicação de extrato pirolenhoso, ocorria acréscimo da coloração esverdeada e emissão de novas brotações da parte aérea das plantas tratadas com EP. Resultado semelhante ao de ICHIKAWA E OTA (1982), onde em condições de campo constataram melhor desenvolvimento da parte aérea das mudas de arroz com a aplicação do extrato pirolenhoso no solo. FERREIRA (2011) avaliando o número de folhas desenvolvidos em *Cattleya aurantiaca*, verificou que o tratamento com 3 mL L^{-1} de licorpirolenhoso desenvolveu uma maior quantidade de folhas com média de 4,15 folhas por plântulas. COSTA (2012) em seu estudo com *Catsetum longifolium*, verificou que as plantas tiveram melhores desenvolvimentos em número de folhas fazendo-seo uso de 1 mL L^{-1} de extrato pirolenhoso, tendo em média 5,1 folhas por planta. Na cultura da acerola utilizando diluição de 1 L para 200 L de água obtivemos uma recuperação da parte aérea (Figuras 4A e 4B) e a (Figura 5).



Figura 4 (A e B). Na figura A planta antes do uso do EP; Figura B a mesma planta após 15 dias da última aplicação de EP. **Fotos:** Ipojucan Miranda.



Figura 5. Planta que não foi tratada com EP (seta vermelha) e planta tratada com EP (seta branca). **Fotos:** Ipojucan Miranda.

Quanto às condições do sistema radicular observou-se através dos perfis abertos próximos as plantas antes da aplicação do extrato pirolenhoso que as raízes se encontravam grossas, colorações escuras, sem desenvolvimento do meristema apical das raízes com uma quantidade alta de nódulos causado por nematoides das galhas

Meloidogyne ssp. (Figuras 5 e 6), assim dificultando a absorção de água e nutrientes provocando coloração amarelada na parte aérea, perda de produtividade.

Pode-se verificar e registrar através de imagens que após as aplicações de extrato pirolenhoso voltou a ocorrer atividade meristemática das raízes de modo que desenvolveu novas raízes (Figuras 7 e 8), assim aumentando o número de raízes e a planta voltando a absorver água e nutrientes voltando a ficar com a coloração verde.

Resultados semelhantes foram observados em estudo com mudas de *Pinus elliottii*, nos quais todos os tratamentos com EP apresentaram maior desenvolvimento radicular e foliar quando comparados ao controle (PORTO *et al.*, 2007). Conforme ICHIKAWA E OTA (1982) observaram que quando adicionado o extrato pirolenhoso ao substrato proporcionou melhor enraizamento das plantas de arroz. DU *et al.* (1998), usou a mistura de carvão vegetal com EP na cultura da batata doce, obtiveram um acréscimo do tamanho das raízes. UDDIN *et al.* (1995) utilizaram a mesma composição de carvão vegetal com EP e constataram um acréscimo nas raízes na cultura de cana-de-açúcar.



