

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CURSO SUPERIOR EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS AGRÍCOLAS

ANA PAULA LOSS

**CONTROLE BIOLÓGICO DE NEMATOIDES NO CAFEEIRO: UMA
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA**

Colatina

2023

ANA PAULA LOSS

**CONTROLE BIOLÓGICO DE NEMATÓIDES NO CAFEEIRO: UMA
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à banca do Instituto Federal do
Estado do Espírito Santo- campus Itapina,
como requisito para obtenção do título de
Licenciada em Ciências Agrícolas.

Orientador: Prof. D.Sc. Jadier de Oliveira
Cunha Junior

Colatina

2023

(Biblioteca do Campus Itapina)

L881c Loss, Ana Paula.

Controle biológico de nematoides no cafeeiro: uma análise bibliométrica /
Ana Paula Loss. - 2023.
34 f. : il.

Orientador: Jadier de Oliveira Cunha Junior

TCC (Graduação) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina,
Licenciatura em Ciências Agrícolas, 2023.

1. Bionematicida. 2. Fitonematóides. 3. Nematófago. 4. Patógenos do
solo. 5. Meloidogyne. I. Cunha Junior, Jadier de Oliveira. II. Título III. Instituto
Federal do Espírito Santo.

CDD: 633.73

Bibliotecário/a: Júlia Schettino Jacob dos Santos CRB-ES nº 999



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CAMPUS ITAPINA
Rodovia BR-259, Km 70, Zona Rural, Colatina, CEP 29709-910
Tel (27) 3723-1221 Fax (27) 3723-1244

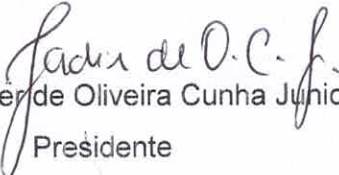
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO
Licenciatura em Ciências Agrícolas

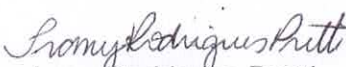
Autora: Ana Paula Loss

Orientador(a): Jadier de Oliveira Cunha Junior

Aprovada pela Banca Examinadora como parte das exigências do componente curricular de Trabalho de Conclusão de Curso, para obtenção do grau de Licenciada em Ciências Agrícolas pelo Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus Itapina*.

Assino a presente Ata juntamente com os membros da Banca Examinadora.


Jadier de Oliveira Cunha Junior
Presidente


Irany Rodrigues Pretti
Membro interno

Thais Almeida do Nascimento
Membro externo

Colatina (ES), 30 de novembro de 2023.

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Declaro para os devidos fins que eu, Ana Paula Loss, matriculada sob o Registro Geral (RG) 3632317, me responsabilizo pela monografia apresentada como trabalho de conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas, sob o título "CONTROLE BIOLÓGICO DE NEMATÓIDES NO CAFEEIRO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA" isentando, mediante termo, o Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina de quaisquer ônus consequentes de ações atentatórias à "Propriedade intelectual", assumindo as responsabilidades civis e criminais decorrentes de tais ações. Declaro para fins de pesquisas acadêmica, didática e técnico-científica, que este Trabalho de Conclusão de Curso pode ser parcialmente utilizado, desde que se faça referência à fonte e ao autor.

Colatina, 30 de novembro de 2023.

AGRADECIMENTOS

A Deus, ao Divino Espírito Santo e à Nossa Senhora, pela vida, pelos dons e pela proteção.

Aos meus pais, irmãos e irmãs, cunhados(as), sobrinhos e afilhadas, que são minha razão de não desistir, por todo o suporte e compreensão e também aos nossos mascotes Pango, Marcelinha e Melissa que alegram os meus dias.

Aos amigos que fiz ao longo desse processo, especialmente Thais, Karol, Elaine e Cristiane, pelo companheirismo e por tornarem os dias mais descontraídos; também ao sr. Onofre (in memorian) por ter sido um grande incentivador e exemplo.

Aos velhos e novos amigos, os de longe e os de perto, por serem um suporte importante em todos os momentos.

Ao meu orientador, Jadier, pela confiança e paciência.

Ao professor José Claudio Valbuza, por ter sido um educador importante nesse processo e por permitir minha integração nos seus projetos, como bolsista e monitora.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo, especialmente o campus Itapina e todo o corpo docente, pelo ensino de qualidade e por contribuir tão ricamente na minha formação.

Às escolas “EMEF São Marcos” e “EMEF Dr. Octávio Manhães de Andrade”, à creche “CEIM Sagrada Família” e todos os seus funcionários e alunos por me acolherem enquanto estagiária e permitir que eu vivenciasse a realidade da minha profissão.

A todos que fizeram parte dessa jornada, obrigado.

Dedico essa conquista a Deus e à minha família.

Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa.
Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.

Paulo Freire

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. JUSTIFICATIVA	9
3. OBJETIVO	10
3.1 OBJETIVO GERAL.....	10
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4. METODOLOGIA	10
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5.1 ANÁLISE DE DESEMPENHO	13
5.1.1 DESEMPENHO DO NÚMERO DE PUBLICAÇÕES	13
5.1.2 DESEMPENHO DE PUBLICAÇÕES DOS PAÍSES.....	14
5.1.3 DESEMPENHO DAS FONTES DE PUBLICAÇÃO	14
5.1.4 DESEMPENHO DAS INSTITUIÇÕES QUE AFILIAM PESQUISAS .	15
5.1.5 DESEMPENHO DAS AGÊNCIAS FINANCIADORAS DE PESQUISAS	16
5.1.6 DESEMPENHO DOS AUTORES EM NÚMERO DE PUBLICAÇÕES	17
5.2 MAPEAMENTO CIENTÍFICO	18
5.2.1 VISUALIZAÇÃO EM REDE DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA ENTRE PAÍSES	19
5.2.2 VISUALIZAÇÃO EM REDE DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA ENTRE ORGANIZAÇÕES.....	20
5.2.3 VISUALIZAÇÃO EM REDE DE PALAVRAS-CHAVE.....	21
5.3.1 ACOPLAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	23
5.3.2 ANÁLISE DE COCITAÇÃO	25
6. CONCLUSÕES	27
7. REFERÊNCIAS	28
8. APÊNDICE A	33

RESUMO

A exploração comercial da cultura do café é uma das atividades mais importantes do setor agrícola mundial. Porém, a presença de nematoides no solo da lavoura é um dos principais problemas fitossanitários que afetam a cultura, causando danos às raízes, com perda do potencial produtivo. Atualmente, o manejo contra esses patógenos é baseado no uso de moléculas químicas que causam problemas na saúde do solo e são prejudiciais ao meio ambiente. Neste sentido, várias medidas têm sido testadas para um manejo efetivo e sustentável. Portanto, entende-se que a pesquisa científica tem um papel importante na geração de tecnologias, bem como segurança no manejo dessas pragas, entretanto, há uma necessidade em refinar o conteúdo gerado a fim de descobrir tendências na temática. O objetivo do trabalho foi realizar uma análise bibliométrica na base de dados *Web Of Science* acerca das contribuições de estudos, pesquisadores, organizações e países na pesquisa sobre o controle biológico do nematoide do cafeeiro. Foram apurados 30 artigos, publicados entre 1992 e 2022, que posteriormente foram sistematizados no *software VosViewer*. Os resultados mostraram que a maioria dos estudos se originam no Brasil e na França. Nota-se a seguinte divisão de estudo: áreas de controle biológico, migração, parasitismo, controle alternativo, toxicidade e atração de moléculas voláteis para nematoides.

Palavras-chave: Bionematicida; Fitonematóides; Nematófago; Patógenos do solo; Meloidogyne.

ABSTRACT

The commercial exploitation of coffee cultivation is one of the most important activities in the global agricultural sector. However, the presence of nematodes in the crop soil is one of the main phytosanitary problems that affect the crop, causing damage to the roots, with loss of productive potential. Currently, management against these pathogens is based on the use of chemical molecules that cause problems in soil health and are specific to the environment. In this sense, several measures have been tested for effective and sustainable management. Therefore, it is understood that scientific research has an important role in the generation of technologies, as well as security in handling them indirectly, however, there is a need to refine the content generated in order to discover trends on the subject. The objective of the work was to carry out a bibliometric analysis in the *Web Of Science* database on the contributions of studies, researchers, organizations and countries in research on the biological control of the coffee nematode. 30 articles were investigated, published between 1992 and 2022, which were later systematized in the *VosViewer* software. The results showed that the majority of studies originated in Brazil and France. Note the next study section: areas of biological control, migration, parasitism, alternative control, toxicity and attraction of volatile molecules to nematodes.

Keywords: Bionematicide; Phytonematodes; Nematophagous; Soil pathogens; Meloidogyne.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do café (*Coffea* spp.) tem um papel fundamental na economia global, sendo uma das *commodities* agrícolas mais valiosas e amplamente consumidas no mundo. Originário da Etiópia, o café rapidamente conquistou diversos continentes, transformando-se em uma cultura de importância não só econômica, mas também cultural (Oliveira et al., 2012).

O sucesso comercial da cultura está ligado às características climáticas das regiões produtoras. A planta se desenvolve principalmente em climas tropicais e subtropicais, onde temperaturas amenas, pluviosidade balanceada e solos drenados são fundamentais para seu desenvolvimento saudável e produção de grãos de alta qualidade (Landau et al., 2020). Nesse contexto, alguns países se destacam como líderes na produção de café, sendo o Brasil, com vastas extensões de terras adequadas para o cultivo, o maior produtor mundial e o estado do Espírito Santo, o maior produtor da variedade conilon, contribuindo significativamente para a oferta de *Coffea canephora* em mercados internacionais (CONAB, 2023).

Entretanto, à medida que mudanças no clima se intensificam, a vulnerabilidade das lavouras à pragas e doenças cresce de maneira alarmante. As flutuações de temperatura e precipitação podem criar condições propícias para o surgimento e a disseminação de agentes patogênicos do solo (Dutta et al., 2023). Entre esses, destacam-se os nematoides, microrganismos que se alojam nas raízes por meio de um estilete que é inserido nas células para absorver o conteúdo celular. Desta maneira impedem a absorção de água e nutrientes pelas plantas, comprometendo seu desenvolvimento, prejudicando o rendimento das lavouras (EPAMIG, 2011).

