

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Leonardo Bombonato Tonioli
Leonardo Kiyoshi Fazan Shiroma
Luis Henrique Morais Telles
Luiz Augusto Garnica Dionizio
Rayane Lais Andrade Escudero

UTILIZAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA NO COMBATE
AOS NEMATÓIDES DAS PLANTAÇÕES DE CANA-DE-AÇÚCAR

Fernandópolis
2019

Leonardo Bombonato Tonioli
Leonardo Kiyoshi Fazan Shiroma
Luis Henrique Morais Telles
Luiz Augusto Garnica Dionizio
Rayane Lais Andrade Escudero

UTILIZAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA NO COMBATE AOS NEMATÓIDES DAS PLANTAÇÕES DE CANA-DE-AÇÚCAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilidade Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em **Química Integrado ao Ensino Médio**, no Eixo Tecnológico de **Controle e Processos Industriais**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora **Flávia Meira Cotrim**.

Fernandópolis
2019

Leonardo Bombonato Tonioli
Leonardo Kiyoshi Fazan Shiroma
Luis Henrique Morais Telles
Luiz Augusto Garnica Dionizio
Rayane Lais Andrade Escudero

UTILIZAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA NO COMBATE AOS NEMATÓIDES DAS PLANTAÇÕES DE CANA-DE-AÇÚCAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilidade Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em **Química Integrado ao Ensino Médio**, no Eixo Tecnológico de **Controle e Processos Industriais**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora **Flávia Meira Cotrim**.

Examinadores:

Alex de Lima

Ângela Aparecida Battaglia Nogueira

Flavia Meira Cotrim

Fernandópolis
2019

DEDICATÓRIA

A nossa querida família, juntamente aos nossos professores e orientadores que nos auxiliaram nessa etapa tão importante de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, aos nossos familiares, amigos, professores e, principalmente, aos nossos orientadores e colaboradores, que contribuíram intrinsecamente para nossa formação, tanto como profissionais, quanto seres humanos.

EPÍGRAFE

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”

José de Alencar

UTILIZAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA NO COMBATE AOS NEMATÓIDES DAS PLANTAÇÕES DE CANA-DE-AÇÚCAR

Leonardo Bombonato Tonioli
Leonardo Kiyoshi Fazan Shiroma
Luis Henrique Morais Telles
Luiz Augusto Garnica Dionizio
Rayane Lais Andrade Escudero

RESUMO: O atual trabalho tem como intuito verificar a ação nematicida do óleo essencial da citronela em nematoides nas plantações de cana-de-açúcar, visando à diminuição dos impactos ambientais causados pelos nematicidas sintéticos. Os nematoides são parasitas microscópicos que se instalam nas raízes da cana-de-açúcar e absorvem muitos nutrientes presentes na planta, tornando-a completamente inviável e conseqüentemente trazendo perdas econômicas para as indústrias sucroalcooleiras. A extração do óleo essencial da citronela foi realizada por meio do processo de hidro destilação, no qual se obteve uma pequena quantidade, fato que levou a compra do óleo para a realização dos testes. Outrossim, por meio de pesquisas bibliográficas, constatou-se a necessidade da extração de amostras de terra da plantação de cana-de-açúcar para contabilização e controle do número de nematoides presentes e posterior aplicação do óleo essencial nestas amostras. As amostras foram tratadas com a adaptação da técnica de peneiramento granulométrico e os microrganismos foram contados em microscópio óptico com a visualização de alternância da placa. É válido ressaltar que os óleos foram preparados nas concentrações de 0,1%, 0,25%, 0,5%, 1%, 2% e 3%, assim, sendo aplicados em amostras distintas para comprovar a ação nematicida da citronela. Após a aplicação dos óleos, identificou-se eficiência com a mortalidade de 100% dos nematoides em todas as concentrações testadas. Por fim, constatou-se, que os objetivos do trabalho foram alcançados validando a hipótese de que o óleo essencial da citronela poderia atuar como um agente nematicida natural.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Citronela. Nematóide. Óleo essencial.

ABSTRACT: The actual work it is intended to verify the nematicidal action of citronella essential oil in nematodes present in sugarcane plantations, aiming at reducing the environmental impacts caused by synthetic nematicides. Nematodes are microscopic parasites that settle in the roots of sugar cane and absorb all the nutrients present in the plant, making it completely unviable and consequently bringing economic losses to the sugarcane industries. The extraction of the essential oil of citronella was performed through the process of hydro distillation, which obtained a small amount, which led to the purchase of the oil. Furthermore, through bibliographic research, it was found the need for extraction of soil samples from the sugarcane plantation to account for and control the number of nematodes present

and subsequent application of the essential oil in these samples. The samples were treated with the adaptation of the sieving technique and the microorganisms counted under optical microscope with the plate alternation visualization. It is worth mentioning that the oils were prepared in concentrations of 0.1%, 0.25%, 0.5%, 1%, 2% and 3%, thus being applied to different samples to verify the citronella deworming action. After the application of the oils, efficiency was identified with the 100% nematode mortality at all concentrations tested. Finally, it was found that the objectives of the work were achieved by validating the hypothesis that the citronella essential oil could act as a natural nematicidal agent.

Keywords: Citronella. Essential oil. Nematoid. Sugarcane.

RESUMEN: El actual trabajo tiene como meta verificar la acción nematicida del aceite esencial de citronela en los nematodos en las plantaciones de caña de azúcar, con el fin de reducir los impactos ambientales causados por los nematicidas sintéticos. Los nematodos son parásitos microscópicos que se asientan en las raíces de la caña de azúcar y absorben muchos nutrientes presentes en la planta, haciéndola completamente inviable y, en consecuencia, causando pérdidas económicas a las industrias del azúcar y el alcohol. La extracción del aceite esencial de citronela se realizó por medio de un proceso de destilación hidroeléctrica, que obtuvo una pequeña cantidad, lo que condujo a la compra del aceite. Además, a través de la investigación bibliográfica, se descubrió la necesidad de extraer muestras de suelo de la plantación de caña de azúcar para tener en cuenta y controlar el número de nematodos presentes y la posterior aplicación de aceite esencial em estas muestras. Las muestras fueron tratadas con la adaptación de la técnica de tamizado y los microorganismos contados bajo microscopio óptico con la visualización de alternancia de placa. Es válido decir que los aceites se prepararon en concentraciones de 0.1%, 0.25%, 0.5%, 1%, 2% y 3%, por lo que se aplicaron a diferentes muestras para comprobar la acción de desparasitación de citronela. Después de la aplicación de los aceites, se identificó la eficiencia con el 100% de mortalidad por nematodos en todas las concentraciones probadas. Por fin, se encontró que los objetivos del trabajo se lograron validando la hipótesis de que el aceite esencial de citronela podría actuar como un agente nematicida natural.