Figura 6. Raízes com nematoide.
Foto: Ipojuca Miranda



Figura 7. Raízes com nematoide.
Foto: Ipojuca Miranda

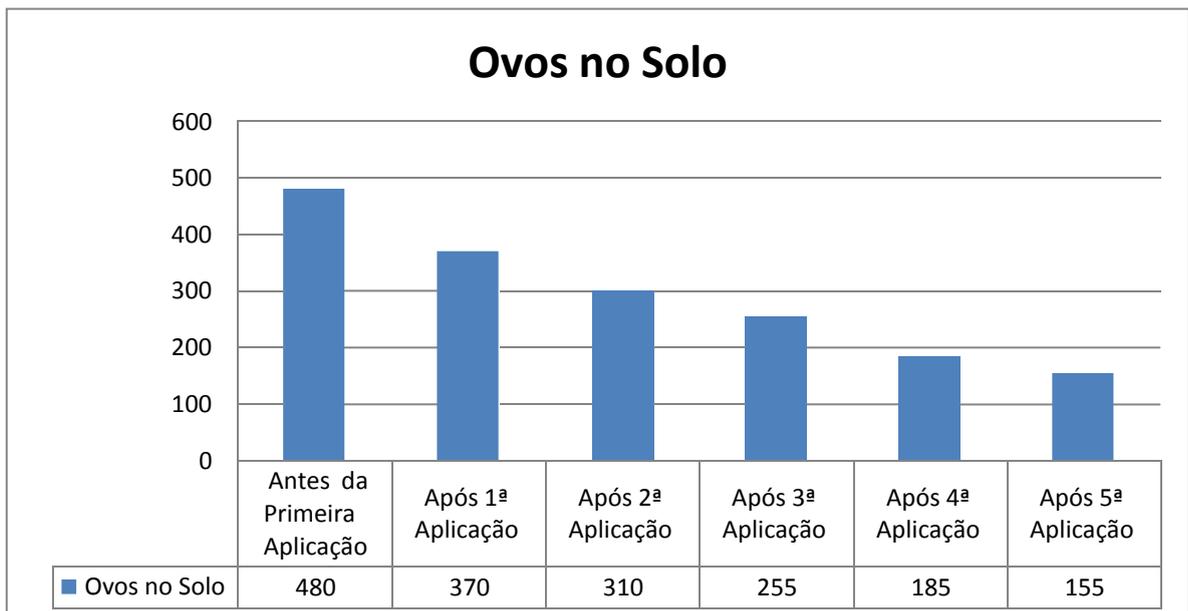


Figura 8. Raízes se Ramificando após 15 dias da última aplicação de EP. **Foto:** Ipojuca Miranda

Figura 9. Emissão de Novas Raízes. **Foto:** Ipojuca Miranda

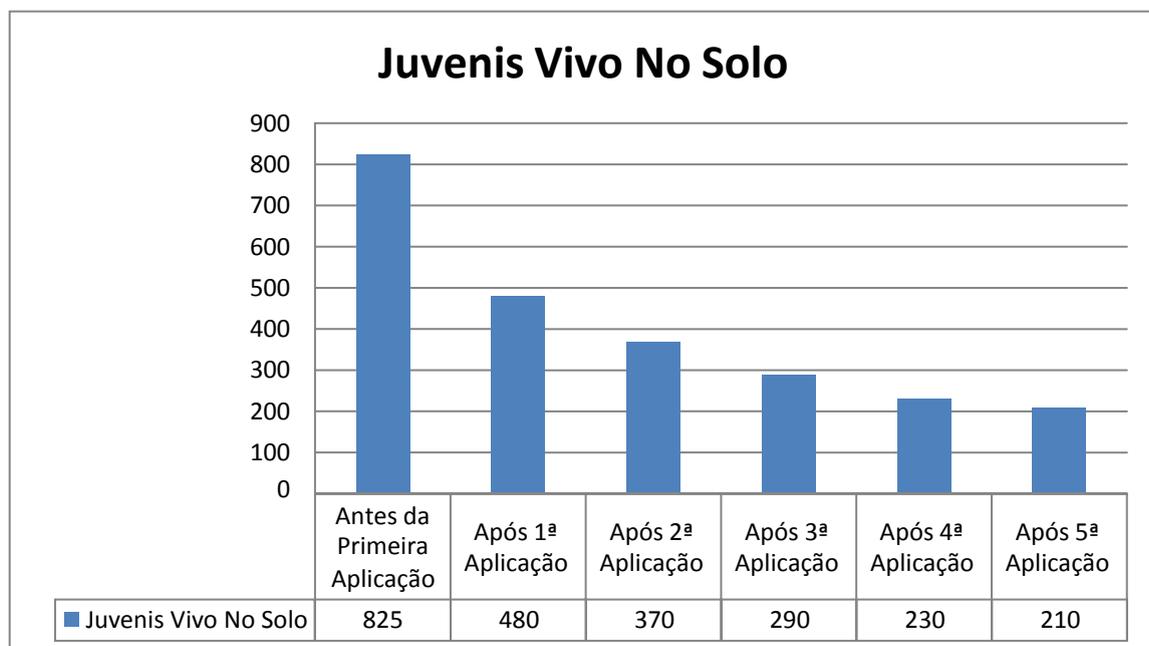
Quanto às características do parasitismo dos nematoides na cultura da acerola, sob concentração única do ácido pirolenhoso utilizada nesse trabalho, observa-se efeito significativo na redução das variáveis de (*Meloidogyne* spp.) sendo caracterizado nos (Gráficos 1; 2; 3; e 4)

Gráfico 1. Características de parasitismo de nematoides (*Meloidogyne* spp.), para números de Ovos no Solo (OS).