Os nematoides fitoparasitas formadores de galhas são destacadamente o grupo mais importante, devido sua ampla distribuição geográfica e alto grau de polifagia, o que dificulta a implementação de programas de controle em grandes áreas infestadas (Carneiro, 1992). Nesse sentido, o uso de nematicidas tem sido a abordagem que apresenta mais resultados em relação ao custo e tratamento/ha. Contudo, a sua toxicidade em relação à saúde humana e a crescente resistência dos nematoides a esses produtos tornam essa opção cada vez menos viável (Martins et al., 2018; Santos et al., 2022).

É conhecido que solos ricos em matéria orgânica são desfavoráveis para o desenvolvimento de infecções ocasionadas pelos nematoides, já que a proliferação de microrganismos saprófitos é antagonista a esses parasitas (Muller e Gooch, 1982).

Dessa forma, os agentes biológicos têm se destacado nas estratégias de controle integrado dessas pragas. Entretanto verifica-se que o universo do controle biológico de fitonematóides é caracterizando como pouco diversificado na composição dos produtos registrados, se compararmos com investimento feitos para controle de insetos ou doenças (Bortoloti e Sampaio, 2022).

A utilização de microrganismos benéficos como fungos, rizobactérias e micorrizas para manter as populações suficientemente baixas, pode representar uma estratégia sustentável para que a cultura não venha sofrer grandes prejuízos (Pham et al., 2020; Luong et al., 2020; Vallejos et al., 2021). Assim, algumas publicações e a obtenção de resultados promissores têm despertado a atenção da comunidade científica para essa área, com perspectivas de avanços para o futuro.

Diante das considerações, é notável a existência de pesquisas importantes envolvendo o controle de nematóide do cafeeiro em diferentes áreas. Portanto, a análise bibliométrica é uma estratégia eficiente, no intuito de fornecer um panorama abrangente das pesquisas sobre esse tema, especialmente considerando que, à medida que a quantidade de publicações expande, o acúmulo de conhecimento torna-se complexo e a existência de uma estrutura intelectual pode contribuir para novas descobertas na pesquisa científica (Aria e Cuccurullo, 2017).

A análise bibliométrica é um recurso validado em estudos que buscam mensurar a evolução de publicações em diversos setores agrícolas, expondo com detalhamento a situação atual e perspectivas do conhecimento, que são informações importantes, mas não atendidas em revisões tradicionais (Huang et al., 2022; Rejeb et al., 2022). Além disso, a visualização gráfica, sistematizada por essa metodologia, permite explorar informações da temática, contextualizando como as evidências estão conectadas, o que vem sendo pesquisado e por quem (Romanelli et al., 2021).

2. JUSTIFICATIVA

A revisão da literatura é um processo essencial para o desenvolvimento de qualquer pesquisa científica. Contudo, a revisão tradicional, baseada na identificação de conceitos pode ser carente para compreender a complexidade do conhecimento científico (Mariano e Rocha, 2017).

Uma abordagem integradora, por outro lado, busca compreender as relações entre os estudos e gerar novas perspectivas, assim, a análise bibliométrica é uma ferramenta que permite quantificar e analisar o comportamento de um conjunto de

publicações científicas, através de dados estatísticos em uma determinada área (Mariano e Rocha, 2017).

A análise bibliométrica pode ser realizada para identificar problemas que ainda não foram resolvidos ou oportunidades que ainda não foram exploradas. Pode também fornecer ao pesquisador uma base teórica sólida para fundamentar a sua pesquisa de campo, além de contribuir para a tomada de decisões, como a seleção de áreas de pesquisa prioritárias ou a definição de políticas públicas (Vanz et al., 2010; Grácio, 2016).

O tema justifica-se, portanto, por possibilitar um trabalho de investigação que proporcionará um referencial para a comunidade científica conhecer e relacionar as produções e autores das subáreas da ciência agrária, possibilitando a realização de outros trabalhos.

3. OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma análise bibliométrica na base de dados *Web Of Science* acerca da pesquisa acadêmica sobre o controle biológico de nematoides do cafeeiro.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a produção científica ao longo do tempo e identificar os principais periódicos que publicam sobre o tema em questão;
- Analisar a distribuição geográfica das publicações e identificar os países mais ativos na produção científica sobre o assunto;
- Identificar as principais palavras-chave utilizadas nos artigos para uma compreensão dos principais temas de pesquisa;
- Mapear e identificar a rede de colaboração entre pesquisadores e instituições;
- Identificar os autores mais produtivos e suas contribuições para o campo de estudo;
- Oferecer uma visão geral do estado da arte e contribuir para a tomada de decisões estratégicas na pesquisa científica.

4. METODOLOGIA

Optou-se por realizar esta pesquisa na *Web of Science (WoS)* por ser uma das mais completas e confiáveis bases de dados da atualidade e que, além disso,

fornece uma cobertura ampla e multidisciplinar de publicações e periódicos de alto impacto e de excelente qualidade (Singh et al., 2021).

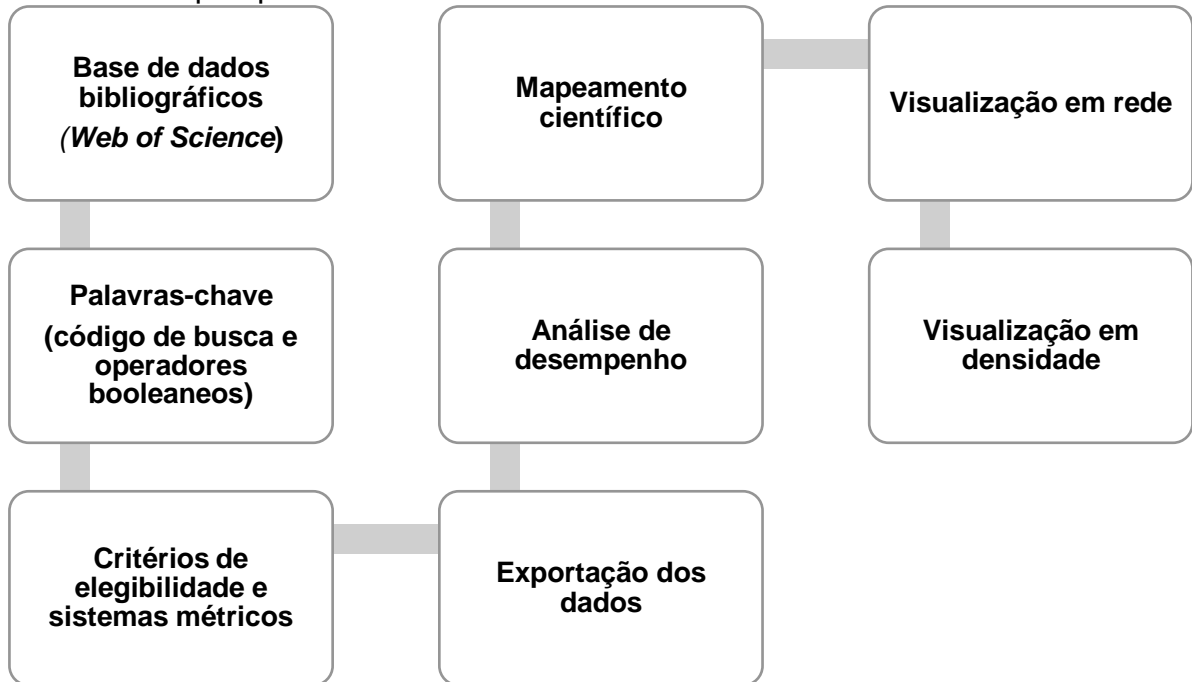
No menu “*documents*” da coleção principal da WoS, na opção “*TOPIC*”, que confere os títulos dos artigos, resumos e palavras-chave, inseriu-se o código de busca: *Topic (coffea) OR Topic (“meloidogyne”)*. Em seguida, na opção “*ALL FIELDS*”, que compreende a palavra em todos os campos do documento, inseriu-se o código: *AND All Fields (“nematophagous fungi”) All Fields (“biological control”) AND All Fields (mycology) AND All Fields (“fungi”) AND All Fields (isolated)*. Os operadores booleanos *OR* e *AND* foram utilizados para direcionar a pesquisa na base de dados ao tema.

Após executar o comando de busca, foram encontrados 1.141 documentos. Para apurar os que concordavam com o eixo temático da pesquisa, aplicou-se o seguinte critério de elegibilidade: somente documentos no formato de artigo em inglês, de acesso livre nas áreas correlatas ao tema (*plant pathology; soil science; molecular biology; Agronomy; biotechnology Applied microbiology; microbiology; mycology; parasitology*), resultando em 30 artigos apurados. Para compilar os dados necessários para a bibliometria, utilizou-se os sistemas métricos “*Export Full Report*”, “*Analyze Results*” e “*Citation report*”, em seguida os dados foram exportados da base WoS e organizados em documento no formato texto sem formatação.

Com base na teoria bibliométrica, a análise de desempenho foi realizada a partir de indicadores bibliométricos, como o número de publicações (NP) e número de citações (NC), que permitiram verificar a evolução temporal da produção científica, produtividade dos países e dos autores e produtividade/relevância dos periódicos e das instituições de pesquisa (Chueke; Amatucci 2022). Quanto ao mapeamento científico, foi realizado com o auxílio do *software VosViewer* versão 1.6.18, criada por Eck e Waltman (2009), permitindo avaliar a inter-relação entre os estudos filtrados e as tendências de desenvolvimento das pesquisas.

O *software VosViewer* é uma ferramenta de visualização e possui métodos bibliométricos que possibilitam elaborar o mapeamento científico. Sendo a análise de citações, a análise de coautoria, a análise de coocorrência de palavras-chave e a análise da evolução temática, que ilustra direções e tendências no campo de pesquisa, feita com base nas medições de densidade (Rocchi et al., 2020). Na Figura 1, apresenta-se o passo-a-passo da metodologia adotada.

