INTERFACE TECNOLÓGICA

FITONEMATOIDES DE IMPORTÂNCIA PARA A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

PLANT PARASITIC NEMATODES OF IMPORTANCE FOR SUGARCANE CROP IN BRAZIL

Tiago Rogério de Carvalho – tiagocarvalho2626@gmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga –SP – Brasil

Daniel Dalvan do Nascimento – danieldalvan@gmail.com
Croppen Consultoria Agrícola Ltda Departamento de Nematologia – Jaboticabal - SP – Brasil

Fábio Alexandre Cavichioli – fabio.cavichioli@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga –SP – Brasil

Nathalia Maria Soares – nathalia.soares@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) - Taquaritinga - SP –Brasil

DOI: 10.31510/infa.v20i2.1783
Data de submissão: 06/09/2023
Data do aceite: 16/11/2023
Data da publicação: 20/12/2023

RESUMO

A cana-de-açúcar é de grande importância para a produção de açúcar e etanol, desempenhando um papel econômico crucial em muitos países, incluindo o Brasil. No entanto, os nematoides representam uma ameaça significativa para a cultura, causando perdas substanciais de rendimento e qualidade. Esse trabalho tem como objetivo apresentar os principais nematoides que afetam a cultura da cana-de-açúcar, como o *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp., examinando seus ciclos de vida, sintomas visíveis de infestação e os danos causados às plantas. Também é apresentado as estratégias de manejo atualmente empregadas para controlar esses nematoides, incluindo a rotação de culturas, a utilização de variedades resistentes, a aplicação de nematicidas e a melhoria das práticas de manejo do solo. Com isso, pode-se concluir que os nematoides causam sérios prejuízos econômicos nas áreas comerciais, o reforça a importância da pesquisa e desenvolvimento visando encontrar soluções mais sustentáveis e eficazes para o manejo, tais como a resistência genética das variedades e o uso de bionematicidas.

Palavras-chave: *Meloidogyne. Pratylenchus*. Controle. Manejo. Nematoides.

ABSTRACT

Sugarcane is of great importance for the production of sugar and ethanol, playing a crucial economic role in many countries, including Brazil. However, nematodes pose a significant threat to the crop, causing substantial yield and quality losses. This work aims to present the main nematodes that affect sugarcane crops, such as *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus* spp., examining their life cycles, visible symptoms of infestation and the damage caused to plants. Management strategies currently employed to control these nematodes are also presented, including crop rotation, use of resistant varieties, application of nematicides and improvement

INTERFACE TECNOLÓGICA

of soil management practices. Therefore, it can be concluded that nematodes cause serious economic losses in commercial areas, reinforcing the importance of research and development aiming to find more sustainable and effective solutions for management, such as genetic resistance of varieties and the use of bionematicides.

Keywords: *Meloidogyne. Pratylenchus*.Control. Management. Nematodes.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) é uma gramínea derivada do cruzamento de *S. spontaneum* L., *S. arundinaceum* Retzius (Syn: *Erianthus arundinaceus* (Retz.) Jeswiet), *S. robustum* Brandes e Jew e *Miscanthus* sp. (Santos et al, 2020 apud Roach; Daniels, 1987). Essa cultura aqui no Brasil foi gerida por Martin Afonso, em que se lançou um dos negócios mais bem-sucedidos da história brasileira com os produtos do setor, como açúcar e álcool (Carvalho et al., 2013).

A cana-de-açúcar e suas variedades são cultivadas comercialmente em mais de 70 países e territórios. Brasil, Índia e China são os maiores produtores. No Brasil, onde o cultivo está fortemente ligado ao desenvolvimento econômico (Unica, 2015), o país responde por 61,8% das exportações mundiais de açúcar (Mapa, 2016).

A safra 2023/24 está estimada em 637,1 milhões de toneladas, a fabricação de açúcar deverá chegar a 38,77 milhões de toneladas, sendo a segunda maior já registrada, perdendo apenas para a temporada de 2020/21 quando foi estimada em 41,25 milhões de toneladas. A produção do etanol também deverá crescer 5,9% quando comparado com o ciclo anterior, podendo chegar a 33,17 bilhões de litros. Para o mercado externo há uma perspectiva otimista de novos ganhos com as exportações dos produtos derivados da cana na safra 2023/24. O cultivo da cultura da cana-de-açúcar está concentrada no estado de São Paulo (62%), seguido por Goiás e Minas Gerais (CONAB, 2023).