Quando observado o número de ovos encontrados na última amostra e comparando com a amostra antes do uso do pirolenhoso pode-se expressar através de calculos de porcentagem a redução da quantidade de ovos no solo chegando a uma ordem de 67,71%. Esse resultado aproximasse do encontrado por Melo et al. (2012), quando obtiveram redução do número de ovos para *M. incognita*, com aplicação a 5% de ácido pirolenhoso, na cultura do tomateiro. CORBANI (2008) obteve a mesma eficiência, com redução a diferentes espécies de nematoides (*M. javanica* e *M. incognita*), tanto no solo, quanto na formação de galhas nas raízes das plantas. Contudo, a eficiência do ácido pirolenhoso, está atrelada muitas vezes, a forma de aplicação e as concentrações empregadas, para que o efeito ativador ou inibidor do ácido sobre os organismos vivos venha ocorrer efetivamente (WEI et al., 2010).

Gráfico 2. Características de parasitismo de nematoides (*Meloidogyne* spp.), para números de Juvenis Vivos no Solo (JVS).



Observando os resultados obtidos nas amostras referentes ao número de juvenis vivos no solo (JVS), aliada a o desenvolvimento de novas raízes livres de ataque de nematoides e renovação da parte aérea das plantas podemos descrever de forma qualificativa a eficiência do extrato pirolenhoso já que ocorreu uma redução das larvas no solo e melhoria das plantas após o uso do mesmo. Analisando o gráfico e realizando calculos de porcentagem comparando a amostra antes da primeira aplicação e após a quinta aplicação podesse notar uma redução de 74,55% para o

número de indivíduos vivos no solo. Contudo, a redução dos nematoides no solo, não está associada somente ao contato direto de alguns compostos presentes no ácido pirolenhoso, mas a disponibilidade desses, viabilizando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, potencializando a absorção dos nutrientes pelas plantas e assim, promovendo indução de resistência (ZANETTI, 2004). Muitos produtos alternativos vêm sendo testados sobre determinadas pragas, doenças e os mesmos podem influenciar de forma indireta, por meio da indução de resistência. SERRA et al. (2008), avaliaram o efeito de indutores naturais sobre a resistência a *M. incognita* em plantas de alface, entre eles, o ácido pirolenhoso se mostrou promissor na redução da população do nematoide. MICHEREFF-FILHO et al. (2008) destacaram ainda que, o extrato pirolenhoso apresenta a vantagem da seletividade sobre alguns inimigos naturais, com efeito deletérico ou mesmo detergente a algumas pragas alvo, viabilizando como mais uma alternativa de uso em agricultura orgânica. Em assenso com ROSSI E LIMA (2007), o ácido pirolenhoso tem efeito supressivo também, sobre outras espécies de nematoides, a exemplo de *Pratylenchus* sp. e *Meloidogyne* sp. presentes em campos de produção.

Partindo do pressuposto, o uso de produtos dessa natureza no manejo de nematoides, em relação aos produtos sintetizados, pode ser de grande valia em termos econômicos e ambiental, tendo em vista, a sua boa eficiência no controle da população de fitonematóides. Porém faz-se necessário ampliar o campo de pesquisa a níveis de campo para observar o comportamento do ácido pirolenhoso e seus compostos químicos sobre os microrganismos não alvos e os efeitos sobre os minerais e sua influência na absorção, na solubilização e a movimentação dos nutrientes no solo.