Palabras clave: Aceite esencial. Caña de azúcar. Citronela. Nematoides.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as inúmeras doenças fitossanitárias que afetam o cultivo da cana-de-açúcar, a presente pesquisa científica busca estudar as patologias causadas por nematoides e testar formas alternativas para combater essa praga. Os

microrganismos que mais afetam a produtividade dessa cultura são os nematoides das espécies *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, sendo eles: *Meloidogyne incógnita*, *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus zeae*. (ROSSETTO; SANTIAGO, 2008)

Os fitonematoides da espécie *M. javanica* e *M. incógnita* são vermes microscópicos que, ao penetrarem-se nas plantas, provocam a formação das galhas, geradas por meio da hipertrofia (aumento do tamanho das células) e hiperplasia (multiplicação de células), danificando os órgãos subterrâneos, a partir da injeção de toxinas que afetam o sistema radicular e aéreo, causando a diminuição da absorção de nutrientes (DINARDO-MIRANDA, 2005).

A introdução e disseminação dos nematoides nos canaviais podem ocorrer pelos seguintes meios: maquinários agrícolas, ventos fortes e, principalmente, água de irrigação. De acordo com Rossetto e Santiago (2008), a formação de galhas reduz a produtividade das culturas de cana-de-açúcar em até 30%, pois se alojam principalmente nas raízes, impedindo que a planta absorva água e nutrientes.

Na contemporaneidade, nematicidas sintéticos são amplamente utilizados na agroindústria, por se tratarem de agrotóxicos que combatem os nematoides de maneira eficaz. (OLIVEIRA et al., 2008). Todavia, tais produtos afetam diretamente a fertilidade do solo, uma vez que apresentam em sua composição substâncias químicas que causam danos ao meio ambiente, provocando a contaminação dos solos e do lençol freático, além de consideráveis riscos à saúde humana e animal. (HALFELD-VIEIRA et al., 2016).

A utilização de produtos naturais para o manejo integrado dos canaviais vem ganhando espaço de pesquisas nos últimos anos. Estudos realizados por Salgado e Campos (2003) apontam que os produtos naturais afetam o desenvolvimento da planta em menor escala em relação aos produtos sintéticos, além disso, auxiliam na diminuição de impactos ambientais no meio.

Diante disso, buscamos extrair o óleo essencial da planta Citronela (*Cymbopogon winterianus*), por meio de processos de extração como a hidrodestilação. Tal procedimento tem o intuito de testar, *in vitro*, a toxicidade do óleo extraído da planta sobre os nematoides que afetam as culturas de cana-de-açúcar na região Noroeste Paulista, uma vez que a mortalidade desses microrganismos pode ser verificada por meio da utilização de óleos essenciais extraídos de algumas plantas. (PINTO et al., 2002).

Em primeiro plano, busca-se o estudo da Citronela (*Cymbopogon*) que é uma gramínea encontrada por todo o mundo e possui um composto nomeado Citronelol. O óleo essencial da planta é capacitado de ação antifúngica, antimicrobiana e bactericida (PAULINO, 2019). Essas características nos indicaram que possivelmente esse composto possa aplacar as ações dos nematoides, provocando a morte dos microrganismos.

A cana de açúcar é uma cultura de grande importância socioeconômica, cultivada em várias regiões tropicais e subtropicais do mundo. O Brasil, por sua vez, é apresentado como um dos principais produtores de cana-de-açúcar, proveniente das usinas sucroalcooleiras (NOVACANA, 2018). Essas objetivam a produção de açúcar e etanol, favorecendo a população com a geração de empregos e a fonte alternativa de energia (álcool). A cana de açúcar é, portanto, uma matéria-prima valiosa para o setor sucroalcooleiro, pois possui grandes extensões territoriais cultivadas na região Sudeste do país, concentrando 65,9% da produção nacional (SILVA, 2016). Essa, também é utilizada para a produção de biomassa (bagaço), empregada como uma fonte alternativa para produção de energia e alimentação da caldeira (RODRIGUES, 2010).

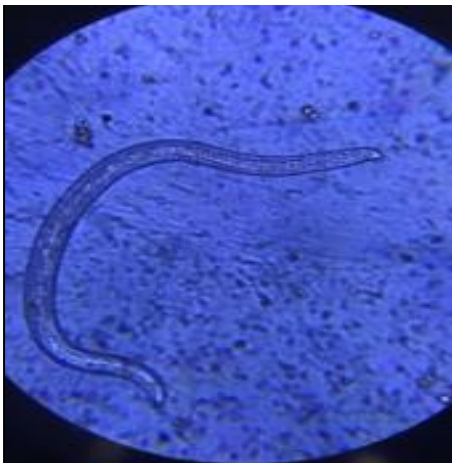
De acordo com pesquisas realizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais de São José dos Campos, entre os anos 2004 e 2005, por meio de imagens de satélites na região de Fernandópolis, pode-se evidenciar que a cana-de-açúcar ocupava uma região equivalente a 11% de todo o território, correspondendo a uma área de 6177 hectares. (RUDORFF et al. 2004). Nota-se, portanto, que os canaviais existentes na região possuem grande importância, pois concentram boa parte da economia local. Assim sendo, torna-se extremamente significativa a realização desse estudo para geração de produtos que sejam seguros ao meio ambiente e que possam contribuir para o combate às doenças nematológicas, aumentando a produtividade e lucratividade das safras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. NEMATOIDES

Os nematoides são microrganismos que apresentam corpo em formato cilíndrico, geralmente alongado e com as extremidades pontiagudas, como demonstradas na Figura 1 e na Figura 2 a seguir. Porém, em determinadas situações, as fêmeas assumem formas defeituosas que não condizem com a aparência natural. Em relação à anatomia no filo *Nematoda*, pode-se afirmar que são animais triblásticos (possuem três tipos de tecidos – ectoderme, mesoderme e endoderme), possuem simetria bilateral e, diferente dos platelmintos, possuem pseudoceloma – falsa cavidade que contém uma camada a mais de tecido - mesoderme (MIRA, 2011).

Figura 01. Nematóide extraído de amostra de solo.



Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

Figura 02. Visão microscópica de nematóide.



Fonte: (Arieira, 2012).

Tais parasitas, não possuem um tamanho específico, variando desde milímetros de comprimento (fitonematoides) a inúmeros metros de comprimento (*Placentonema gigantíssima*). Esses são capazes de viver em qualquer ambiente úmido, mas mostram-se extremamente sensíveis à falta de água e a temperaturas extremas. Entretanto, há espécies de nematoides que conseguem resistir ao estresse hídrico durante meses ou anos (ROSSETTO; SANTIAGO, 2008).

Pode-se dizer também que tanto o sistema circulatório quanto o sistema respiratório dos nematelmintos são desorganizados, uma vez que as trocas gasosas são feitas por difusão, por meio do tegumento. O sistema digestório, em contrapartida, é completo, possuindo boca, esôfago, faringe, intestino e ânus. Além disso, possuem glândulas anexas ao esôfago que produzem enzimas para a quebra da molécula do alimento. No sistema nervoso, vale destacar um órgão chamado anel

nervoso central, que é comparado a uma região cerebral. Já no sistema excretor há uma constituição simples, enquanto o sistema reprodutor é bem desenvolvido em ambos os sexos (MIRA, 2019).