Explorando a temática do potencial produtivo da cana-de-açúcar, vários elementos influenciam o desenvolvimento, amadurecimento e produtividade da cultura. Os principais são a seleção de cultivar, a interação entre as condições do solo e do clima, a abordagem de manejo nutricional e o controle de pragas e doenças (César et al., 1987 apud Marques; Silva, 2008). Esses elementos que exercem influência na produção e qualidade da cana-de-açúcar estão sujeitos a constante investigação, visando a máxima mitigação dos efeitos deletérios à cultura (Marques; Silva, 2008). Dentre os problemas que afetam a cana-de-açúcar, o nematoide tem se tornado cada vez mais relevantes, principalmente devido ao monocultivo.

A repetibilidade de cultivo da cana-de-açúcar propicia aumento de populações de nematoides parasitos da cultura, tais como, *Pratylenchus brachyurus P. zeae, Meloidogyne*

javanica e *M. incognita*, além de outros como *Helicotylenchus dihystera* que sido cada vez mais frequentes em altas populações nas áreas cultivadas. Os danos causados por nematoides, podem chegar a 50%, isso somado ao hábito de vida subterrâneo e a dificuldade de detecção do problema, pode resultar em perdas ainda maiores (Gomes et al., 2016).

Com isso, o objetivo deste estudo é investigar e compreender os principais nematoides que afetam a produção de cana-de-açúcar no Brasil, identificando esses nematoides, seus impactos na cultura e apresentar estratégias de manejo eficazes para mitigar os danos causados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Nematoides

Dentro das ameaças que afetam o crescimento e a produção da cana-de-açúcar, destacam-se os nematoides, que são microrganismos difíceis de serem detectados a olho nu, requerendo um microscópio ótico para sua observação. Sua mobilidade no solo é limitada, movendo-se apenas alguns centímetros durante seu ciclo de vida, mas podem ser facilmente disseminados por meio da água e por meio de mudas contaminadas. (Ritzinger, 2013). Hoje ainda não temos a atenção que deveria por parte dos produtores de cana-de-açúcar, porém podem causar prejuízos significativos nas plantas e são porta de entradas para outras pragas e doenças.

Os nematoides podem causar uma redução drástica na produtividade e na vida útil do canavial (Dinardo Miranda, 2008 apud Ferreira, 2015). Mais de trezentas espécies de nematoides já foram identificadas em associação com essa cultura, mas os nematoides de galha, *M. javanica* e *M. incognita* e os nematoides das lesões radiculares, *P. zeae* e *P. brachyurus*, são as mais comuns e de maior importância econômica para a cultura (Cadet; Spaul 2005 apud Goulart, 2008).

Em áreas de cultivo comercial, o nemtoide *M. javanica* pode resultar em uma redução de 20 a 30% na produtividade durante o primeiro corte, especialmente em variedades suscetíveis, enquanto *M. incognita* pode causar perdas ainda maiores, chegando a cerca de 40%. Em situações em que a variedade é altamente suscetível e os níveis populacionais de nematoides estão elevados, as perdas podem atingir até 50% da produtividade (Dinardo Miranda, 2008 apud Ferreira, 2015).

2.1.1 O gênero *Meloidogyne*

Em 1949, Chitwood realizou uma revisão do gênero *Meloidogyne*, sugerindo que todas as espécies que causam a formação de galhas nas raízes pertenciam a esse gênero (Karssen; Moens, 2006; Moens et al., 2009 apud Correia, 2013). Ao longo dos anos, novas espécies foram identificadas, e o gênero *Meloidogyne* se tornou o mais relevante em termos econômicos e de interesse global. Atualmente são descritas mais de 100 espécies pertencentes ao gênero *Meloidogyne*, incluindo 89 espécies nomeadas, 13 espécies que foram consideradas sinônimas e quatro espécies cuja classificação ainda é inconclusiva (Eisenback; Triantaphyllou, 1991; Hussey; Janssen, 2002; Karssen; Moens, 2006; Ornat; Sorribas, 2008 apud Correia, 2013).