Como mostra o gráfico 3 acima podemos relatar que houve um aumento no número de nematoides mortos no solo. O uso dos cálculos de porcentagem comparando antes da primeira aplicação e após a última registrou-se um aumento de 158,67% no número de indivíduos mortos no solo. Os dados obtidos nas extrações e a resposta das plantas após o uso do pirolenhoso vêm fomentar a importância de mais pesquisas de aplicabilidade deste produto no controle de fitopatogenos.

Gráfico 3. Características de parasitismo de nematoides (*Meloidogyne* spp.), para números de Juvenis Mortos no Solo (JMS).

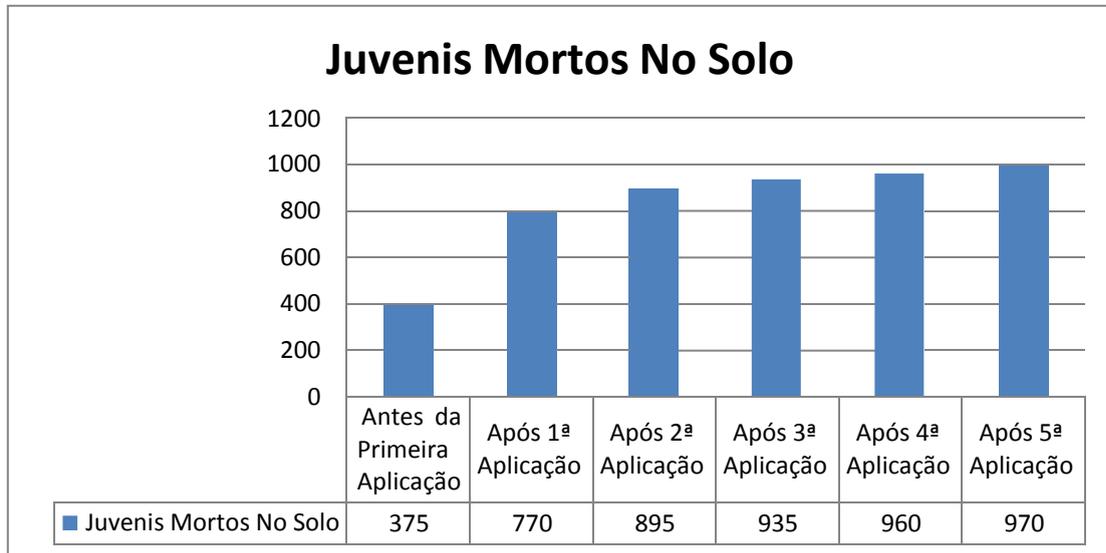
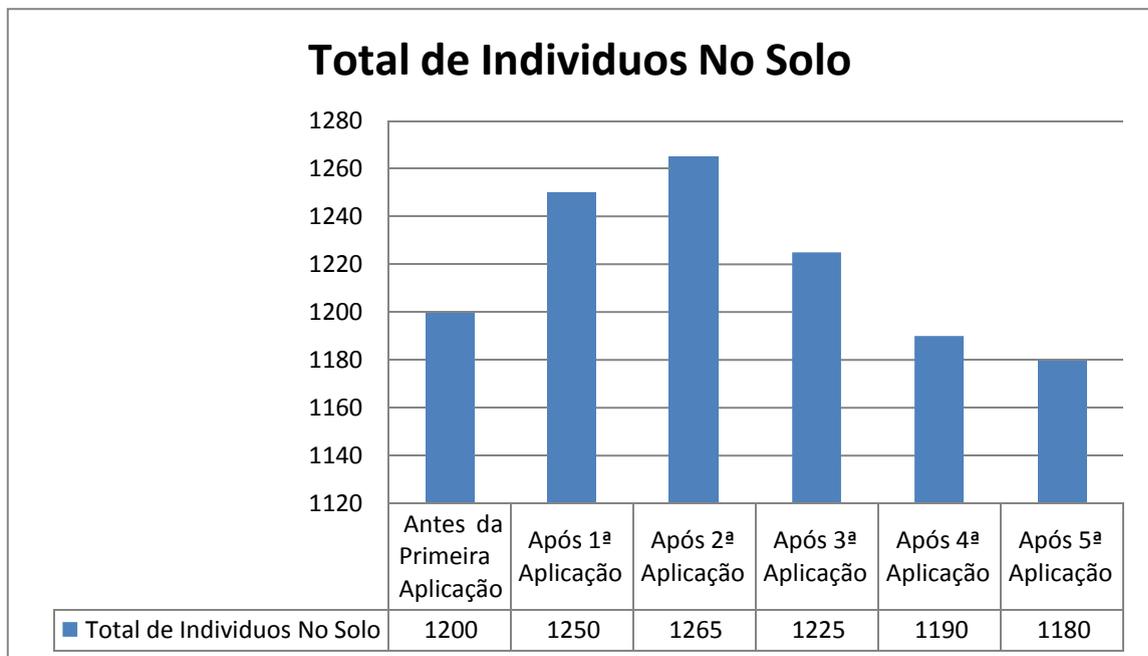