2.1.1. Vida Livre e Parasitismo

Em relação à sua existência, possuem algumas condições de vida, desde a livre até a predominância do parasitismo. A vida livre é aquela na qual o microrganismo se autossustenta, procurando seu próprio alimento – bactéria, fungo, alga, nematelmintos menores, invertebrados microscópicos. Já o zooparasitismo é aquele no qual um ser vivo associa-se a um animal – podendo ser vertebrado ou invertebrado – de onde retirará nutrientes necessários para a sua vivência e reprodução. Paralelamente a isso, há o fitoparasitismo, que também é uma forma de parasitismo, mas que ocorre, geralmente, em áreas de plantio, pois se alojam em raízes. Tal fato, por sua vez, pode proporcionar grandes perdas para o produtor, já que, quanto maior o índice populacional desses microrganismos em uma plantação, menor será seu desenvolvimento, gerando, portanto, uma baixa safra e baixa lucratividade (MIRA, 2019).

No ciclo de vida desses fitonematoides, identificam-se, no entanto, 4 etapas desde o desenvolvimento até a maturação, sendo essas: Ecdise (troca de cutícula no interior do ovo), Eclosão (rompimento do ovo e penetração no verme nas raízes, Movimentação (se movem em direção à raiz da hospedeira) e Ecdise (troca de cutícula para virarem adultos). Vale ressaltar que antes da última etapa o microrganismo se instala em uma raiz, a qual servirá de fonte de nutrientes para o ser microscópico. (PINHEIRO, 2012).

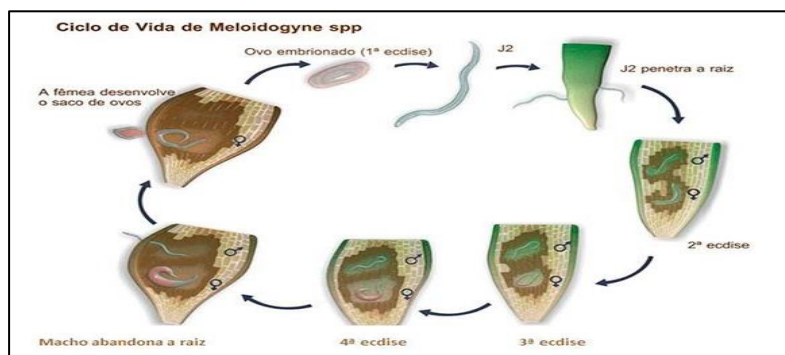
Os fitonematoides possuem variadas formas de adaptação a mudanças que ocorrem no ambiente causadas por diversos fatores, sendo eles: o manejo dos cultivos, estresse climático, época de plantio, fisiologia das plantas e melhoramento genético (ROSSETTO; SANTIAGO, 2008). Nas condições brasileiras, três espécies de nematoides são reconhecidamente importantes para a cana-de-açúcar, em função dos danos que causam à cultura: *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zaei*. (DINARDO-MIRANDA, 2005).

2.2. MELOIDOGYNE JAVANICA E MELOIDOGYNE INCÓGNITA

Essas são espécies endoparasitas sedentárias que, além de possuírem cor esbranquiçada, demonstrada na Figura 3, também podem ser denominadas nematoides de galhas, e completam o ciclo de vida em aproximadamente quatro semanas (MIRANDA, 2018). As fêmeas liberam cerca de 400 ovos, em meio a uma massa gelatinosa, que, no caso da cana, geralmente fica no interior das raízes, de onde serão retirados os nutrientes (PINHEIRO, 2012).

Dos ovos eclodem no 3º estágio (movimentação), que migram pelo solo até localizar e penetrar raízes da cana. No interior destas, injetam toxinas que incitam a formação de um tecido nutridor, tornando-se sedentários, visto na Figura 03. Avançam até a fase adulta e tornam-se fêmeas aberrantes, que podem ser vistas a olho nu quando removidas das raízes, como na Figura 04 (CHINELATO, 2019).

Figura 03. Representação ilustrativa das fases do ciclo de vida



Fonte: (Souza, 2016).

Figura 04. Danos causados por fitonematoides fêmeas



Fonte: (Chinelato, 2019).

Na cana-de-açúcar, as galhas se desenvolvem nas pontas das raízes ou próximo a elas, como identificadas na Figura 05. O tecido nutridor, por sua vez, é danificado, atuando como fonte de alimentação para o nematoide. Assim, a presença de grande número deles pode levar ao bloqueio ou à redução na absorção de nutrientes por parte da planta.

O microrganismo *M. incógnita* é o que causa maior estrago nas plantações, pois pode ocasionar perdas ao redor de 40 %. Porém, casos de níveis populacionais muito altos, como na Figura 05, as perdas provocadas por nematoides podem chegar a 50% da produtividade. (ROSSETTO; SANTIAGO, 2008).

Figura 05. Galhas provocadas pela espécie *Meloidogyne*



Fonte: (Jornal Cana, 2005).

2.3. PRATYLENCHUS ZEAE

Essa é uma espécie de nematelminto que está presente em todas as áreas produtoras de cana do Brasil, devido à sua alimentação ser diversificada. Em condições favoráveis, o ciclo biológico aproxima-se de três semanas. Sendo nematoide endoparasito migrador, provocam grande dano na planta em que se hospeda, uma vez que, como migrador, se locomove entre as raízes das plantas, resultando em danos mecânicos com injeção de substâncias tóxicas, como ilustrado na Figura 06, reduzindo o crescimento da planta (MIRANDA, 2018).

Figura 06. Ação da espécie *Pratylenchus Zeae* na cana-de-açúcar



Fonte: (Jornal Cana, 2005).

Nessa espécie, todos os estágios possuem o formato de um verme (corpo cilíndrico e achatado). Eles movimentam-se intensamente entre ou perto das raízes e podem iniciar o parasitismo, gerando, portanto, diversas formas de infestações. As fêmeas depositam seus ovos isoladamente, no solo ou no interior das raízes parasitadas. De acordo com Miranda (2018), a partir da deposição do ovo, ocorrem ecdises, que são fundamentais para o desenvolvimento do microrganismo. Na parte aérea, é perceptível o nanismo das plantas. Como a distribuição do nematoide no solo não é uniforme, esses sintomas costumam ocorrer em áreas delimitadas dentro da lavoura, designadas “reboleiras”.

2.4. ESTRATÉGIAS PARA CONTROLE DE NEMATOIDES

Dentre as inúmeras estratégias utilizadas para o controle de nematoides nas lavouras, vale destacar a rotação de culturas, representada na Figura 07, que é um dos principais métodos utilizados pelos agricultores e produtores de cana para que a incidência das infestações dessa praga seja minimizada. Essa técnica consiste em alternar, em uma mesma área, diferentes culturas, para recuperar e preservar a qualidade do solo, fazendo com que não ocorra o empobrecimento do solo, nem o desenvolvimento de nematoides (CRUZ, 2011). Porém, para que essa técnica obtenha êxito, faz-se necessário alternar

sempre uma cultura na qual o desenvolvimento do microrganismo não seja suscetível, além de ter que conhecer os nematoides que podem se desenvolver em determinada área de cultivo.

Figura 07. Representação de um sistema de Rotação de Culturas



Fonte: (Oliveira, 2015).