Os nematoides do gênero *Meloidogyne spp.*, conhecidos como nematoides das galhas, são considerados um dos grupos mais significativos de patógenos de plantas em termos econômicos. Eles representam uma das principais restrições para o aumento da produtividade agrícola, tanto no Brasil como em todo o mundo. Esses nematoides são capazes de se reproduzir em plantas de importância econômica e em plantas daninhas, o que amplia sua capacidade de afetar cultivos agrícolas de forma negativa. (Taylor; Sasser, 1983; Eisenback; Triantaphyllou, 1991; Hussey; Janssen, 2002; Charchar; Moita, 2005; Karssen; Moens 2006; Moens et al., 2009 apud Correia, 2013).

Os nematoides-de-galhas, são altamente polífagas e estão amplamente distribuídas em todas as regiões produtoras de cana-de-açúcar do Brasil. Essas espécies possuem um ciclo de vida relativamente curto, de três a quatro semanas, e se reproduzem por partenogênese mitótica obrigatória, o que significa que as fêmeas podem gerar descendentes sem a necessidade de reprodução sexual. O ciclo reprodutivo é acelerado e a alta capacidade de reprodução tornam essas espécies particularmente preocupantes para a cultura da cana-de-açúcar (Macedo et al, 2012).

Após a eclosão dos ovos, surgem juvenis que migram pelo solo até encontrar e penetrar nas raízes da cana-de-açúcar. Uma vez dentro das raízes, eles se posicionam na periferia do cilindro vascular e injetam toxinas que estimulam a formação de um tecido especializado chamado de "nutridor", no qual se alimentarão pelo resto de suas vidas. O processo de parasitismo envolve uma combinação de ação tóxica e exploração do hospedeiro, com pouca ação mecânica. À medida que esses juvenis se fixam no tecido nutridor, tornam-se sedentários e, com o tempo, passam pela fase adulta, transformando-se em fêmeas aberrantes com uma forma sacular e uma coloração esbranquiçada. As toxinas injetadas pelos juvenis induzem reações de hipertrofia e hiperplasia no córtex das raízes, resultando em típicos espessamentos

nas raízes, conhecidos como galhas. No caso da cana-de-açúcar, as galhas tendem a se formar principalmente nas pontas das raízes ou nas proximidades delas, (Figura 1) (Macedo et al, 2012).

Figura 1: Sintomas de galha em raízes de cana-de-açúcar causadas por *Meloidogyne* sp. (**A**). B, Juvenil de segundo estádio de *Meloidogyne* sp. (**B**).



Fotos: Daniel Dalvan Nascimento & Tiago R. Carvalho (2023).

É importante destacar que é relativamente comum, inclusive no Brasil, encontrar situações em que canaviais são atacados simultaneamente por espécies de *Pratylenchus* e *Meloidogyne.* Nestes casos, uma das espécies geralmente se torna predominante sobre a outra em termos de população, devido a condições locais específicas, como a textura do solo ou a variedade de cana-de-açúcar plantada, que podem ser mais favoráveis ao desenvolvimento e multiplicação de uma das espécies. Outro ponto importante é que, além das galhas nas raízes, os outros sintomas mencionados não são específicos dos nematoides, o que significa que podem ter diversas outras causas. Portanto, é recomendável que a identificação dos nematoides como a causa primária dos danos observados em um canavial seja baseada em resultados de análises nematológicas, e não apenas em uma inspeção visual da cultura suspeita de infestação (Macedo et al, 2012).

2.1.2 O gênero *Pratylenchus*

Os nematoides-das-lesões-radiculares, pertencentes ao gênero *Pratylenchus*, são amplamente reconhecidos como um dos principais problemas em culturas de grande importância econômica em todo o mundo. Essas culturas incluem soja, milho, algodão, feijão, café, cana-de-açúcar, bem como várias forrageiras, hortaliças e frutas. No Brasil, as espécies mais significativas em termos de perdas econômicas e danos causados, distribuição geográfica

e número de plantas hospedeiras são o *P. brachyurus* e *P. zeae*. Esses nematoides têm um impacto considerável na agricultura brasileira, afetando uma variedade de culturas importantes (Goulart, 2008).