FIGURA 1. Fluxograma da metodologia adotada para a geração e análise dos dados utilizados na pesquisa.



A densidade é uma medida da força entre as associações internas de um agrupamento. Essa medida mostra até que ponto a temática está desenvolvida ou não. Define-se como a média dos coeficientes das associações em cada grupo, portanto, se (S) é um grupo formado, sua densidade (Ds) é estimada como:

$$D_s = \frac{1}{m^i} \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} E_{ij}$$

Onde m^i é o número de coeficientes de associação não nulos.

Se as palavras ou autores em cada grupo aparecem com alta frequência em diversos documentos, significa que o grupo representará um assunto desenvolvido e tem alta densidade. Se as palavras ou autores estão presentes simultaneamente só em alguns documentos, mas se encontram também em outros documentos associados a outros, esse grupo representará uma temática pouco desenvolvida, tendo baixa densidade (Charum et al., 1998).

5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

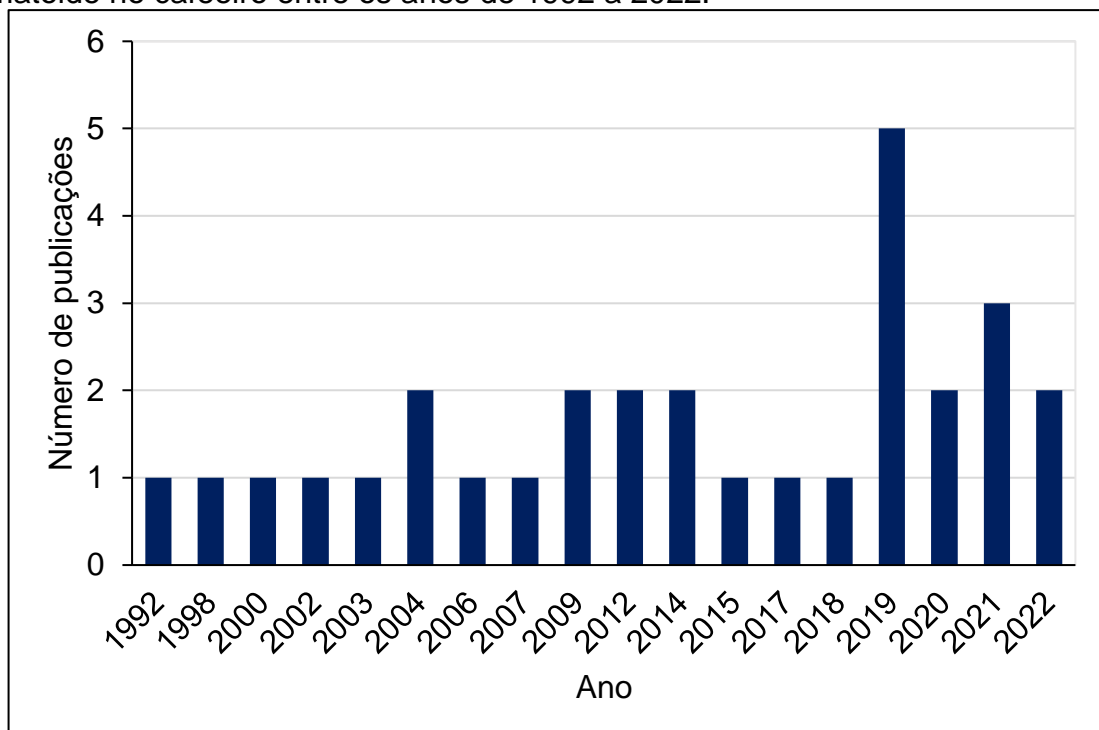
5.1 ANÁLISE DE DESEMPENHO

Nesta seção apresenta-se a avaliação de desempenho quantitativo dos trabalhos analisados nesse estudo. É utilizada para fornecer *insights* sobre o estado atual e a evolução do campo em questão.

5.1.1 DESEMPENHO DO NÚMERO DE PUBLICAÇÕES

Os dados apurados da WOS contaram com 30 artigos relativos a um período de 18 anos. Dentre esses registros, o mais antigo é o artigo intitulado “*Potential for biological-control of crop pests in the caribbean*”, de Cruz e Segarra (1992). Durante o período apurado, a média de publicações foi de 1,66 artigos por ano, sendo observado um aumento de publicações em 2019 (n=5), destacando-se o período entre os anos de 2019 a 2022 com o maior número de artigos: 40% do total (Figura 2).

Figura 2. Evolução anual do número de publicações sobre controle biológico do nematoide no cafeeiro entre os anos de 1992 a 2022.



Fonte: Adaptado da *Web of Science* 2023.

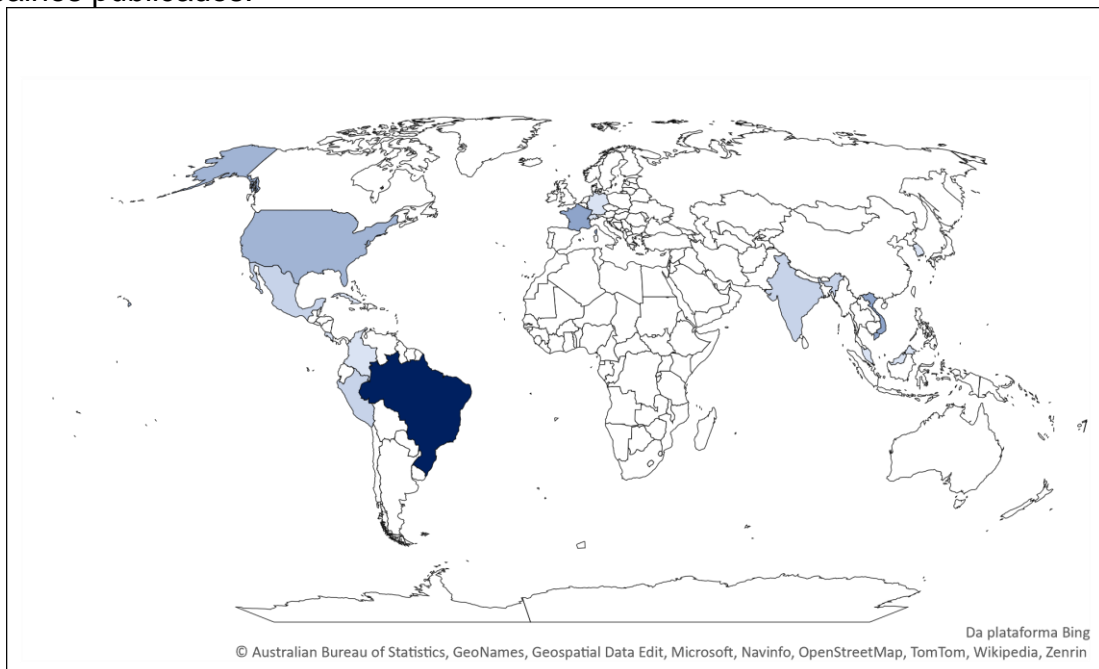
Conforme observado, os dados da WOS mostram um incremento no número de publicações, o qual pode estar correlacionado às novas descobertas na respectiva área de estudo, juntamente com o desenvolvimento de métodos inovadores de controle fitossanitário baseados no conceito de Manejo Integrado de Pragas (MIP), além da demanda por estratégias mais sustentáveis na agricultura (Herzog et al.,

2020; Balardin et al., 2022; Bortoloti e Sampaio, 2022). Além disso, o aumento no volume de publicações científicas configura-se um indicador claro do interesse da comunidade científica em investigar um dado tema, assim como sua importância para a sociedade em geral (Mariano e Rocha, 2017).

5.1.2 DESEMPENHO DE PUBLICAÇÕES DOS PAÍSES

Quanto a distribuição geográfica das pesquisas, 80% das publicações (n=24 artigos) se concentram em três países (Figura 3). O Brasil detém o maior número de artigos (n=14), seguido pela França (n=5) e Vietnã (n=5). A presença significativa da França nessa pesquisa é interessante, uma vez que o país é considerado um dos principais importadores de café, enquanto o Brasil e o Vietnã ocupam, respectivamente, primeiro e segundo lugar no ranking mundial da produção da *commoditie* (MAPA, 2022; CONAB, 2023).

Figura 3. Distribuição global da produção científica que envolve o controle biológico de nematóide do cafeeiro. Quanto mais escuro o tom azul, maior o número de trabalhos publicados.



Fonte: Adaptado da *Web of Science* 2023.

5.1.3 DESEMPENHO DAS FONTES DE PUBLICAÇÃO

Os 30 artigos apurados neste estudo foram publicados num conjunto de 24 periódicos distintos, resultando em uma média de 1,25 artigos por periódico. A Tabela 1 apresenta os dez principais periódicos em termos de número de publicações (NP), incluindo aquelas com maior número de citações (NC), de acordo com a WOS. Essa análise é importante, pois permite verificar as principais fontes de divulgação científica

utilizadas nesta área. Dentre os dez periódicos, o *Nematology* foi o mais prolífico, com cinco publicações, seguido do *Biocontrol science and technology*, com três publicações e *Biological control*, com duas publicações.

Embora a classificação dos periódicos seja baseada no número de artigos publicados, tal fator não necessariamente reflete sua relevância, portanto, de acordo com o *Journal Citation Reports* (2020), os periódicos que receberam maior número de citações foram o *Nematology*, com 337 citações e uma média de 67,5 por artigo, seguido do *Biological control*, com 286 e uma média de 143 citações, e o *Biology and fertility of soils*, com 38 citações por artigo.

Tabela 1. Os 10 periódicos mais influentes no estudo do controle biológico de nematoide do cafeeiro.

Periódico	NP	NC
<i>Nematology</i>	5	337
<i>Biocontrol science and technology</i>	3	9
<i>Biological control</i>	2	286
<i>Bioscience journal</i>	2	22
<i>African journal of microbiology research</i>	1	12
<i>Applied biochemistry and biotechnology</i>	1	16
<i>Archives of phytopathology and plant protection</i>	1	11
<i>Biological agriculture horticulture</i>	1	12
<i>Biology and fertility of soils</i>	1	38
<i>Brazilian archives of biology and technology</i>	1	2

Fonte: Adaptado da *Web of Science* 2023.