Outros fatores que corroboram a diminuição da população desses agentes são os nematicidas. Esses são compostos químicos formados a partir da junção de diversos componentes que provocam a mortalidade dos microrganismos. Entretanto, vale ressaltar que nenhum método é 100% eficaz, e que nenhum promove a eliminação total dos nematoides. Por isso, é necessário que haja constantes análises de solo para saber se há ou não a presença desses microrganismos.

2.5. NEMATICIDAS

O controle químico de doenças de plantas geralmente é feito por produtos fitossanitários, tais como fertilizantes e pesticidas. Tais produtos são imprescindíveis para redução e controle de pragas agrícolas, contribuindo para melhor desenvolvimento e produtividade da plantação. Segundo Pedrazzoli e Herrmann (2016):

Os pesticidas utilizados no controle de doenças incluem: inseticidas e acaricidas, para controlar insetos e ácaros vetores de patógenos; fungicidas, bactericidas e nematicidas, para controle dos fungos, bactérias e nematoides fitopatogênicos; e herbicidas, para controlar plantas hospedeiras alternativas de patógenos que afetam culturas específicas.

Produtos naturais são fontes de muitos pesticidas comercializados atualmente em diferentes partes do mundo. Esses produtos podem ser aplicados diretamente em forma de extratos ou como substâncias puras extraídas de plantas (DUKE et al., 2000).

Existem inúmeros benefícios no uso de nematicidas naturais, sendo válido ressaltar que apresentam estruturas químicas presentes na natureza, sendo assim de fácil degradação, se aplicados em forma de extratos com mais de um princípio ativo diminui o risco de desenvolvimento de novos mecanismos de resistência e apresentam menores impactos ambientais (em relação com os sintéticos). (VIEIRA et al., 2016).

Os nematicidas sintéticos são amplamente utilizados na agricultura atualmente, pois são agrotóxicos muito eficazes no combate a pragas. Contudo, também causam inúmeros danos, entre eles estão: a poluição de águas, a morte de insetos benéficos e dos inimigos naturais, e o comprometimento da sustentabilidade da vida selvagem, e diversos outros (EMBRAPA, 2016).

2.6. ÓLEOS ESSENCIAIS

Óleos essenciais são compostos aromáticos voláteis extraídos de toda a planta (raízes, rizomas, folhas, flores, caules, cascas, frutos e outros). São restritamente de origem vegetal e proporcionam benefícios a saúde humana por meio da medicina, devido às propriedades microbianas e antioxidantes de alguns óleos essenciais, podendo também ser utilizadas na agropecuária no combate de microrganismos, como inseticida (BOTELHO, 2010).

Os mesmos são extraídos de diversas maneiras, como as destilações simples e por arraste de vapor, podendo também ser obtidos pela extração por solvente e o método de Soxhlet, sendo o método por arraste de vapor mais eficiente

na maioria das vezes, logo, se torna o mais utilizado (BIZZO, H. et al, 2009). Os óleos essenciais são muito comercializados por sua valorização econômica, pelo fato de que se utiliza muita matéria prima para obtenção de pouco produto. (BIZZO, H. et al, 2009).

No controle fitossanitário, óleos essenciais têm apresentado resultados eficazes, sendo utilizados em diversas culturas de plantio. Na cana-de-açúcar, tendo em vista os prejuízos causados por nematoides, Steffen et al (2008) relatou em pesquisas a eficácia de óleos essenciais aplicados através da pulverização, por ser o método mais eficiente tendo em média uma diminuição de 68% da reprodução da praga.(STEFFEN, et al, 2008).

Os autores MOREIRA, F. J. C. et al. (2015), relataram em um estudo a eficiência do óleo essencial obtido a partir da citronela sobre a reprodução dos nematoides no cultivo de tomates. Ademais, diversos estudos sobre o uso de óleos essenciais para o controle desse parasita têm apontando a eficácia no combate aos microrganismos (BORGES, D. F. et al, 2017)

Os mecanismos nematicidas dos óleos essenciais ainda não estão bem elucidados. Porém, Moreira (2007) afirma que os constituintes ativos dos óleos essenciais podem surtir efeitos sobre o sistema nervoso dos nematoides, o que é evidenciado pela alteração do comportamento e paralisação dos movimentos. Outra possibilidade é que os óleos essenciais promovam o rompimento da cutícula do nematoide, alterando sua permeabilidade e levando a morte.

2.6.1. Métodos de extração

Os óleos essenciais possuem alguns métodos de serem extraídos tais como destilação simples ou arraste de vapor e extração por solvente, entre outras. Esses métodos possuem baixo rendimento, ou seja, é utilizada muita matéria prima para pouco óleo a ser produzido. Além do fato de que o óleo pode perder sua qualidade devido a fatores do solo, da extração, da época de colheita e das partes a serem utilizadas da planta (NEUWIRTH; CHAVES; BETTEGA; 2015).

A destilação simples foi o método de extração empregado neste trabalho e consiste em separar substâncias líquidas por aquecimento, sendo assim,

uma por ser mais volátil que a outra entrará em ebulição, deixando seu estado líquido passando para o gasoso. Após separadas, voltará ao seu estado de origem, observando-se que quanto maior a diferença de volatilidade, maior será a eficiência do processo (SOUSA; MATOS; BELTRAN; 2016).

2.7. CITRONELA

A planta medicinal citronela (*Cymbopogon winterianus*) ou como é conhecida comercialmente, capim citronela, se caracteriza como uma gramínea de fácil manejo em países tropicais e subtropicais, devido as suas elevadas condições climáticas que favorecem o desenvolvimento da planta (MATHIAS, 2017). Na Figura 8 é possível visualizá-la.

Figura 08. Planta conhecida como capim citronela.



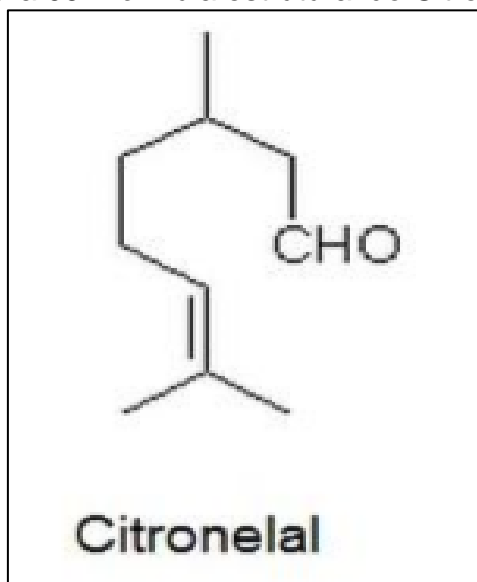
Fonte: (Mathias, 2018).

Ademais, tal erva apresenta em sua composição óleos essenciais que possuem propriedades medicinais, antifúngicas e bactericidas, necessárias para o combate de fitossanitários, podendo ainda ser usada na área de cosméticos e na produção de essências (SEIXAS, et al,2011). Compreende-se, que consequentemente, os extratos naturais derivados da citronela são eficientes substâncias no combate de microrganismo prejudiciais a vida humana e vegetal.