Os nematoides das lesões radiculares, como mencionado, têm uma notável capacidade de disseminação e são polífagos, o que significa que podem infectar uma variedade de plantas hospedeiras. Eles causam danos nas raízes das plantas devido à injeção de toxinas, criando galerias à medida que se deslocam dentro das raízes. Essa atividade resulta em necrose nas raízes, reduzindo o volume radicular, prejudicando o desenvolvimento das plantas e afetando negativamente a produção (Figura 2). Eles causam uma série de problemas, incluindo a redução da produção, má formação de perfilhos e o amarelecimento das folhas, afetando significativamente a saúde e a produtividade das plantas de cana-de-açúcar (Cadet; Spaul 2005 apud Goulart, 2008).

Figura 2: Sintomas de necroses (lesões) em raízes de cana-de-açúcar causadas por *Pratylenchus* spp. (A). Fêmea do nematoide *Pratylenchus zeae.*



Fotos: Daniel Dalvan do Nascimento & Tiago R. Carvalho (2023).

O *P. zeae* é uma espécie de nematoide polífaga, mas com uma clara preferência por poáceas, grupo das gramíneas, sendo a cana-de-açúcar uma das plantas hospedeiras mais importantes para esse nematoide. Essa espécie está amplamente disseminada nos canaviais brasileiros, representando uma ameaça significativa para essa cultura. Em condições favoráveis, o ciclo biológico do *P. zeae* dura aproximadamente três semanas. Sua reprodução ocorre por meio de partenogênese mitótica obrigatória, o que significa que machos raramente são necessários para a reprodução. O *Pratylenchus zeae* é um nematoide endoparasita migratório, o que significa que ele se desloca dentro das raízes das plantas enquanto se alimenta. Os sintomas mais comuns causados por esse nematoide nas raízes é as lesões necróticas, que variam de tonalidades avermelhadas a pardo-avermelhadas. Com o tempo e a colonização por

fungos do solo, essas lesões tendem a escurecer, ficando enegrecidas. Na parte aérea das plantas, os sintomas reflexos incluem o enfezamento ou nanismo das plantas, frequentemente acompanhados de clorose foliar (amarelecimento das folhas) e uma diminuição na emissão de perfilhos. Além disso, nos colmos das plantas, os internódios costumam ser mais curtos do que o normal. É importante observar que a distribuição do nematoide no solo não é uniforme, e, portanto, esses sintomas tendem a ocorrer em áreas delimitadas dentro do canavial, o que muitas vezes são referidas como "reboleiras". (Dinardo-Miranda e Ferraz, 1991; Dinardo-Miranda et al., 1998; Novaretti, 1995; Moura et al., 1999 apud Macedo et al*,* 2012).

O *P. brachyurus* é um nematoide das lesões radiculares que apresenta características similares às já mencionadas anteriormente. Ele possui uma significativa capacidade de disseminação, é polífago, causando necrose nas raízes das plantas devido à injeção de toxinas e formação de galerias em seu processo de migração dentro das raízes. Esta espécie de nematoide é comum em regiões tropicais e é um dos principais responsáveis pelas perdas na cultura da cana-de-açúcar, devido à sua capacidade de reduzir o volume radicular, diminuir a produção e causar má formação de perfilhos e amarelecimento nas folhas das plantas de cana. É frequentemente encontrado em diversos canaviais no Brasil e, em algumas situações, pode ser mais agressivo do que a espécie *P. zeae.* Portanto, o manejo eficaz desses nematoides é crucial para minimizar as perdas econômicas associadas à cultura da cana-de-açúcar (Novaretti et al., 2000; Machado, 2001 apud Macedo et al*,* 2012).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho parte de uma revisão bibliográfica. A pesquisa bibliográfica, é realizada a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem porém pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (Fonseca, 2002, p. 32).