5.1.4 DESEMPENHO DAS INSTITUIÇÕES QUE AFILIAM PESQUISAS

A afiliação das pesquisas científicas às instituições é de extrema importância para a progressão do conhecimento científico. Essa associação oferece vantagens significativas, como o acesso a recursos e infraestrutura adequada para a condução de pesquisas. No levantamento, constatou-se 72 instituições que afiliam pesquisas no conjunto de artigos analisados. Neste sentido, na tabela 2 verifica-se as 10 instituições com maior número de afiliações.

Tabela 2. As 10 instituições que afiliam pesquisas sobre o controle biológico de nematoide do cafeeiro.

Afiliações	N afiliações
<i>Universidade Federal de Lavras</i>	7
<i>Institut de Recherche Pour le Developpement ird</i>	4
<i>Universidade Federal do Parana</i>	4
<i>Cirad</i>	3
<i>Universidade federal de Viçosa</i>	3
<i>Vietnam academy of science technology vast</i>	3
<i>Agi</i>	2
<i>Aix Marseille Universite</i>	2
<i>El Colegio de la Frontera Sur Ecosur</i>	2
<i>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária</i>	2

Fonte: Adaptado da *Web of Science* 2023.

Constatou-se, na análise de desempenho, a predominância da Universidade Federal de Lavras (UFLA) como a instituição com maior número de pesquisas filiadas, seguida pelo *Institut de Recherche Pour le Developpement* (IRD) e, posteriormente, pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Também foi verificada a posição da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em quinto lugar e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em décimo.

O destaque da UFLA como instituição com maior número de pesquisas pode estar atribuído ao seu histórico de excelência em pesquisa agrícola, investimento em recursos e parcerias com produtores. Além disso, a UFLA possui um programa de pós graduação em agronomia reconhecido por desenvolver pesquisas com café (da Silva et al., 2020; Zylbersztajn et al., 2021). Já o IRD se destaca, provavelmente, devido ao seu enfoque em estudos agrícolas com países em desenvolvimento, incluindo o Brasil (IRD Brasil, 2023). Quanto as demais instituições, sobretudo as brasileiras, tais como a UFPR, UFV e EMBRAPA, ocupam posições relevantes devido suas contribuições para a pesquisa agrícola em geral, inclusive na área de controle de nematoide do cafeeiro.

5.1.5 DESEMPENHO DAS AGÊNCIAS FINANCIADORAS DE PESQUISAS

Outra análise relevante para avaliar o desempenho científico é a análise de agências financiadoras, pois essas desempenham papel fundamental no fomento à pesquisa. No contexto analisado, destacaram-se entre os dez maiores financiadores

o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) (Tabela 3).

Tabela 3. As 10 agências que mais financiam pesquisas sobre controle biológico de nematoide do cafeeiro.

Agencias financiadoras	N de pesquisas
<i>Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico Cnpq</i>	7
<i>Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Capes</i>	6
<i>Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais Fapemig</i>	6
<i>French Institute for the Research and Development Ird</i>	2
<i>Laboratory Of Mediterranean and Tropical Symbioses Research Unit Lstm</i>	2
<i>Breedcafs Project European Commission Under the Horizon 2020 Research and Innovation Programme H2020 Sfs 2016 2</i>	1
<i>Cneao Ina</i>	1
<i>Coffee Research Consortium</i>	1
<i>Department Of Science and Technology of Yunnan Province</i>	1
<i>Ministry Of Agriculture and Rural Development</i>	1

Fonte: Adaptado da *Web of Science* 2023.

Essa classificação não é surpreendente, uma vez que a maioria dos artigos e agências financiadoras são de origem nacional. O CNPq, neste caso, por ser uma das principais agências governamentais de fomento à pesquisa e incentivo à ciência e à tecnologia no país, com papel fundamental no financiamento de projetos de pesquisa e bolsas de estudo na área de agrárias (Wainer e Vieira; 2013). A CAPES, por sua vez, tem como foco principal a formação acadêmica, fornecendo bolsas de mestrado e doutorado (Dellagostin, 2021). Já a FAPEMIG tem uma atuação regional, apoiando a pesquisa científica e tecnológica no estado de Minas Gerais, por financiamento de projetos e bolsas de estudo (Zeh e Sakiyama, 2009).

5.1.6 DESEMPENHO DOS AUTORES EM NÚMERO DE PUBLICAÇÕES

Entre os dez autores com maior produção científica no portfólio analisado, Vicente Paulo Campos, professor de fitonematologia da UFV, Sevastianos Roussos, pesquisador do laboratório de Biotecnologia e Microbiologia Aplicada da Universidade de Avignon e o professor de biotecnologia Carlos Ricardo Socol, da Universidade Federal do Paraná, se destacaram entre os primeiros, conforme na Tabela 4.

Tabela 4. Os 10 autores com maior número de produção científica sobre controle biológico de nematoide do cafeeiro conilon.

Autores	N publicações
Campos, Vicente Paulo	4
Roussos, Sevastianos	3
Soccol, Carlos Ricardo	3
Oliveira, Denilson F.	2
Willian C Terra	2
Pohl, Jorge	2
Duong, Benoit	2
Freire, Eduardo Souza	2
Lebrun, Michel	2
Duponnois, Robin	2

Fonte: Adaptado da *Web of Science* 2023.

Verifica-se na Tabela 4 a predominância de autores brasileiros, no entanto, mesmo nessas colocações, o número de artigos publicados por autor é relativamente baixo. Contudo, é importante ressaltar que a quantidade de artigos publicados não é um indicador direto da importância das contribuições de um pesquisador, uma vez que a relevância dos estudos não deve ser avaliada apenas pelo número de publicações, mas sim, pela qualidade das pesquisas e seu impacto na aplicação prática e benefícios para a agricultura.

Nesse caso, o que pode impactar diretamente no número de artigos publicados por autor, é que a pesquisa em controle biológico de nematoide no cafeeiro constitui um campo específico, os experimentos exigem avaliação de diferentes estratégias de controle, caracterização de agentes nematófagos e o monitoramento de populações em condições de campo, demandando, portanto, de uma experimentação longa e cuidadosa (Silva et al., 2019). Outro fator a ser considerado é a natureza colaborativa da pesquisa, envolvendo parcerias entre diferentes instituições e pesquisadores, dessa forma, o número de artigos publicados por autor individual pode ser reduzido (Irizaga et al., 2021).

5.2 MAPEAMENTO CIENTÍFICO

Nessa seção, analisa-se a distribuição geográfica das publicações na área de estudo. Isso envolve a utilização de ferramentas para representar graficamente a produção científica, destacando áreas de concentração de publicações, colaboração entre instituições e a rede de palavras-chave.

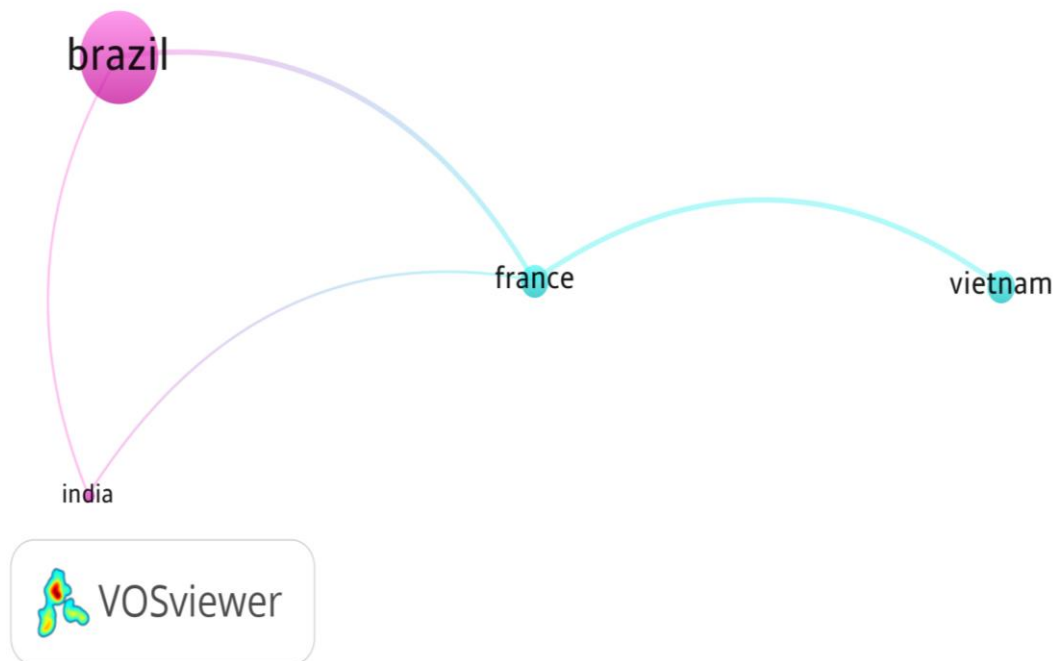
5.2.1 VISUALIZAÇÃO EM REDE DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA ENTRE PAÍSES

A colaboração científica é uma prática inserida no contexto social da ciência, envolvendo instituições de pesquisa, universidades e países. Essa colaboração ocorre quando dois ou mais cientistas trabalham em um projeto de pesquisa, compartilhando recursos intelectuais, financeiros e físicos (Sonnenwald, 2008; Gonnova e Razuvaeva, 2021).

A análise da rede de colaboração científica entre países identificou 14 países em coautoria, no entanto, somente quatro compartilhavam dois ou mais documentos.

O resultado revela a formação de dois *clusters* de países que sustentam, no mínimo, dois artigos compartilhados entre si. O Brasil se destaca com o maior número de compartilhamento de documentos e forma o primeiro *cluster* com a Índia, enquanto a França e o Vietnã formam o segundo *cluster* (Figura 4).

Figura 4. Mapa de visualização de rede de colaboração científica entre países. Cores distintas representam a diversidade de clusters e os países associados.