2.7.1. Citronelal

A substância Citronelal é um terpeno, que possui fórmula molecular $C_{10}H_{18}O$, massa molecular de 154,25 g/mol e ponto de ebulição de $201^{\circ}C$. Tal constituinte é considerado o componente majoritário da citronela, tratando-se de um composto ativo líquido, incolor e pouco solúvel em água, possuindo ação fungicida e bactericida. (VELOSO et al,2012). Além disso, o Citronelal pode ser encontrado no óleo essencial extraído das folhas da gramínea *Cymbopogon*, onde é possível extrair-se entre 0,6 a 1,0% de óleo essencial (SOARES et al,2010). A Figura 9 ilustra a fórmula estrutural do Citronelal.

Figura 09. Fórmula estrutural do Citronelal

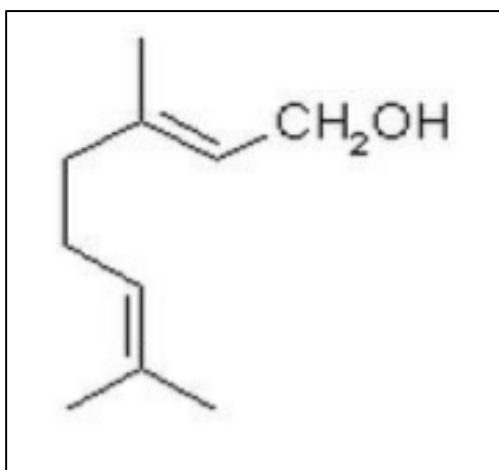


Fonte: (Celito, 2012).

2.7.2. Citronelol

A Substância Citronelol é um terpeno, que possui fórmula molecular $C_{10}H_{20}O$, massa molar que equivale a 156,27 g/mol e ponto de ebulição de $225^{\circ}C$, que pode ser utilizado como aromatizante de ambientes e na fabricação de repelentes inseticidas, por possuir ação antimicrobiana (PINHEIRO, 2017). Tal composto trata-se, de um componente ativo, presente no óleo essencial da citronela, que possui aspecto líquido, incolor e pouco solúvel em água (AZAMBUJA, 2017). Na Figura 10 é evidenciada a fórmula estrutural do Citronelol:

Figura 10. Fórmula estrutural do Citronelol

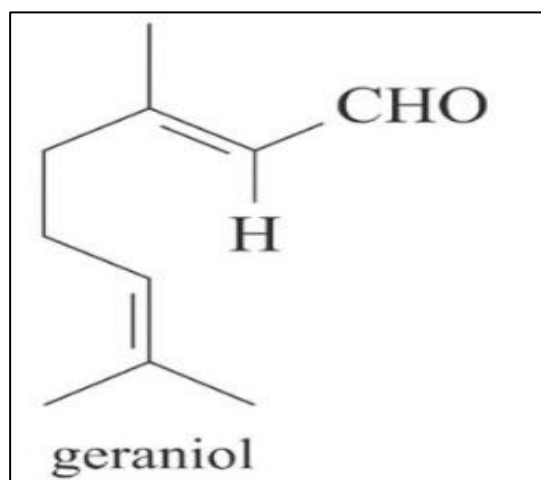


Fonte: (Celito, 2012).

2.7.3. Geraniol

O Geraniol, comumente classificado como, monoterpeneo acíclico, que possui fórmula molecular $C_{10}H_{18}O$, massa molar de 154,25 g/mol e ponto de ebulição equivalente à $230^{\circ}C$. Tal composto pode ser encontrado no óleo essencial da citronela, entre outros, sendo que em sua forma pura ele apresenta-se como um óleo incolor, com aroma floral. Dentre as inúmeras ações que o princípio ativo Geraniol apresenta, destacam-se suas ações antimicrobianas, repelentes e inseticidas (CARVALHO, 2012). A figura 11 ilustra a fórmula estrutural do Geraniol:

Figura 11. Fórmula estrutural do Geraniol



Fonte: (Patrícia et al., 2017)

3. METODOLOGIA

O presente trabalho baseia-se em levantamentos bibliográficos, por meio de pesquisas, com o intuito de verificar a ação vermífuga e nematicida do óleo essencial de Citronela em microrganismos fitonematoides. A pesquisa possui caráter experimental, uma vez que foi aplicado o referido óleo essencial em amostras de nematoides extraídas do solo. Em primeiro plano, a metodologia utilizada para a extração dos nematoides foi um método de Goulart (2010), o qual consiste em realizar um peneiramento da solução aquosa do solo e, em seguida, uma centrifugação. No entanto, necessitou-se adaptá-lo devido à carência de uma centrífuga. Em relação à análise microbiológica, o método utilizado para a verificação da mortalidade dos microrganismos diante à ação dos óleos essenciais, foi a contagem utilizando um microscópio óptico, também realizada a partir de outra metodologia empregada em um artigo de Goulart (2010).

4. DESENVOLVIMENTO

Com o intuito de diminuir a ação dos nematoides no cultivo de cana-de-açúcar, utilizou-se o óleo essencial de Citronela para testar suas ações antimicrobianas nas amostras coletadas. Para a verificação da ação dos óleos nas culturas, foram realizados testes no laboratório de Química da instituição de ensino Etec Professor Armando José Farinazzo.

4.1 MATERIAIS E REAGENTES

Durante o desenvolvimento de todo o trabalho, foram utilizados diversos materiais e reagentes, como listados e identificados na Tabela 1 abaixo:

Tabela 01. Materiais e reagentes usados em todo desenvolvimento.

	MATERIAIS	REAGENTES
Obtenção dos óleos essenciais	<ul style="list-style-type: none"> • Balança semi-analítica; • Balão de destilação (500 mililitros); • Béquer (250 mililitros); • Bico de Bunsen; • Condensador de serpentina; • Erlenmeyer (125 mililitros); • Faca. • Fósforo; • Furador de rolhas; • Garra metálica; • Mangueira; • Pérolas de vidro; • Proveta (1000 mililitros); • Rolha; • Suporte universal; • Tela de amianto; • Torneira; • Tripé de ferro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Água • Citronela;
Preparo da solução dos óleos essenciais para análise microbiológica	<ul style="list-style-type: none"> • Balão volumétrico (100 mililitros); • Bastão de vidro; • Pera de sucção; • Pipeta graduada (10 mililitros); • Pisseta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Água destilada; • Renex 95%; • Óleo essencial de Citronela.
Quantificação de nematoides vivos	<ul style="list-style-type: none"> • Béquer (50 mililitros); • Lâmina; • Microscópio óptico; 	<ul style="list-style-type: none"> • Solução com nematoides;

	<ul style="list-style-type: none"> • Pipeta de Pasteur. 	
Aplicação da solução de óleo essencial de Citronela para teste de mortalidade	<ul style="list-style-type: none"> • Béquer (50 mililitros); • Papel filme; • Pera de sucção; • Pipeta graduada (10 mililitros). 	<ul style="list-style-type: none"> • Solução com nematoides; • Solução do óleo essencial.

Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

4.2. OBTENÇÕES DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Para obtenção dos óleos essenciais, inicialmente, pesou-se 35 gramas de citronela e inseriu-se dentro do balão de destilação juntamente com 250 mililitros de água e pérolas de vidro. Após, montou-se o sistema de hidrodestilação, no qual foi acoplado uma mangueira para fornecer água ao condensador com o intuito de condensar o hidrolato produzido, como mostra a Figura 12. Realizou-se o processo de hidrodestilação da citronela em quatro dias, nos quais o funcionamento foi feito em torno de quatro horas em cada dia. Como o processo de hidrodestilação é um procedimento que requer muito tempo devido ao seu baixo rendimento, necessitou-se realizar a compra do óleo essencial de citronela para a realização dos testes.

Figura 12. Representação do sistema de Hidrodestilação

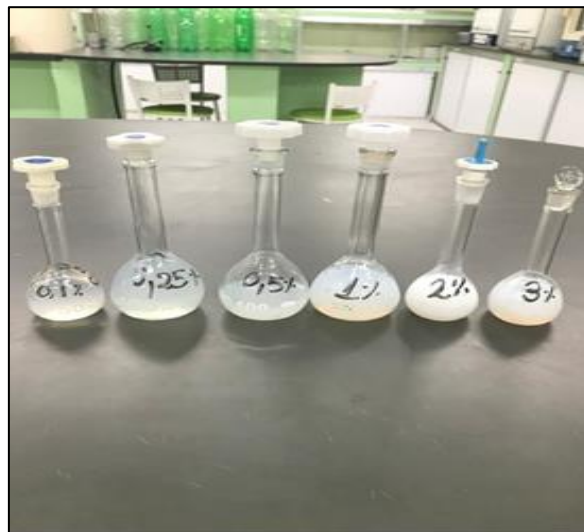


Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

4.3. PREPARO DE SOLUÇÃO COM ÓLEO ESSENCIAL

Para realizar o preparo de solução com o óleo essencial de citronela, pipetou-se diversos volumes de óleo essencial e de água destilada, a fim de realizar soluções em diversas concentrações, como identificadas na Figura 13:

Figura 13. Foto das concentrações de óleo utilizadas no preparo das soluções.



Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

A Tabela 2 abaixo demonstra todas as quantidades de reagentes para o preparo das soluções.

Tabela 02. Quantidade de Óleo de Citronela e Renex 95% utilizados no preparo de solução e suas respectivas concentrações.

Soluções	Óleo essencial de Citronela (mililitros)	Renex 95% (mililitros)	Água Destilada (mililitros)	% de óleo
Solução 1	0,05	0,05	50	0,1%
Solução 2	0,25	0,25	100	0,25%
Solução 3	0,50	0,50	100	0,5%
Solução 4	1	1	100	1%
Solução 5	1	1	50	2%
Solução 6	1,5	1,5	50	3%

Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

4.4. OBTENÇÕES DAS AMOSTRAS DE SOLO

É válido ressaltar que as amostras de solo foram coletadas e doadas tanto por produtores de cana-de-açúcar quanto pela aluna Raiane Cristina de Lima Sartório, para a realização dos testes em laboratório. Para essa extração da terra, utilizou-se a técnica de enxadão para a coleta das raízes e terra e, após, cortou-se as raízes próximas ao tolete (base de saída da raiz da planta). Coletou-se, posteriormente, as amostras em locais distintos, as quais foram armazenadas em um recipiente grande, onde foi feito a homogeneização para a formação de uma amostra de aproximadamente 500 gramas em conjunto de terra e raiz.

As amostras disponibilizadas foram distribuídas em pacotes que continham 100 gramas de terra e armazenadas para análise posterior, como ilustrado na Figura 14:

Figura 14. Amostras de terra divididas igualmente em porções de 100 gramas



Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

4.5 EXTRAÇÕES DOS NEMATOIDES

Para realização da extração dos nematoides presentes nas amostras de solo de cana-de-açúcar, utilizou-se um processo de peneiramento granulométrico, no qual necessitou-se de uma adaptação. Inicialmente, separou-se

manualmente, como na Figura 15, os componentes da amostra doada, isolando a terra em um béquer.

Figura 15. Separação manual dos componentes do solo.



Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

Após a separação da terra e da raiz, pesou-se 100 gramas da terra, com o auxílio de uma balança semi-analítica. Por conseguinte, adicionou-se ao béquer com terra uma quantidade equivalente a 1000 mililitros de água, correspondendo a uma quantidade 10 vezes maior que o da amostra e esperou-se a terra decantar, por 10 minutos, para futuramente peneirá-la. Outrossim, após a decantação da terra, utilizou-se três peneiras granulométricas de 32 *mash*, 42 *mash* e 60 *mash*, nas quais foi despejada a porção líquida em que os microrganismos estavam retidos, desconsiderando-se a parte sólida decantada, como ilustrado no processo da Figura 16.

Figura 16. Processo de peneiração da solução de terra.



Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

Posteriormente, utilizou-se uma pisseta com água destilada, para retirar toda amostra retida na última peneira. Em seguida, obteve-se 10 mililitros de amostra líquida contendo a suspensão de nematoides. Repetiu-se, o procedimento mais quatro vezes, obtendo-se cinco amostras líquidas diferentes do solo, para realização de futuras análises microscópicas.

4.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Para a análise microbiológica, foram adicionadas na lâmina, com auxílio da pipeta de Pasteur, aproximadamente 7 gotas da solução de terra que foi peneirada, como demonstrado na Figura 17

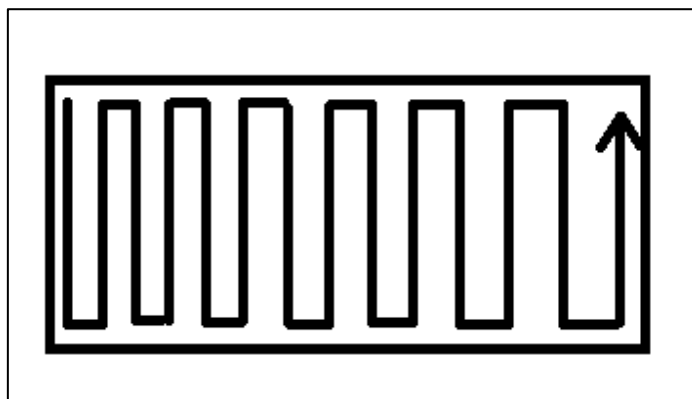
Figura 17. Processo de aplicação da solução de terra no microscópio para contagem microbiológica



Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

A contagem dos microrganismos foi feita em microscópio óptico, a partir da lateral da lamínula, realizando movimentos alternados até passar por toda a amostra presente. Tal mecanismo de ação é demonstrado na Figura 18. Repetiu-se esse processo 4 vezes por amostra, proporcionando 24 análises ao total, pois foram analisados 6 béqueres contendo amostras.

Figura 18. Movimento utilizado para realização da contagem de nematoides



Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

Durante a realização da contagem dos microrganismos presentes na amostra, anotou-se a quantidade de vivos e mortos das análises de cada béquer, como demonstrado na Tabela 03.

Tabela 03. Quantidade de nematoides vivos e mortos em cada análise, proveniente de cada béquer.