Diante disso, foram utilizados dados acadêmicos, por meio da plataforma google acadêmico, utilizando uma combinação de palavras-chave relevantes, como "nematoides", "cana-de-açúcar", "principais espécies", e outras. As informações relevantes foram extraídas

dos artigos selecionados, incluindo dados sobre a distribuição geográfica das espécies de nematoides, seus ciclos de vida, hospedeiros, sintomas causados nas plantas de cana-de-açúcar e estratégias de manejo adequada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos de controle sobre os fitonematoides com base nos dados pesquisado são quatro: biológico, varietal, cultural e químico. Atualmente, no entanto, em lugar do emprego de medidas isoladas, é preconizado o controle de fitonematoides por meio de estratégia mais ampla, abrangente, denominada manejo integrado. Essa forma de combate aos nematoides, para a cana e outras culturas, prevê a combinação de diferentes técnicas, de modo a otimizar a eficiência do processo com minimização de seus custos (Macedo et al*,* 2012).

O controle dos nematoides das lesões radiculares, como o *P. brachyurus* e o *P. zeae*, é um desafio significativo na agricultura, especialmente na cultura da cana-de-açúcar. Como mencionado, tanto o controle químico quanto o biológico têm limitações e desafios. O controle químico muitas vezes enfrenta restrições devido à alta toxicidade dos produtos químicos, à baixa eficácia devido ao curto período de ação e à falta de seletividade, o que pode prejudicar organismos benéficos no solo e causar problemas ambientais (Soares et al., 2017).

O controle biológico, embora seja uma opção mais amigável ao meio ambiente e à saúde humana, pode levar tempo para se estabelecer no solo e, portanto, não proporcionar resultados imediatos. Nesse contexto, a utilização de cultivares resistentes ou tolerantes aos nematoides é uma alternativa promissora no manejo integrado desses patógenos. No entanto, a disponibilidade de cultivares resistentes ou tolerantes ainda é limitada em muitas culturas, incluindo a cana-de-açúcar (Thomazelli et al., 2020). Isso muitas vezes leva os agricultores a dependerem exclusivamente do uso de nematicidas químicos ou biológicos.

É importante continuar incentivando a pesquisa e o desenvolvimento de variedades de plantas resistentes ou tolerantes a nematoides, pois essa abordagem oferece uma solução mais sustentável e de longo prazo para o manejo desses patógenos. Além disso, a integração de diferentes estratégias de manejo, como a rotação de culturas, a escolha de variedades resistentes sempre que possível, a incorporação de matéria orgânica ao solo e a utilização de produtos biológicos quando necessário, pode ajudar a reduzir a pressão dos nematoides e melhorar a saúde do solo (Arieria et al. 2023).

INTERFACE TECNOLÓGICA

Estudos em casa-de-vegetação e em campo realizados nas últimas três décadas permitiram a classificação das principais variedades, de acordo com as suas reações frente à *M. incognita, M. javanica e P. zeae*, (Tabela 1) a variedade que obtém um maior destaque é a SP70-1143, que é resistente aos nematoides *M. javanica e P. zeae* e é suscetível apenas a *M. incognita* (Macedo et al. 2012).

Tabela 1. Reação de variedades de cana-de-açúcar, plantadas no Brasil, a *Meloidogyne incognita* (Mi), *M. javanica* (Mj) e *Pratylenchus zeae* (Pz).

Variedade	Mi	Mj	Pz	Variedade	Mi	Mj	Pz
SP70-1143	S	R	R	CB45-3	S	*	*
SP70-455	*	T	*	Co997	S	R	*
SP716163	S	S	S	RB855536	S	S	S
SP71-6949	S	S	*	RB855113	I	S	S
NA56-79	S	S	S	SP81-3250	S	S	I
SP80-1816	S	I	I	IAC873396	S	S	I
SP80-3280	*	S	S	RB855156	R	S	S
SP87-365	*	*	S	RB855453	*	S	*
RB72454	S	S	S	RB867515	S	S	S
S79-1011	I	S	S	RB845197	T	*	*
RB825336	MR	S	*	RB855035	I	S	*
SP80-1842	S	S	S	SP83-2847	S	R	S
RB835054	*	S	S	RB835486	S	S	S
IAC77-51	*	*	T	IAC82-2045	S	S	S
IAC82-3092	*	*	I	IAC83-4157	R	S	*
S = suscetível; I = intolerante; T = tolerante; R = resistente; MR = moderadamente resistente							

Fonte: Macedo et al, 2012.