Gráfico 4. Características de parasitismo de nematoides (*Meloidogyne* spp.), o Total de Individuo no Solo (TIS).



O gráfico acima (4) mostra a variação da quantidade de individuo no solo levando em conta o somatório de indivíduos vivos e mortos. Através desses dados podemos descrever que as amostras de solo analisadas tem uma população média de 1218 indivíduos. Esses dados também mostram que ocorreu uma baixa variação dados avaliados já que o somatório de indivíduos vivos e mortos sofreu uma alteração de 1,67%.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos considerar do ponto de vista qualitativo que o extrato pirolenhoso contribuiu para o desenvolvimento de novas raízes assim como para mudança da cor das copas que saíram de amarelas para verdes. O EP também influenciou no surgimento de novas folhas e ramos. Pode-se evidenciar através de análises realizada antes e depois das aplicações do extrato pirolenhoso ocorreu à diminuição tanto no número de ovos e indivíduos vivos.

O extrato pirolenhoso apresentou-se como um potencial produto alternativo, de baixo custo e sustentável na cultura da acerola, porém, para validação desse produto, ainda requer testar outras concentrações bem como realizar análises biométricas das plantas com e sem uso extrato pirolenhoso.

Almeja-se, que este trabalho, por ser mutável e inacabado sirva como sugestão para tema de reflexão para outros pesquisadores e estudantes comprometidos para a construção de uma agricultura sustentável e que busca uma solução alternativa para o controle dos nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.), funcionando também como um instrumento provocador de análise e discussão de suas práticas cotidianas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R.E. **Características das frutas para exportação**. In: GORGATTI NETTO, A.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E. (Eds.) *Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. p.9-12. (Série Publicações técnicas FRUPEX, 21).
- APARECIDA DA COSTA, M. **Biocontrole de nematoides com fungos**. Dissertação de mestrado.2015. 57p. Faculdade de ciências agrárias e veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal. Jaboticaba – SP.
- BUENO, Paulo Rogério Rosa, GUERREIRO, Julio César, BRASS, Fabio Emmanuel Braz, CERVIGNI, Gustavo, Primeiro relato de ocorrência do nematóide *Meloidogynemayaguensis* em acerola, na região de Garça SP, In: **Revista Científica Eletônica De Agronomia**, 2007.
- CAMPOS, A.D. **Técnicas para produção de extrato pirolenhoso para uso agrícola**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 2007. 8p. (Circular Técnica, 65).
- 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, p. 223- 228, 2001.
- CAVICHIOLO, J. C.; GARCIA, M. J. M.; BRIDA, A. L.; WILCKEN, S. R. S. Reação de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) à *Meloidogyne enterolobii*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 156-160, 2014.
- CHARCHAR, J.M.; GONZAGA, V.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W.; ARAGÃO, F.A.S.Efeito da Rotação de Culturas no Controle de *Meloidogyne* spp. em Cenoura na Região Norte do Estado de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, v. 3,n. 3, 2007.
- CODEVASF. **Censo frutícola da Codevasf 2001**. Brasília, [Z003]. Disponível em:< <http://www.codevasf.gov.br/fruticultura> > Acesso em: 7 fevereiro. 2021.
- CORBANI, R.Z. **Estudo do extrato pirolenhoso Biopiról® no manejo de nematoides em cana-de-açúcar, olerícolas e citros, em diferentes ambientes**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP. 55 p, 2008.
- COSTA, L. G. **Efeito do extrato pirolenhoso no desenvolvimento de protocornios de *Catsetum longifolium* rich.** Monografia-Curso de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso. 2012. 12f.
- CUADRA, R.; CRUZ, X.; PEREIRA, E.; MARTIN, E.; DIAZ, A. Algunos compuestos naturales con efecto nematocida. **Revista de Protección Vegetal**, La Habana, v.24, n.15, p.31-37, 2000.
- DONG, L.Q.; ZHANG, K.Q. Microbial control of plant-parasitic nematodes: a five-party interaction. **Plant Soil**, v. 288, n. 1, p. 31-45, 2006.
- DORAN, W.L. Acetic acid and pyroligneous acid in comparison with formaldehyde as soil disinfectants. **Journal of Agricultura Research, Washington**, v.44, n.7, p.571- 578, 1932.
- DU, H.G.; MORI, E.; TERAQ, H.; TSUZUKI, E. Effect of the mixture of charcoal with pyroligneous acid on shoot and root growth of sweet potato [*Ipomoea batatas*].**Japanese Journal of Crop Science**, v.67, p.149-152, 1998.
- FERRAZ, L.C.C.B.; MONTEIRO, A.R.; INOMOTO, M.M. Hospedabilidade da acerola em relação a sete espécies de nematoides. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.13,p.39-49, 1989.
- FERREIRA, D. A. T. **Germinação e desenvolvimento in vitro de *Cattleya aurantiaca* Bateman ex Lindley em meio de cultura alternativo com diferentes concentrações de**