	Béquer 1	Béquer 2	Béquer 3	Béquer 4	Béquer 5	Béquer 6	Controle
Análises	Vivo / Morto	Vivo / Morto	Vivo / Morto	Vivo / Morto	Vivo / Morto	Vivo / Morto	Vivo / Morto
Análise 1	07 / 12	04 / 10	33 / 21	07 / 01	02 / 04	03 / 02	06 / 09
Análise 2	01 / 10	07 / 04	07 / 03	06 / 07	04 / 01	02 / 00	03 / 03
Análise 3	06 / 09	09 / 10	05 / 05	20 / 25	05 / 08	08 / 03	11 / 09
Análise 4	01 / 09	12 / 09	15 / 12	04 / 03	02 / 03	02 / 05	01 / 03

Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

4.7 TESTE DE APLICAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Após a realização do preparo das soluções com óleo essencial de citronela em diversas concentrações, aplicou-se as respectivas soluções em

béqueres distintos com a finalidade de verificar sua letalidade aos microrganismos, como ilustra a Figura 19.

Figura 19. Processo de aplicação das soluções de óleo essencial de Citronela



Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

As aplicações dos óleos foram feitas após a contagem dos fitonematoides (realizadas anteriormente) e esperou-se um tempo equivalente a 24 horas para uma nova contagem. A nova contagem dos nematoides foi feita 24 horas após a aplicação do óleo e os respectivos valores obtidos foram coletados de acordo com cada béquer, como ilustrado na Tabela 04.

Tabela 04 Quantidade de nematoides vivos e mortos em cada análise, após 24 horas da aplicação do óleo com suas respectivas concentrações.

	Béquer 1 (0,1%)	Béquer 2 (0,25%)	Béquer 3 (0,5%)	Béquer 4 (1%)	Béquer 5 (2%)	Béquer 6 (3%)	Controle (0%)
Análises	Vivo / Morto	Vivo / Morto	Vivo / Morto	Vivo / Morto	Vivo / Morto	Vivo / Morto	Vivo / Morto
Análise 1	00 / 06	00 / 20	00 / 04	00 / 05	00 / 09	00 / 12	09 / 04
Análise 2	00 / 04	00 / 17	00 / 09	00 / 10	00 / 05	00 / 15	07 / 07
Análise 3	00 / 04	00 / 04	00 / 14	00 / 04	00 / 06	00 / 07	17 / 14
Análise 4	00 / 04	00 / 10	00 / 07	00 / 06	00 / 04	00 / 07	09 / 12

Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

4.7.1. Resultados

Após a realização da aplicação do óleo e contagem, pode-se observar que todas as soluções preparadas (0,1% , 0,25%, 0,5%, 1%, 2%, 3%), em suas respectivas concentrações, foram eficazes para a mortalidade dos nematoides presentes na análise.

Ademais, pode-se evidenciar que no controle de nematoides vivos não houve a aplicação do óleo, visto que esse teste tinha o intuito de verificar qual fator estava proporcionando a mortalidade dos microrganismos - o tempo ou o óleo e, eficazmente, foi o óleo, uma vez que os microrganismos presentes no “béquer controle” se reproduziram durante esse tempo.

A partir da contagem dos nematoides vivos e mortos durante a análise dos béqueres, pode-se realizar um cálculo referente à taxa de nematoides vivos antes e após a aplicação do óleo. Essa taxa de vivos foi feita com base na razão entre a quantidade de nematoides vivos sobre a quantidade total de nematoides na amostra (vivos + mortos), como representada na Tabela 5 abaixo.

Tabela 05. Viabilidade de nematoides (vivos sobre total) em béqueres a partir da aplicação da solução do óleo essencial de citronela em suas respectivas concentrações em função do tempo.

Análise	Antes de 24 horas	Após 24 horas com solução de óleo	
	Taxa de vivos sobre total (%)	Taxa de vivos sobre total (%)	% de solução de óleo aplicado
Béquer 1	37,5%	0%	0,1%
Béquer 2	49,2%	0%	0,25%
Béquer 3	59,4%	0%	0,5%
Béquer 4	50,6%	0%	1%
Béquer 5	44,8%	0%	2%
Béquer 6	60%	0%	3%
Controle	46,5%	53,16%	0%

Fonte: (Dos próprios autores, 2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, portanto, que o presente trabalho apresentou resultados satisfatórios, visto que o objetivo foi alcançado com a visualização da mortalidade de 100% dos nematoides nas amostras de solo em todas as concentrações de óleo essencial de citronela testadas (0,1%, 0,25%, 0,5%, 1%, 2% e 3%).

Além disso, é válido ressaltar a notoriedade da continuação dessa pesquisa tanto com a elaboração de um produto composto por óleo essencial de citronela quanto pesquisas voltadas à aplicação do óleo em campo. Assim, a pesquisa resultará, indubitavelmente, em um considerável desenvolvimento da agricultura na região, além de proporcionar um aumento da produtividade das safras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGUAIA, Mariana. **Filo Nematoda**. Reino Animalia. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/filo-nematoda.htm>>. Acesso em: ago. 2019.

ARIEIRA, G. de O. **Nematoide das lesões radiculares – Pratylenchus spp.** Nematologia Brasil. Disponível em: <<http://nematobrasil.blogspot.com/2012/03/nematoide-das-lesoes-radiculares.html>>. Acesso em: ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Sistema de Produção da Cana-de-açúcar para o Rio Grande do Sul**. Pelotas, RS, 2016. 249 p.

CARVALHO, K.I.M. **Efeito do geraniol sobre a doença ulcerosa péptica experimental**. 2012. 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado) – Departamento de Farmacologia do Instituto de Biociências de Botucatu da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

CHINELATO, G. **Como controlar o nematoide de galhas de uma vez por todas**. Manejo de doenças. Blog Aegro, 2019. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/nematoide-das-galhas/>>. Acesso em: ago. 2019.

COSTA, P et al. **Atividade antimicrobiana e potencial terapêutico do gênero *Lippia sensu lato* (Verbenaceae)**. Universidade Estadual do Ceará, vol. 44, n 2, abril/jun. 2017. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-89062017000200158>. Acesso em: set. 2019.

CRUZ, J. C. et al. Rotação de culturas. **Arvore do Conhecimento –Milho: Rotação de Culturas**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC, 2011.

Disponível em:

<<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3s932q7k.html>>. Acesso em: ago. 2019.

DINARDO-MIRANDA, L. L. 5. NEMATÓIDES E PRAGAS DE SOLO EM CANA-DE-AÇÚCAR. In: _____. **Cana-de-açúcar**. Ribeirão Preto: Instituto Agronômico de Campinas -IAC, 2005. p. 8. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B1FA44831820884083257AA1006BC838/\\$FILE/Enc25-32-110.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B1FA44831820884083257AA1006BC838/$FILE/Enc25-32-110.pdf)>.

Acesso em: mai. 2019.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de nematoides na cana-de-açúcar. **Jornal Cana**, Campinas, set. 2015. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/5Ctecnologiaagricola_000fxg3tc4b02wyiv80soht9h8ex6by1.pdf>. Acesso em: jun. 2019.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; MIRANDA, I. D. **Nematoides**. [S.l.: s.n.], 2018. 52 p.