Verifica-se que, apesar da distinção de dois *clusters*, os países em questão apresentaram compartilhamento científico mútuo. A Índia, favorecida pelas condições climáticas e geográficas específicas, as quais são também propícias ao Brasil e ao Vietnã, conferiu maior espaço na produção e no comércio cafeeiro nos últimos anos, chegando a sétimo lugar na produção mundial (ICO, 2023). Essa circunstância propicia o trabalho conjunto de pesquisadores para atingir um objetivo comum de produzir e compartilhar conhecimentos científicos entre esses países (Katz e Martin, 1997).

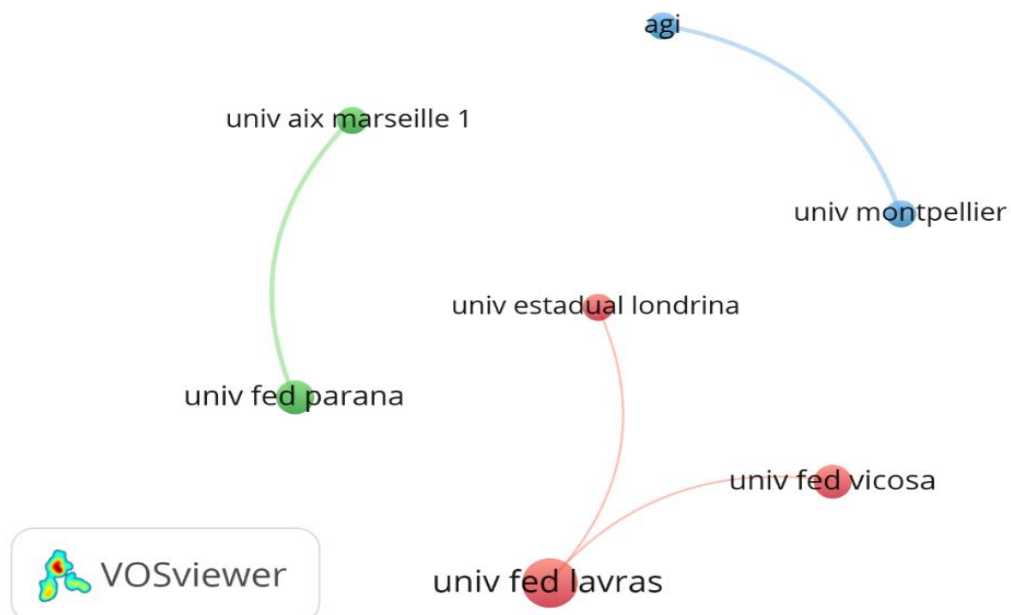
Embora a França não possuir condições climáticas ideais para o cultivo da cultura, seu engajamento em pesquisas contribui para o conhecimento, beneficiando países produtores e impulsionando o progresso científico para alcançar resultados mais significativos no campo da agricultura.

5.2.2 VISUALIZAÇÃO EM REDE DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA ENTRE ORGANIZAÇÕES

A Figura 5 retrata a conexão entre as organizações envolvidas na pesquisa do tema em questão. Nesta rede, há cerca de 60 organizações compartilhando pesquisas entre si, porém, para a rede, incluiu-se apenas as organizações que compartilhavam no mínimo dois trabalhos, resultando três *clusters* distintos.

Dentre as organizações presentes na rede, destaca-se a UFLA, que se apresenta com maior número de documentos e com mais vínculos estabelecidos com instituições públicas de pesquisas e esses vínculos se estendem tanto para a UFV quanto para a UEL. Próximo a essas organizações, encontra-se o *cluster* da UFP, que compartilha pesquisas com a Universidade francesa de Aix-Marseille. Essa conexão ilustra a colaboração internacional estabelecida entre universidades. Finalmente, o terceiro *cluster*. Esse abrange instituições internacionais com linhas de pesquisas similares, mas em menor número, indicado pelo tamanho reduzido das esferas representativas.

Figura 5. Rede de coautoria de pesquisa agrônômica do controle biológico de nematóide do cafeeiro a nível de instituições.



Esse resultado corrobora com os da análise de instituições que afiliam pesquisas (Tabela 2), sendo possível verificar a influência dos órgãos de pesquisa e

simbiose, as plantas sofrem alterações bioquímicas e fisiológicas no sistema de defesa contra patógenos (Garcia e Ocampo, 2002; Pham et al, 2020; Vallejos et al., 2021).

Cluster 2 - Fungos, nematoides e *Muscodor albus*: No *cluster* verde, as palavras “*fungi*”, “*identification*”, “*plant parasitic nematode*” e “*Muscodor albus*” foram agrupadas. Essas palavras indicam estudos e identificação de fungos como potenciais agentes de controle biológico. Neste caso, o *Muscodor albus* é um fungo endofítico que produz substâncias voláteis que têm sido utilizadas para inibir o crescimento de ovos de nematoides (Strobel et al., 2001; Monteiro et al., 2017).

Cluster 3 - Controle biológico e rizobactérias: No *cluster* azul, as palavras “*biological control*”, “*rhizobacteria*” e “*parasitism*” foram agrupadas. Esses estudos são focados na aplicação de rizobactérias para promoverem o crescimento das plantas e promover antibiose antagonista de patógenos do solo (Vieira Junior et al., 2012).

Cluster 4 - Resíduos agroindustriais e *Paecilomyces lilacinus*: No *cluster* amarelo, foram agrupadas as palavras “*agro-industrial waste*” e “*Paecilomyces lilacinus*”. Isso sugere que esses estudos estão explorando o *Paecilomyces lilacinus*, como um agente de controle biológico presente em resíduos agroindustriais (Kerry, 1990). Caracterizado por penetrar nos ovos dos nematoides, destruindo o embrião, podendo prejudicar na capacidade reprodutiva das fêmeas, que são colonizadas e, posteriormente, mortas (Dunn et al., 1982; Florêncio et al., 2022).

Cluster 5 – Bionematicidas, café arábica: No quinto *cluster* lilás, as palavras “*bionematicida*”, “*root-knot nematode*”, “*Coffea arabica*” e “*diversity*” foram agrupadas. Essa associação sugere que esses estudos podem estar focados em entender a diversidade de nematoides das galhas na cultura do café arábica e buscar estratégias de controle biológico com organismos vivos para mitigar danos causados por esses parasitas na cultura.

5.3 VISUALIZAÇÃO EM DENSIDADE

Nesta seção, apresenta-se a avaliação da concentração e distribuição das citações em uma rede de referências bibliográficas. Uma alta densidade indica uma forte interconexão entre os trabalhos, enquanto uma baixa densidade sugere uma rede mais dispersa e diversificada de citações.

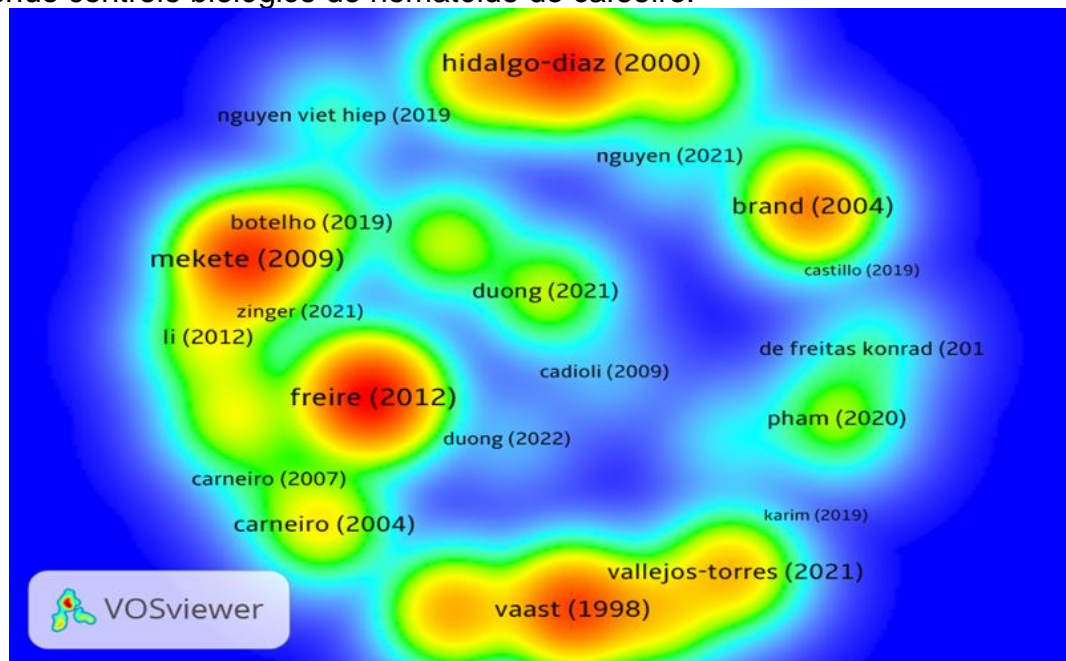
5.3.1 ACOPLAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A Figura 6 apresenta o acoplamento bibliográfico do conjunto de referência dos artigos analisados. Segundo (Kessler, 1965), o conjunto de referências que os autores utilizam em seus artigos revela o ambiente intelectual em que trabalham e, se dois artigos apresentam bibliografia semelhante, há uma relação implícita entre eles.

Nesse contexto, a análise de acoplamento bibliográfico possibilita o estudo das linhas de pesquisa, permitindo identificar os núcleos científicos, os pesquisadores e os artigos mais importantes em um domínio científico (Carvalho, 1975).

Verifica-se na Figura 6, a formação de sete *clusters* distintos, dentre esses *clusters*, foram identificados cinco centros vermelhos, que representam as tendências de pesquisas de controle biológico de nematoides do cafeeiro.

Figura 6. Mapa científico de acoplamento bibliográfico das tendências de pesquisas envolvendo controle biológico do nematóide do cafeeiro.