O uso de variedades de plantas que são naturalmente resistentes ou capazes de tolerar os danos causados pelos nematoides é um método prático, eficaz, ecologicamente amigável e geralmente econômico. No caso da cana-de-açúcar, essa abordagem apresenta várias vantagens, incluindo a simplificação do manejo para os produtores, que não precisam de conhecimentos técnicos avançados, não requer operações ou serviços adicionais e não interfere nas práticas agrícolas existentes. No entanto, há um desafio significativo relacionado aos fatores genéticos que promovem altos níveis de produtividade e teor de açúcar nas variedades de cana-de-açúcar. Geralmente, esses fatores são opostos aos que conferem resistência a pragas, doenças e nematoides, o que torna a tarefa dos melhoristas de plantas mais complexa. Além disso, em áreas onde há uma alta infestação simultânea de diferentes espécies de nematoides, como

Meloidogyne e *Pratylenchus*, as opções de variedades que são resistentes ou tolerantes podem ser muito limitadas (Chaves et al., 2007 apud Macedo et al, 2012).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo eficaz dos nematoides é fundamental para preservar a produtividade e a qualidade dos canaviais, bem como para garantir a sustentabilidade de toda a cadeia de produção de açúcar e etanol.

Vários nematoides, incluindo *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp., estão amplamente distribuídos em regiões de cultivo de cana-de-açúcar, representando uma ameaça constante às lavouras. Com potencial de causar perdas significativas de rendimento, além de comprometer a qualidade da matéria-prima.

No entanto, por meio das pesquisas científicas, agricultores e indústria, foram identificadas e desenvolvidas várias estratégias de manejo que podem ajudar a mitigar os efeitos prejudiciais dos nematoides, como a utilização de variedades resistentes, a rotação de culturas, a gestão integrada de pragas, a utilização e a aplicação criteriosa de nematicidas são algumas das abordagens mais promissoras.

REFERÊNCIAS

ARIEIRA, Claudia Regina Dias; ARAUJO, Fernando Godinho; MACHADO, Andressa Cristina Zamboni. **Manejo de Nematoides em Grandes Culturas.** 2023 – Piracicaba SP. 252 p.

CARVALHO, Leidiane Coelho; BUENO, Regiane Cristina Oliveira de Freitas; CARVALHO, Marina Mouzinho; FAVORETO, Ana Laura; GODOY, Ana Flávia. **Cana-de-açúcar e álcool combustível:** histórico, sustentabilidade e segurança energética. 2013. 9 v. Tese (Doutorado) - Curso de Proteção de Plantas, Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu SP, 2013.Disponível em: https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/cana-de-acucar.pdf. Acesso em: 05 ago 2023.

CHAVES, A.; MELO, L.J.O.; SIMÕES NETO, D.E.; COSTA, I.G.; PEDROSA, E.M.R. 2007. **Declínio severo do desenvolvimento da cana-de-açúcar em tabuleiros costeiros do estado de Pernambuco.** Nematologia Brasileira 31(2): 93-95. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luiz-Ferraz-2/publication/286042050_Manejo_de_Pragas_e_Nematoides/links/5665917008ae418a786f14c1/Manejo-de-Pragas-e-Nematoides.pdf. Acesso em: 20 ago 2023

CONAB, 2023. CONAB – Acomp. safra brasileira de cana-de-açúcar, Brasília, v11 – Safra 2023/24, n. 1 - Primeiro levantamento, p. 1-55, 2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana. Acesso em: 22 set 2023

CORREIA, Érika Cristina Souza da Silva. **REAÇÃO DE CULTIVARES DE ALFACE DO GRUPO AMERICANO A Meloidogyne incognita, M. javanica e M. enterolobii**. 2013. 55 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agronômicas Campus de Botucatu, Botucatu Sp, 2013. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/97263/correia_ecss_me_botfca.pdf?sequence=1. Acesso em: 12 ago 2023

FERREIRA, Rivanildo Júnior et al. **ESPÉCIES DE Bacillus NO CONTROLE DE Meloidogyne incognita E Meloidogyne javanica IN VITRO E NA CANADE-AÇÚCAR**. 2015. 60 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Sp, 2015. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/124080/000829026.pdf?sequence=1. Acesso em: 09 ago 2023.