extrato do licor pirolenhoso. Monografia-Curso de Licenciatura em Biologia, Universidade Estadual de Mato Grosso 2011. 18f.

FONSECA, W.L.; ALMEIDA, F.A. de; LEITE, M.L.T.; RAMBO, A.P.P.; PETTER, F.A.; OLIVEIRA, A.M.de; CARVALHO, R.M.; ALCÂNTARA Neto, F. de; PEREIRA, F.F. Bioactivity of aqueousextracts of *Anadenanthera macrocarpa* to *Meloidogyne incognita* in cotton crop. **Australian Journal of Crop Science.**, vol. 11, n. 02, p.156- 161, 2017.

FREIRE, C.R.; DAVIDE, L.C.; CAMPOS, V.P.; SANTOS, C.D.; FREIRE, P.W. Cromossomos de três espécies brasileiras de *Meloidogyne*. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v.26, n.5, p.900-903, 2002.

GABIA, A. A. [Unesp]. **Influência do manejo da cultura da soja na população de *Rotylenchulus reniformis* e seu comportamento espacial.** Dissertação Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2 fev. 2017.

ICHIKAWA T & OTA Y Effect of pyroligneous acid on the growth of rice seedlings. **Japanese Journal of Crop Science**, v.51, p.14-17, 1982.

MARTY. G.M. & PENNOCK, W. Práticas agronômicas para el cultivo comercial de laacerola em Puerto Rico. **Revista de Agricultura de Puerto Rico**, v. 52, p.107-111, 1965.

MCSORLEY, R. Plant parasitic nematodes associated with tropical and subtropical fruits. Agricultural Experiment Station, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, **Bulletin technical**, v.823, p.1-49, 1981.

MELO, T.A.; SERRA, I.M.R.S.; SILVA, G.S.; SOUSA, R.M.S. Produtos naturais aplicados para manejo de *Meloidogyne incognita* em tomateiros. **Summa Phytopathol., Botucatu**, v. 38, n. 3, p. 223-227, 2012.

MICHEREFF-FILHO, M.; TORRES, J. B.; ANDRADE, L. N. T.; NUNES, M. U. C. Effect of some biorational insecticides on *Spodoptera eridania* in organic cabbage. **Pest Management Science**, v. 64, n. 7, p. 761-767, 2008.