O agrupamento de maior dimensão está relacionado as pesquisas envolvendo o uso de bactérias para criar condições saprofíticas. Neste grupo, Botelho et al. (2019), trabalha na identificação de compostos nematicidas produzidos por fungos do gênero *Fusarium oxysporum*, *Cladosporium* sp. e *Syncephalastrum* sp, e uso da bactéria *Pasteuria penetrans*, c. para favorecer a proliferação dos fungos, visando o controle em solos infestados com juvenis J2 de *Meloidogyne exigua*, durante a eclosão dos ovos. Nessa perspectiva, Zinger et al. (2021) trabalham no manejo de *M. incognita* raça 1 com bionematicidas à base de *Pochonia chlamydosporia* e *Trichoderma harzianum*.

Semelhante aos estudos do agrupamento anterior, Freire et al. (2012), se dedicam ao desenvolvimento de métodos de controle de *Meloidogyne incognita* J2 utilizando substâncias voláteis produzidas por isolados de *Fusarium oxysporum* e *Arthrobotrys conoides*.

No terceiro agrupamento da Figura 6, os pesquisadores estudam mecanismos de parasitismo do fungo *Verticillium chlamydosporium* nos ovos de nematoides, bem como sua capacidade de colonizar raízes e produzir clamidósporos. No estudo de Hidalgo et al. (2000), a variedade *V. chlamydosporium* var. *catenulatum* demonstrou redução significativa nas populações de *Meloidogyne* spp., revelando-se um potencial agente de controle biológico de nematoides das galhas.

No quarto agrupamento da Figura 6, concentram-se pesquisas com substratos de baixo custo para a produção de cepas nematocidas. Neste grupo, destaca-se Brand et al. (2004), que selecionou cepas de *Paecilomyces lilacinus* através da fermentação de substratos de casca de café, bagaço de mandioca, torta de soja desengordurada e bagaço de cana-de-açúcar. Especificamente a torta de soja, a casca de café e o bagaço de mandioca foram os substratos com melhores resultados, com redução significativa de *Meloidogyne incognita*, revelando potenciais para a produção de *P. lilacinus* e, conseqüentemente, a utilização no controle biológico de nematoides.

Finalmente, no quinto agrupamento da Figura 6, destaca-se o papel de fungos micorrízicos arbusculares no controle de infecções causadas por nematoides e a importância do tempo de inoculação das micorrizas. No estudo pioneiro de Vaast et al. (1997), foi investigado efeitos das micorrizas *Acaulospora mellea* e *Glomus clarum* sob o nematoide *Pratylenchus coffeae*, constatando que a inoculação precoce, com ambas as espécies de fungo, melhorou a tolerância do café a *P. coffeae*. Assim como em estudos mais recentes, Vallejos et al. (2021) ao avaliar a ação de fungos contra *Meloidogyne* spp., verificou a tolerância induzida por micorrizas inoculadas antes do estabelecimento das plantas no campo, complementando assim os estudos de Vaast et al. (1997).

Essas tendências refletem a exploração científica das características físico-químicas e biológicas da rizosfera do café, visando o controle do nematoide. Entre os fungos evidenciados no acoplamento bibliográfico, *Trichoderma harzianum*, *Pochonia chlamydosporia* e *Paecilomyces lilacinus* podem ser categorizados como predadores, sendo os dois últimos podendo apresentar endoparasitismo em algumas condições específicas. Em relação a endoparasitas ativos, destaca-se o fungo *Verticillium*

chlamydosporium, enquanto *Acaulospora mellea* e *Glomus clarum* são considerados endoparasitas oportunistas, por fim, a *Fusarium oxysporum*, *Cladosporium* sp. e *Syncephalastrum* sp., podem exibir características de comportamento endoparasita (Nunes et al., 2010).

É importante destacar que o comportamento parasitário de alguns fungos pode ser influenciado pelo ambiente e pelas condições específicas do hospedeiro, tornando oportunistas ou ativos em determinadas situações. Portanto, a ação desses fungos pode variar dependendo das circunstâncias, o que justifica o uso de bactérias em alguns estudos.

As pesquisas utilizando fungos predadores se concentrou no controle de nematoides formadores de galhas, para quais o efeito do fungo se restringe até o segundo estágio larval, pois os períodos de captura devem coincidir com a migração das larvas infestantes (Hams e Wilkin, 1961; EMBRAPA, 2022). Entretanto, pouco se sabe sobre os fatores que influenciam no desenvolvimento saprofítico, sendo essa indeterminação que dificulta a exploração desses fungos como agentes de controle biológico.

Já os endoparasitas ativos produzem esporos que contêm pouca reserva para imediata colonização, e devido os esporos permanecem dormentes até a adesão a um nematóide, o controle dependerá do número e distribuição dos esporos no solo (Barron, 1997). Por isso, os pesquisadores se concentram e investigar qual o tempo ideal para a inoculação dessas espécies na planta.

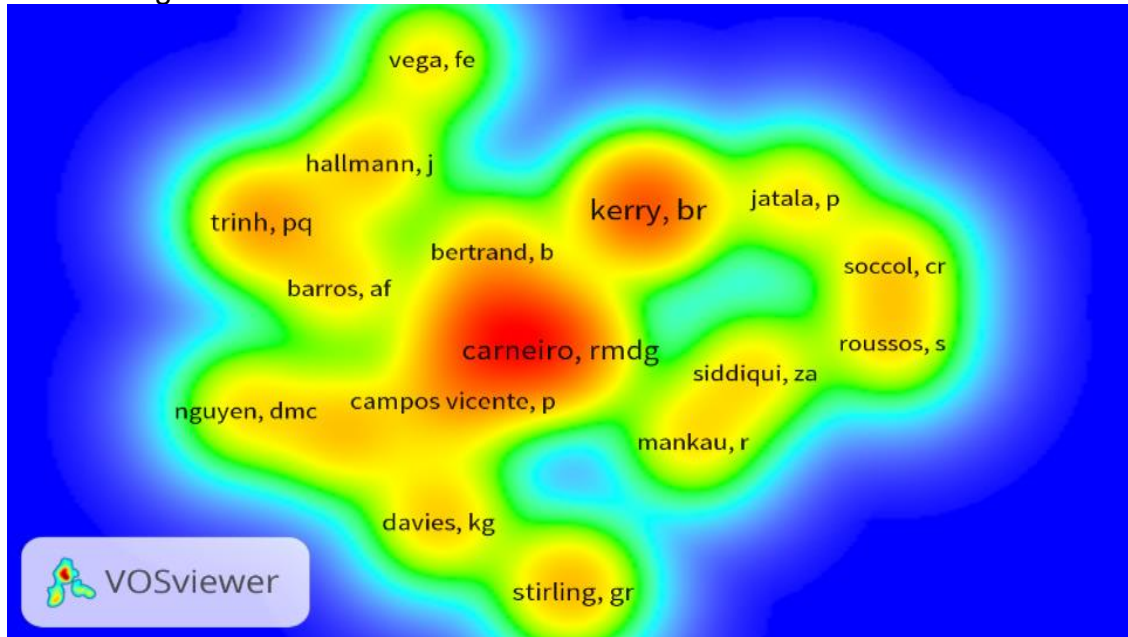
Quanto aos estudos acerca dos endoparasitas oportunistas, observa-se que esses foram realizados com nematoides que depositam os ovos em massas envoltas por uma substância lipoproteica, facilitando a rápida disseminação do fungo. Portanto, os ovos são mais susceptíveis à infecção do que a fase J2 e as fêmeas jovens têm sua fertilidade prejudicada quando colonizadas (Carneiro 1986). Por serem parasitas facultativos, a sobrevivência desses fungos no solo não depende da presença de nematoides. No entanto, deve-se levar em conta que a capacidade de sobrevivência saprofítica é tão importante quanto os fungos predadores, sendo uma característica primordial para o controle de novas gerações de nematoides (Kerry, 1996).

5.3.2 ANÁLISE DE COCITAÇÃO

Os artigos selecionados para este estudo bibliométrico tem em sua estrutura, cerca de 167 autores, e aplicando a opção de selecionar autores que foram citados no mínimo de duas vezes em conjunto, restaram 18 autores para exibição da

densidade de cocitação. Nessa análise, representada pela Figura 7, é possível identificar a estrutura e conectividade de relações de uma área de conhecimento científico via documentos publicados autores citantes (Bayer et al., 1990).

Figura 7. Mapeamento científico da cocitação dos autores relevantes na pesquisa do controle biológico do nematóide do cafeeiro.



O grupo central é predominantemente formado por pesquisadores brasileiros, representado por Vicente Paulo Campos, cujo as pesquisas são acerca do controle biológico, migração, parasitismo, controle alternativo, toxicidade, atração e repelência de moléculas voláteis aos nematóides. Aline Ferreira Barros também se destaca nesse grupo, atuando na pesquisa de controle alternativo e técnicas enzimáticas e moleculares para identificação de fungos fitopatogênicos. Outra contribuição relevante é da pesquisadora Regina Maria Dechechi Gomes Carneiro, que envolvem nematoide de galhas, resistência genética, controle biológico e manejo integrado de nematoides.

Os demais *clusters* são dominados por profissionais franceses, com exceção de Carlos Ricardo Soccol, sendo o único pesquisador brasileiros que se destaca na nematologia do cafeeiro, no *cluster* a direita.

A partir desses resultados, verifica-se que pesquisa sobre o controle biológico de nematoides do cafeeiro tem se desenvolvido em diferentes direções, abrangendo quatro principais áreas de estudo: fungos nematófagos, micorrizas, rizobactérias, resistência genética e bionemáticas.

6. CONCLUSÕES

Os resultados desta análise bibliométrica revelam várias tendências e características importantes na pesquisa sobre o controle biológico de nematoides em cafeicultura. Primeiramente, verifica-se um aumento notável no número de publicações ao longo do tempo, com um pico em 2019 e uma concentração significativa de artigos entre 2019 e 2022. Isso sugere um interesse crescente na área, possivelmente devido a descobertas inovadoras e à busca por estratégias agrícolas mais sustentáveis.

Brasil, França e Vietnã são os países que lideram em publicações sobre o tema. Isso pode ser atribuído ao fato de o Brasil e o Vietnã serem grandes produtores de café, e a França ser um importante importador.

A UFLA se destaca como a instituição com mais pesquisas afiliadas, seguida pelo IRD e a UFPR. Isso reflete o comprometimento dessas instituições com a pesquisa em controle biológico de nematoides em cafeicultura.