DA FONSECA, João José Saraiva. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. João José Saraiva da Fonseca, 2002.

GOMES, Cesar Bauer; BELLÉ, Cristiano; PORTO, Andréa Chaves Fiuza. **Nematoides Fitoparasitas da Cana-de-açúcar: Ocorrência, Danos e Manejo.** 2016. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164611/1/Sistema-de-Producao-23-Incluido5.pdf. Acesso em: 21 set 2023

GOULART, Alexandre Moura Cintra. **Aspectos Gerais sobre Nematóides-das-lesões-radiculares (gênero Pratylenchus)**. Planaltina DF: Embrapa, 2008. 30 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571924/1/doc219.pdf. Acesso em: 12 ago 2023.

MACEDO, N., Macedo, D., CAMPOS, M., NOVARETTI, W., & Ferraz, L. C. C. B. (2012). **Manejo de pragas e nematoides.** ***Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e etanol***. 2ª ed. UFV, Viçosa-MG. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luiz-Ferraz-2/publication/286042050_Manejo_de_Pragas_e_Nematoides/links/5665917008ae418a786f14c1/Manejo-de-Pragas-e-Nematoides.pdf. Acesso em: 20 ago 2023

MARQUES, Tadeu Alcides; SILVA, Weslei Hilário da. **Crescimento vegetativo e maturação em três cultivares de cana-de-açúcar**. Paraíba: Revista de Biologia e Ciências da Terra, 2008. 8 v. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/500/50080105.pdf. Acesso em: 05 ago 2023

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2016. **Relação das unidades produtoras cadastradas no departamento da cana-de-açúcar e agroenergia.** Brasília: MAPA. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/. Acesso em: 31 jul 2023

RITZINGER, C. H. S. P. **Nematoides.** 2013. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/985228/1/10.Nematoides0001.pdf. Acesso em: 25 ago 2023.

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. **Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de- -açúcar no Brasil.** Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra, 2006. 37p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Angel-Soto/publication/318704642_Cana_de_acucar_e_seus_impactos_Uma_visao_academica_-_Capitulos_6_1113_e_14/links/59789bdca6fdcc30bdc1390e/Cana-de-acucar-e-seus-impactos-Uma-visao-academica-Capitulos-6-11-13-e-14.pdf#page=13. Acesso em: 05 ago 2023.

SANTOS, João Víctor de Andrade dos; SILVA, Geilson Rodrigues da; GANDRA, Lucas Pereira; KWIATKOWSKI, Angela; GOMES, Aline dos Santos Garcia. **Propriedades da cana-de-açúcar e qualidade da bebida brasileira caldo de cana**. 2020. 10 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ensino de Ciências, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, João Pessoa, 2020.Disponível em: https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/viewFile/4793/1847. Acesso em: 29 jul 2023.

SOARES, P. L. M., Nascimento, D. D., Vidal, R. L., & Vizentini, L. R. (2017). Controle Biológico de Nematoides. In E. L. Baldin, A. Z. Kronka, & I. F. da Silva (Eds.), *Inovações em manejo fitossanitário* (1st ed., pp. 167–189). FEPAF.

THOMAZELLI, G. S., Vidal, R. L., Vizentini, L. R., Do Nascimento, D. D., Soares, R. S., Mammana, A. F., Ferreira, R. J., & Soares, P. L. M. (2020). **Immunity of sugarcane cultivars to Meloidogyne enterolobii.** *Biosci. j. (Online)*, *36*(6), 1984–1989. Disponível em: https://doi.org/10.14393/BJ-V36N6A2020-47972. Acesso em: 21 set 2023

UNICA - **União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo. Setor Sucroenergético.** 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Angel-Soto/publication/318704642_Cana_de_acucar_e_seus_impactos_Uma_visao_academica_-_Capitulos_6_1113_e_14/links/59789bdca6fdcc30bdc1390e/Cana-de-acucar-e-seus-impactos-Uma-visao-academica-Capitulos-6-11-13-e-14.pdf#page=13. Acesso em: 30 jul 2023