Disponível em: <[http://www.nematoides.com.br/Content/Fotos/3JUL-](http://www.nematoides.com.br/Content/Fotos/3JUL-CartilhaNemat%C3%B3ides-atualizada.compressed.pdf)

<[CartilhaNemat%C3%B3ides-atualizada.compressed.pdf](http://www.nematoides.com.br/Content/Fotos/3JUL-CartilhaNemat%C3%B3ides-atualizada.compressed.pdf)>. Acesso em: ago. 2019.

FILHO, C. **Efeito do citrônial sobre o potencial de ação composto em nervo isquiático de camundongo**. 2012. 63 p. Dissertação (mestrado). Centro De Ciências Da Saúde, Universidade Estadual Do Ceará, Fortaleza, 2012.

FRANCISCO, W. C. **Economia do Brasil**. Brasil Escola. Geografia do Brasil. DATA.

Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/economia-brasil.htm>>. Acesso em: mai. 2019.

GOULART, A. **Aspectos gerais sobre Nematóides-das-lesões-radiculares (gênero *Pratylenchus*)**. 1. ed. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, 2008. 27 p.

GOULART, A. **Análise Nematológica: importância e princípios gerais**. 1. ed.

Planaltina: Embrapa, 2010. 44 p.

HALFELD-VIEIRA, B.A. et al. Editores Técnicos. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. P. 846. E-book no formato PDF.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1059897/defensivos-agricolas-naturais-uso-e-perspectivas>>. Acesso em: mai.2019.

MACEDO, N et al. Manejo de pragas e nematoides. In: _____. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e etanol - tecnologias e perspectivas**. 2. ed. Produto editorial independente, 2015. p. 42. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Luiz_Ferraz/publication/286042050_Manejo_de_Pragas_e_Nematoides/links/5665917008ae418a786f14c1.pdf>. Acesso em: jun. 2019.

MATHIAS, J. Como plantar citronela. **Globo. Rural.**, v.381, maio.2018. disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-plantar/noticia/2018/05/como-plantar-citronela.html>. Acesso em: jun.2019.

MENTEN, J. O. M. **As tecnologias do controle biológico de pragas e doenças evoluiu, e seu uso vai crescer muito na agricultura de grãos.** Fitossanitários biológicos. ABC Bio, 2017. Disponível em: <http://www.abcbio.org.br/conteudo/noticias/fitossanitarios-biologicos/>. Acesso em: ago. 2019.

MIRA, W. **Nematelmintos.** Biologia. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/enem/biologia/nematelmintos>. Acesso em: ago. 2019.

MOREIRA, F.J.C. **Hospedabilidade de plantas ornamentais e medicinais a *Meloidogyne incognita* (kofoid & white, 1919) chitwood (1949) e controle alternativo com óleos essenciais.** 2007. p. 145. Dissertação de Mestrado (Agronomia e Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8482/1/2007_dis_fjcmoreira.pdf. Acesso em: set, 2019.

NOVACANA. **Brasil, maior produtor de cana de açúcar do mundo seguido pela Índia.** Compre Rural, 2018. Disponível em: <https://www.comprerural.com/brasil-maior-produtor-de-cana-de-acucar-do-mundo-seguido-pela-india/>. Acesso em: mai. 2019.

OLIVEIRA, V. **Rotação de cultura.** Agronegócio sustentável. Agronegócio interior, 2015. Disponível em: <http://agronegociointerior.com.br/rotacao-de-cultura/>. Acesso em: ago. 2019.

PAULINO, T. **10 benefícios da citronela.** Remédio Caseiro, 2019. Plantas. Disponível em: <https://www.remedio-caseiro.com/beneficios-citronela/>. 2019. Acesso em: abr. 2019.

PINHEIRO, J. Nematóides. **Arvore do Conhecimento – Pimenta: Nematoides.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC, 2012. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn0k9bx902wx5ok0liq1mqut1365k.html>. Acesso em: ago. 2019.

PINHEIRO, S.T. **Óleos essenciais de citronela (*andropogonardus* L.) rendle - (poaceae): composição, atividades antioxidante e antibacteriana.** 2017. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2017.

PINTO, A.C. et al. **Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas.** Quím. Nova [online]. 2002, vol.25, suppl. 1, pp.45-61. 9. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9413.pdf>. Acesso em: mai. 2019.

POGGIALI, F. S. J. **Desempenho de microconcretos fabricados com cimento portland com adições de cinza de bagaço de cana-de-açúcar.** 2010. p. 150. Dissertação (Pós-Graduação em construção civil). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ISMS-8H2JJC/10_01_11_disserta__o_fl_via_corrigeida.pdf?sequence=1>. Acesso em: jun. 2019.

RODRIGUES, L. D. **A CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA-PRIMA PARA A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS: IMPACTOS AMBIENTAIS E O ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO COMO FERRAMENTA PARA MITIGAÇÃO.** 2010. p. 64. Trabalho de Conclusão de Curso (Análise Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <<http://atividaderural.com.br/artigos/5601927a79cad.pdf>>. Acesso em: jun. 2019.

ROSSETO, R; SANTIAGO, A.D. Nematoides. **Árvore do Conhecimento - Cana-de-açúcar: Nematoides.** Campinas, AGEITEC: 2008. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_54_711200516718.html>. Acesso em: mar. 2019

RUDORFF, B. F. T. et al. **Estimativa de área plantada com cana-de-açúcar em municípios do estado de São Paulo por meio de imagens de satélites e técnicas de geoprocessamento: ano safra 2004/2005.** São José dos Campos: INPE, 2004. 54 p. (INPE-11421-RPQ/762). Disponível em: Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.1788&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: mar. 2019.

SALGADO, S.M.L. & CAMPOS, V.P. **Eclosão e mortalidade de *Meloidogyne exigua* em extratos e em produtos naturais.** Fitopatologia Brasileira 28:166-170. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v28n2/a08v28n2.pdf>>. Acesso em: mai. 2019.

SANTOS, J. **Biologia – Lombriga, filaria, ancilóstomo: O Filo dos Nematódeos.** Blog do Enem. Disponível em: <<https://blogdoenem.com.br/lombriga-filaria-ancilostomo-nematodeos/>>. Acesso em: ago. 2019.

SANTOS, V. S. dos. **Celoma;** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/celoma.htm>. Acesso em 29 de agosto de 2019.

SEIXAS, P.T.L. et al. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Bras. Pi. Med.**, Botucatu, v.13, especial, p.523-526, 2011. Disponível em: . Acesso em: jun.2019.

SILVA, R. S. **ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM BASE EM DADOS REMOTOS DE BAIXA RESOLUÇÃO ESPACIAL E ÍNDICES CLIMÁTICOS.** 2016. p. 100. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Área

de Água e Solo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016. Disponível em:
<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/305366/1/Silva_RachelScrivanide_M.pdf>. Acesso em: jun. 2019.

SOARES, C.R. et al. “Extração do óleo essencial de citronela e avaliação na incorporação e duração de sua essência em aromatizadores ambientais.”. In: **XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação** – Universidade do Vale do Paraíba, Vale do Paraíba, 2010. n.p.

SOUZA, R. **Soluções de controle para nematoides**. Blog Agronegócio em foco, 2016. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/blog/105/solucoes-de-controle-para-nematoides>>. Acesso em: ago. 2019.