O CNPq, a CAPES e a FAPEMIG são as principais agências financiadoras, ressaltando a importância do apoio financeiro governamental e regional para a pesquisa nessa área.

Os autores brasileiros dominam a produção científica, mas é evidente que o campo é caracterizado por colaborações entre diferentes pesquisadores e instituições.

A colaboração científica entre países revela *clusters* distintos de pesquisa. Essa colaboração é influenciada pela produção e comércio de café entre países. Além disso, as redes de colaboração entre organizações mostram a liderança da UFLA e outras instituições brasileiras na pesquisa sobre o controle biológico de nematoides em cafeicultura.

A análise de cocitação de autores identifica um grupo central liderado por pesquisadores brasileiros que se destacam nas áreas de controle biológico, migração, parasitismo, controle alternativo, toxicidade e atração de moléculas voláteis para nematoides.

7. REFERÊNCIAS

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, v. 11, n. 4, p. 959–975, 1 nov. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.

Aspectos técnicos dos nematoides parasitas do cafeeiro/ Sônia Maria de Lima Salgado, Regina Maria Dechechi Gomes Carneiro, Renata Silva Canuto de. - Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 60 p. – (EPAMIG. Boletim Técnico, 98).

BALARDIN, Ricardo R. et al. Reproduction of *Meloidogyne javanica* in soybean genotypes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, 2022.

BAYER, A. E.; SMART, J. C.; McCLAUGHLIN, G. W. Mapping intellectual structure of a scientific subfield through author cocitations. *Journal of the American Society for Information Science*, v. 41, n. 6, p.444 - 452, 1990.

Betrand B, Nunez C, Sarah JL. Complexo de doenças do café envolvendo *Meloidogyne arabicida* e *Fusarium oxysporum*. *Patologia das plantas*. 2000; 49 :383–388.

BORDONS, M.; GÓMEZ, I. Collaboration networked in science. In: CRONIN, B.; ATKINS, H. B. (Eds.). *The web of knowledge: a festschrift in honor of Eugene Garfield*. New Jersey: ASIS, 2000. p. 197-214.

BORTOLOTI, Gillyene; SAMPAIO, Renata Martins. Demandas tecnológicas: os bioinsumos para controle biológico no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 39, n. 1, p. 26927, 2022.

BOTELHO, Alex Oliveira et al. Physicochemical and biological properties of the coffee (*Coffea arabica*) rhizosphere suppress the root-knot nematode *Meloidogyne exigua*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 29, n. 12, p. 1181-1196, 2019.

BRAND, Débora et al. Development of a bionematicide with *Paecilomyces lilacinus* to control *Meloidogyne incognita*. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 118, p. 81-88, 2004.

Cardoso RML. Ocorrência da murcha vascular do cafeeiro (*Coffea arabica*) no estado do Paraná-Brasil, induzida por *Fusarium oxysporum* f.sp. *café*. *Fitopatologia Brasileira*. 1986; 11 :753–760.

CARVALHO, M.M. Análise bibliométrica da literatura de Química no Brasil. **Ciência da Informação**, v. 4, n. 2, 119-141, 1975.

Charum, Jorge; Mayer, Jean-Baptiste. *Hacer ciencia en un mundo globalizado: la diáspora científica colombiana en perspectiva*. Bogotá: Colciencias, Universidad Nacional de Colombia, 1998.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. Métodos de sistematização de literatura em estudos científicos: bibliometria, meta-análise e revisão sistemática. **Internext**, v. 17, n. 2, p. 284-292, 2022. <https://doi.org/10.18568/internext.v17i2.704>

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Brasília, DF, v. 10, n. 2 segundo levantamento, maio. 2023.

- CONAB. **Portal de Informações Agropecuárias**: Produção Agrícola. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>.
- CRUZ, Carlos; SEGARRA, Alejandro. Potential for biological control of crop pests in the Caribbean. **Florida Entomologist**, p. 400-408, 1992.
- DA SILVA, Esdras Henrique et al. Interference of aldicarb in infective forms of *Meloidogyne incognita* and its effects on reproduction in soybean. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 7, n. 2, p. 1-8, 2020.
- DA SILVA, Ludmila Coutinho et al. SUPRESSÃO DE NEMATOIDES-DAS-GALHAS DO CAFEIRO POR FUNGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2019.
- DE OLIVEIRA, Itamar Pereira; OLIVEIRA, Luana Carvalho; DE MO, Camila Stéffane Fernandes Teixeira. Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 4, 2012.
- DELLAGOSTIN, Odir Antônio. Análise do fomento à pesquisa no país e a contribuição das agências federais e estaduais: Estamos enfrentando uma severa crise no financiamento da pesquisa científica em nosso país. **Inovação & Desenvolvimento: A Revista da FACEPE**, v. 1, n. 6, p. 06-12, 2021.
- DUNN, M.T. et al. Colonization of nematode eggs by *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson as observed with scanning electron microscope. *Scanning Electron Microscopy*, p.1351-1357, 1982.
- DUONG, Benoit et al. Identification and characterization of Vietnamese coffee bacterial endophytes displaying in vitro antifungal and nematicidal activities. **Microbiological Research**, v. 242, p. 126613, 2021.
- DUTTA, Tushar K. et al. Impact of global climate change on the interaction between plants and plant-parasitic nematodes. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1195970, 2023.
- ECK, N. V.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, dez. 2009. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.
- FLORÊNCIO, Ninive Bezerra et al. Fungos filamentosos crescidos em resíduos agroindústrias para uso em aplicações biotecnológicas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e359111032764-e359111032764, 2022.
- FREIRE, E. S. et al. Volatile substances produced by *Fusarium oxysporum* from coffee rhizosphere and other microbes affect *Meloidogyne incognita* and *Arthrobotrys conoides*. **Journal of nematology**, v. 44, n. 4, p. 321, 2012.
- GARCIA-GARRIDO, J. M.; OCAMPO, J. A. Regulation of the plant defence response in arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Journal of Experimental Botany*, v. 53, n. 373, p. 1377-1386, 2002.
- GONNOVA, S. M.; RAZUVAEVA, E. Yu. Cooperation in the Field of Science and Technology Innovation between the CIS Countries. **Scientific And Technical Information Processing**, v. 48, n. 3, p. 194-199, jul. 2021. <http://dx.doi.org/10.3103/s0147688221030072>.

GRÁCIO, Maria Cláudia Cabrini. A coplamente bibliográfico e análise de cocitação: revisão teórico-conceitual. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 21, n. 47, p. 82-99, 2016.

HERZOG, Thaisa Thomazini; DA SILVA, Marcelo Barreto; FACCO, Alexandro Gomes. Análise do Índice de Sustentabilidade da produção de café Conilon. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 1, p. 213-232, 2020.

HIDALGO-DIAZ, L. et al. Nematophagous *Verticillium* spp. in soils infested with *Meloidogyne* spp. in Cuba: isolation and screening. **International Journal of Pest Management**, v. 46, n. 4, p. 277-284, 2000.

HUANG, L.; XIA, Z.; CAO, Y. A Bibliometric Analysis of Global Fine Roots Research in Forest Ecosystems during 1992–2020. *Forests*, v. 13, n. 1, p. 93, jan. 2022. <https://doi.org/10.3390/f13010093>.

International Coffee Organization - Country Data on the Global Coffee Trade | #CoffeeTradeStats. Disponível em: <https://www.ico.org/profiles_e.asp>. Acesso em: 26 jul. 2023.

IRIZAGA, Karen Ribeiro de Freitas; VANZ, Samile Andrea de Souza. Relações entre a produção científica e a produção agropecuária brasileira sob o viés de um estudo bibliométrico. **Revista brasileira de pós-graduação. Brasília. Vol. 17, n. 37 (jan./jun. 2021), 21 p.**, 2021.

KATZ, J. S.; MARTIN, B. R. What is research collaboration? **Research Policy**, Amsterdam, n. 26, p. 1-18, 1997.

Kerry BR, Evans K. 1996 Estratégias de notícias para o manejo de nematóides parasitas de plantas. Pp. 134–152 em Hall, R. (ed.) *Princípios e Práticas de Manejo de Patógenos de Plantas Transmitidos pelo Solo*, 1ª ed. São Paulo: APS Press.

KERRY, B.R. An assessment of progress toward microbial controle of plant parasitic nematode. *Journal of Nematology*, v. 22, n.45, p.621-631, 1990. (Supplement)

KESSLER, M. M. Comparison of the results of bibliographic coupling and analytic subject indexing. **American Documentation**, v. 16, n.3, p. 223–233, 1965.

LANDAU, Elena Charlotte; DA SILVA, Gilma Alves; MOURA, Larissa. **Evolução da Produção de Café**. 2020.

LUONG, Thi-Hoan et al. Nematicidal activity of cinnamon bark extracts and chitosan against *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus coffeae*. **Nematology**, v. 23, n. 6, p. 655-666, 2020.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sumário Executivo Café**- dezembro, 2021.

MARIANO, A.M.; ROCHA, M.S. Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora. In: **AEDEM International Conference**. Reggio di Calabria, Italy, 2017.

MARTINS, MVV et al. Tendências e realidades no manejo fitossanitário. 2018.

MEKETE, Tesfamariam et al. Endophytic bacteria from Ethiopian coffee plants and their potential to antagonise *Meloidogyne incognita*. **Nematology**, v. 11, n. 1, p. 117-127, 2009.

MONTEIRO, Mônica Cristina Pereira et al. Antimicrobial activity of endophytic fungi from coffee plants. **Biosci. j.(Online)**, p. 381-389, 2017.

MULLER, R.; GOOCH, PS Revisões nematológicas: Alterações orgânicas no controle de nematóides. Um exame da literatura. **Nematropica**, pág. 319-326, 1982.

Negron JA, Acosta N. O *Fusarium oxysporum* f.sp. *coffea* – Complexo *Meloidogyne incognita* em café “Bourbon”. **Nematropica**. 1989; 19 :161–168.

Nematóides - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pimenta/producao/doencas-e-pragas/doencas/nematoides>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

NUNES, Henrique Teixeira; MONTEIRO, Antonio Carlos; POMELA, Alan William Vilela. Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, p. 403-409, 2010.