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; UTSUMI, B. Ácido Pirolenhoso: uso e fabricação. **Botucatu. Boletim AgroEcológico**, v.14, 1999.

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; NAGAI, K.; YAZAKI, H.; SAKITA, M.N. **Técnicas de produção e uso de fino de carvão e licor pirolenhoso** In: I ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS: Controle ecológico de pragas e doenças. Resumos...Botucatu, SP, p.161-176, 2001.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A. et al. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.463-470, 2002.

PAIVA, J.R.; ALVES, R.E.; BARROS, L.M. **Melhoramento genético da aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) na Embrapa Agroindústria Tropical.** In: RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO DE PLANTAS PARA O NORDESTE BRASILEIRO. Petrolina: Embrapa Semi-Árido/ Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatia.embrapa.br>> Acesso em: 05 fevereiro 2021.

PORTO, P.R.; SAKITA, A.E.N.; NAKAOKA, S.M. Efeito da aplicação do extrato pirolenhoso na germinação e no desenvolvimento de mudas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **IF-Série Registros**, v.31, p.15-19, 2007.

RAO, M.S.; UMAMAHESWARI, R.; PRITI, K.; RAJINIKANTH, R.; GRACE, G.N.; KAMALNATH, M.; et al. 2016. Role of Biopesticides in the Management of Nematodes and Associated

Diseases in Horticultural Crops, In: Plant, Soil Microbes, **Springer International Publishing**, Cham, p. 117–148.

RAVICHANDRA, N.G. **Horticultural Nematology**. Springer India, New Delhi, 2014.

ROSSI, C. E.; LIMA, C. B. Controle alternativo de nematóides em cultura orgânica decana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, vo. 2, n. 1, p. 1545-1548, 2007.

SERRA, I.M.R.S., G.S. SILVA, I.C.M. FERREIRA. Efeito de indutores naturais de resistência sobre *Meloidogyne incognita* em alface cultivada em sistema orgânico. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, vol. 33, p.112, 2008.

SHARMA, R.D.; VIVALDI, L.J. Controle biológico de nematóide- das - galhas com abactéria *Pasteuria penetrans*. Planaltina, DF: Embrapa. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, 80p., 2003.

TSUZUKI, E. et al. Effect of chemical compounds in pyroligneous acid on root growth in rice plant. **Japan Journal Crop Science**, v. 66, n. 4, p. 15-16, 2000.

UDDIN, S.M.M.; MURAYAMA, S.; ISHIMINE, Y.; TSUZUKI, E.; HARADA, J. Effects of the mixture of charcoal with pyroligneous acid on dry matter production and root growth of summer planted sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Japanese Journal of Crop Science**, v.64; p.747-753, 1995.

WEI, Q.; M.A, X.; DONG, J. Preparation, chemical constituents and antimicrobial activity of pyroligneous acids from walnut tree branches. **J. Anal. Appl. Pyrolysis**, v.87, p.24- 28, 2010.

WU, Q.; ZHANG, S.; HOU, B.; ZHENG, H.; DENG, W.; LIU, D.; TANG, W. Study on the preparation of wood vinegar from biomass residues by carbonization process. **Bioresource Technology**, v. 179, p. 98–103, 2015.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J.O.; JÚNIOR, D.M.; CARVAHO, S.A. Influência do extrato pirolenhoso na calda de pulverização sobre o teor foliar de nutrientes em limoeiro 'cravo'. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.26, n.3, p.529-533, 2004.

ANEXOS



Figura 10. A seta vermelha mostra a planta que não foi tratada com EP, já a seta branca mostra a planta tratada com EP. **Fotos:** Ipojucan Miranda.



Figura 11. Planta após 2ª aplicação do EP. **Foto:** Ipojucan Miranda.



Figura 12. Planta após última aplicação do EP. **Foto:** Ipojucan Miranda.



Figura 13. A seta vermelha mostra a planta que não foi tratada com EP, já a seta branca mostra a planta tratada com EP. **Fotos:** Ipojuca Miranda.