O IRD no Brasil | Site Web IRD. Disponível em: <<https://pt.ird.fr/brasil>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

PHAM, The Trinh et al. Combination of mycorrhizal symbiosis and root grafting effectively controls nematode in replanted coffee soil. **Plants**, v. 9, n. 5, p. 555, 2020.

RAVAZZOLI, E. et al. Can Social Innovation Make a Change in European and Mediterranean Marginalized Areas? Social Innovation Impact Assessment in Agriculture, Fisheries, Forestry, and Rural Development. **Sustainability**, v. 13, n. 4, p. 1823, fev. 2021 <https://doi.org/10.3390/su13041823>.

REGINA MD Gomes. Princípios e tendências do controle biológico de nematóides com fungos nematófagos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 13, p. 113-121, 1992.

REJEB, A.; ABDOLLAHI, A.; REJEB, K.; TREIBLMAIER, H. Drones in agriculture: A review and bibliometric analysis. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 198, p. 107017, 1 jul. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107017>.

ROCCHI, L.; BOGGIA, A.; PAOLOTTI, L. Sustainable Agricultural Systems: A Bibliometrics Analysis of Ecological Modernization Approach **Sustainability**, v. 12, n. 22, p. 9635, nov. 2020. <https://doi.org/10.3390/su12229635>.

ROMANELLI, J. P.; GONÇALVES, M. C. P.; DE ABREU PESTANA, L. F.; SOARES, J. A. H.; BOSCHI, R. S.; ANDRADE, D. F. Four challenges when conducting bibliometric reviews and how to deal with them. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 43, p. 60448–60458, 1 nov. 2021. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16420-x>.

SANTOS, Mayara Sousa dos et al. **Análise de dados secundários sob relações pesticida-gene-doença**. 2022.

SINGH, V. K.; SINGH, P.; KARMAKAR, M.; LETA, J.; MAYR, P. The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. **Scientometrics**, v. 126, n. 6, p. 5113–5142, mar. 2021. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03948-5>.

SONNENWALD, D. H. Scientific Collaboration. **Annual Review of Information Science and Technology**, New York, v. 42, n. 1, p. 643-681, 2008.

VAAST, Philippe; CASWELL-CHEN, Edward P.; ZASOSKI, R. J. Influences of a root-lesion nematode, *Pratylenchus coffeae*, and two arbuscular mycorrhizal fungi, *Acaulospora mellea* and *Glomus clarum* on coffee (*Coffea arabica* L.). **Biology and Fertility of Soils**, v. 26, p. 130-135, 1997. <https://doi.org/10.1007/s003740050355>

VALLEJOS-TORRES, Geomar et al. The role of arbuscular mycorrhizal fungi against root-knot nematode infections in coffee plants. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 364-373, 2021.

VANZ, Samile Andrea de Souza; STUMPF, Ida Regina Chittó. Colaboração científica: revisão teórico-conceitual. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 15, p. 42-55, 2010.

VIEIRA JUNIOR, J. R. et al. Rizobactérias como agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas. 2013.

WAINER, Jacques; VIEIRA, Paula. Avaliação de bolsas de produtividade em pesquisa do CNPq e medidas bibliométricas: correlações para todas as grandes áreas. **Perspectivas em ciência da informação**, v. 18, p. 60-78, 2013.

ZEH, Andrea Kauffmann; SAKIYAMA, Cássia. Solução criativa para o financiamento de pesquisas. **ComCiência**, n. 110, p. 0-0, 2009.

ZINGER, Fernando Domingo et al. Quantification of damage and yield losses and management of root-knot nematodes in conilon coffee. **Revista Caatinga**, v. 34, p. 287-297, 2021.

ZINGER, Fernando Domingo et al. Quantification of damage and yield losses and management of root-knot nematodes in conilon coffee. **Revista Caatinga**, v. 34, p. 287-297, 2021.

ZYLBERSZTAJN, Decio; GIORDANO, Samuel Ribeiro; REZENDE, Christiane Leles. **Pesquisa em Café**. Pasavento, 2021.

8. APÊNDICE A

Autores	Título do artigo	Ano
Castro-Toro, AM and Rivillas-Osorio, CA	Bio regulation of <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White) Chitwood and <i>M. Javanica</i> (Treb) Chitwood complex in coffee roots	2022
Duong, B; Marraccini, P; (...); Duponnois, R	Potential of the coffee endophytic <i>Bacillus cereus sensu lato</i> strain CCBLR15 to control the plant-parasitic nematode <i>Radopholus duriophilus</i>	2022
Nguyen, DMC; Luong, TH; (...); Jung, WJ	Nematicidal activity of cinnamon bark extracts and chitosan against <i>Meloidogyne incognita</i> and <i>Pratylenchus coffeae</i>	2021
Zinger, FD; Zinger, LKCR; (...); Alves, FR	Quantification of damage and yield losses and management of root-knot nematodes in conilon coffee	2021
Duong, B; Nguyen, HX; (...); Duponnois, R	Identification and characterization of Vietnamese coffee bacterial endophytes displaying in vitro antifungal and nematicidal activities	2021
Vallejos-Torres, G; Espinoza, E; (...); Arevalo, LA	The Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Against Root-Knot Nematode Infections in Coffee Plants	2020
Pham, TT; Giang, BL; (...); Le, NTT	Combination of Mycorrhizal Symbiosis and Root Grafting Effectively Controls Nematode in Replanted Coffee Soil	2020
Botelho, AO; Campos, VP; (...); Oliveira, DF	Physicochemical and biological properties of the coffee (<i>Coffea arabica</i>) rhizosphere suppress the root-knot nematode <i>Meloidogyne exigua</i>	2019
Hiep, NV; Ha, NT; (...); Toan, PV	Isolation and selection of <i>Arthrobotrys</i> nematophagous fungi to control the nematodes on coffee and black pepper plants in Vietnam	2019
Castillo, A and Infante, F	The parasitic nematode <i>Metaparasylenchus hypothermi</i> interferes with the endoparasitoid <i>Phymastichus coffea</i> , in the biological control of the coffee berry borer	2019
Karim, SMR; Mohd, M and Samsi, SNA	Effect of <i>Lantana camara</i> L. And <i>Parthenium hysterophorus</i> L. To Control Pathogenic Nematode, <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid and White) Chitwood	2019
Vera-Obando, N; Ogata-Gutierrez, K and Zuniga-Davila, D	Characterization of Plant Growth-Promoting Bacteria and In Vitro Antagonistic Activity on Root-Knot Nematodes (<i>Meloidogyne</i> spp.)	2019
Estupinan-Lopez, L; Campos, VP; (...); de Paula, LL	Volatile compounds produced by <i>Fusarium</i> spp. Isolated from <i>Meloidogyne paranaensis</i> egg masses and corticous root tissues from coffee crops are toxic to <i>Meloidogyne incognita</i>	2018
Monteiro, MCP; Alves, NM; (...); Cardoso, PG	Antimicrobial activity of endophytic fungi from coffee plants	2017

Costa, LSAS; Campos, VP; (...); Pfenning, LH	Microbiota from <i>Meloidogyne exigua</i> egg masses and evidence for the effect of volatiles on infective juvenile survival	2015
Konrad, MLD; Furlani, PR; (...); da Silveira, APD	Response of coffee plants colonized inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi, in red latosol of cerrado	2014
Salgado, SML; de Rezende, JC and Nunes, JAR	Selection of coffee progenies for resistance to nematode <i>Meloidogyne paranaensis</i> in infested area	2014
Freire, ES; Campos, VP; (...); Silva, JRC	Volatile Substances Produced by <i>Fusarium oxysporum</i> from Coffee Rhizosphere and Other Microbes affect <i>Meloidogyne incognita</i> and <i>Arthrobotrys conoides</i>	2012
Li, M; Wen, F; (...); Hui, YS	A strategy to discover potential nematicidal fumigants based on toxic volatiles from nematicidal bacteria	2012
Cadioli, C; Santiago, DC; (...); Baida, FC	Effect of isolates of <i>Paecilomyces lilacinus</i> on the development of coffee plantations and on the population of <i>Meloidogyne paranaensis</i>	2009
Mekete, T; Hallmann, J; (...); Sikora, R	Endophytic bacteria from Ethiopian coffee plants and their potential to antagonise <i>Meloidogyne incognita</i>	2009
Carneiro, RMDG; de Mesquita, FG; (...); Cordeiro, MC	The effect of sandy soil, bacterium dose and time on the efficacy of <i>Pasteuria penetrans</i> to control <i>Meloidogyne incognita</i> race 1 on coffee	2007
Brand, W; Roussos, S; (...); Soccol, CR	Low-cost substrate for spore production of nematophagous fungi	2006
Brand, D; Roussos, S; (...); Soccol, CR	Development of a bionematicide with <i>Paecilomyces lilacinus</i> to control <i>Meloidogyne incognita</i>	2004
Carneiro, RMDG; Tigano, MS; (...); Cordeiro, MC	Selection and polymorphism of <i>Pasteuria penetrans</i> isolates in relation to <i>Meloidogyne</i> spp. From coffee	2004
Brand, D; Roussos, S; (...); Soccol, CR	Production of a biocompost by solid state fermentation against the coffee nematodes	2003
Bhattacharya, S and Bagyaraj, DJ	Effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungal isolates on arabica coffee (<i>Coffea arabica</i> L.)	2002
Hidalgo-Diaz, L; Bourne, JM; (...); Rodriguez, MG	Nematophagous <i>Verticillium</i> spp. In soils infested with <i>Meloidogyne</i> spp. In Cuba: isolation and screening	2000
Vaast, P; Caswell-Chen, EP and Zasoski, RJ	Influences of a root-lesion nematode, <i>Pratylenchus coffeae</i> , and two arbuscular mycorrhizal fungi, <i>Acaulospora mellea</i> and <i>Glomus clarum</i> on coffee (<i>Coffea arabica</i> L.)	1998
CRUZ, C and SEGARRA, A	Potential for biological-control of crop pests in the caribbean	1992