

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**ASPECTOS DO MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO
A RESISTÊNCIA AO NEMATÓIDE DO CISTO DA SOJA:
UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO**

FELLIPE OLIVEIRA DA SILVA

Rio Verde, GO

2022

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE**

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**ASPECTOS DO MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO A
RESISTÊNCIA AO NEMATÓIDE DO CISTO DA SOJA: UM
ESTUDO BIBLIOMÉTRICO**

Fellipe Oliveira da Silva

Trabalho de Curso apresentado ao
Instituto Federal Goiano – Campus Rio
Verde, como requisito parcial para a
obtenção do Grau de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof(a). Dr(a). Maria Andréia Corrêa Mendonça
Co-orientador: Samuel Leandro Soares

Rio Verde – GO

Dezembro, 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

S586a Silva, Fellipe Oliveira da
ASPECTOS DO MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO A
RESISTÊNCIA AO NEMATÓIDE DO CISTO DA SOJA: UM ESTUDO
BIBLIOMÉTRICO / Fellipe Oliveira da Silva;
orientadora Dra. Maria Andreia Correa Mendonça; co-
orientador Samuel Leandro Soares. -- Rio Verde, 2022.
29 p.

TCC (Graduação em Agronomia) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Heterodera glycines. 2. bibliometria. 3.
resistência. 4. melhoramento genético. I. Mendonça,
Dra. Maria Andreia Correa, orient. II. Soares,
Samuel Leandro, co-orient. III. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |
| <input type="checkbox"/> Produto técnico e educacional - Tipo: | |

Nome completo do autor:

Fellipe Oliveira da Silva

Matrícula:

2018102200240303

Título do trabalho:

ASPECTOS DO MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO A RESISTÊNCIA AO NEMATÓIDE DO CISTO DA SOJA: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

RESTRITÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: **10 / 01 / 2023**

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

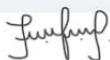
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde

Local

21 / 12 / 2022

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 109/2022 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao décimo quinto dia do mês de dezembro de 2022, às 16 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes Profa. Dra. Maria Andréia Corrêa Mendonça (IF Goiano, orientadora), Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos (IF Goiano, membro avaliador) e Me. Géssica Ferreira da Costa (Caraíba Genética, membro avaliador), para examinar o Trabalho de Curso intitulado: **“ASPECTOS DO MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO A RESISTÊNCIA AO NEMATÓIDE DO CISTO DA SOJA: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO”** apresentado pelo estudante **Fellipe Oliveira da Silva**, Matrícula nº 2018102200240303, do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do Trabalho de Curso, e em seguida, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros docentes da banca. A orientadora, profa. Dra. Maria Andréia C. Mendonça, assinará a ata em nome da Me. Géssica Ferreira da Costa.

(Assinado Eletronicamente)

Profa. Dra. Maria Andréia Corrêa Mendonça

Orientadora

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Me. Géssica Ferreira da Costa

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do projeto.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Leonardo de Castro Santos**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 15/12/2022 19:27:10.
- **Maria Andreia Correa Mendonca**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 15/12/2022 19:10:25.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 15/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 453760

Código de Autenticação: 9b86728094



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus toda minha gratidão, por me fortalecer nos momentos difíceis e me dar capacidade para realizar este sonho.

Aos meus familiares, que nunca mediram esforços e sempre me incentivaram a estudar, em especial aos meus pais Jaqueline Oliveira dos Santos Silva e Ronaldo Adriano da Silva que com muito suor me proporcionaram condições para que eu chegasse até aqui.

Ao Eduardo Barbieri que sempre esteve ao meu lado, principalmente nos momentos difíceis.

A minha orientadora Maria Andreia Correa Mendonça, por todo conhecimento e contribuições para a realização deste trabalho.

Agradeço imensamente os amigos que fiz na faculdade de Agronomia, em especial a Bárbara Cruvinel, Larissa Carvalho e Nilzete Viana, por toda amizade e parceria nesses cinco anos de graduação.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde pelo ensino de qualidade, pela formação profissional e pela oportunidade de aprender com inúmeros profissionais que tenho admiração.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Cultura da Soja - (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill).....	12
2.2. Nematóide do cisto da soja - (<i>Heterodera glycines</i>)	14
2.2.1. Epidemiologia	14
2.2.2. Ciclo de vida	15
2.2.3. Sintomatologia	16
2.3. Controle genético.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

RESUMO

SILVA, Fellipe Oliveira. **Aspectos do melhoramento genético visando a resistência ao nematoide do cisto da soja: um estudo bibliométrico.** 2022. 29p Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

O *Heterodera glycines*, também conhecido como Nematode de Cisto da Soja (NCS), tem se tornado um dos maiores problemas fitossanitários que dificultam a obtenção de elevados rendimentos na cultura da soja (*Glycine max*), no âmbito nacional e internacional devido a sua capacidade de disseminação e a elevada variabilidade de raças. O presente estudo, objetivou realizar um levantamento bibliométrico para conhecer a produção científica de trabalhos visando resistência genética ao nematoide de cisto da soja. Foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando o acesso restrito às bases de dados assinadas pela CAPES, por meio de pesquisa de artigos científicos nas bases de dados da Web of Science entre os anos de 2010 e 2022. Adotou-se uma metodologia de caráter exploratório, que consistiu na busca por trabalhos que tivessem como palavras-chaves os termos “*Heterodera glycines*”, “Soybean Cyst Nematode” e “Resistance”. Os artigos selecionados foram salvos em extensão “.bib”, e inseridos na plataforma Bibliometrix através do software R Studio. A partir da análise dos dados obtidos, os Estados Unidos é o país com o maior número de artigos publicados, com 62,57% do total de publicações entre os anos de 2010 a 2022. NGUYEN H.T., é o pesquisador mais relevante no cenário mundial. A instituição mais produtiva é a *University of Missouri*, localizada nos Estados Unidos, com 93 artigos publicados. A revista *Journal Of Plant Registrations*, foi o periódico que mais publicou artigos na área de melhoramento genético. Os Estados Unidos, que apresenta uma concentração de instituições de pesquisa e uma grande rede de colaboração com diversos outros países.

Palavras-chave: *Heterodera glycines*, bibliometria, resistência, melhoramento genético.

ABSTRACT

SILVA, Fellipe Oliveira. **Aspects of genetic improvement aimed at resistance to soybean cyst nematode: a bibliometric study.** 2022. 29p Monography (Bachelor's Degree in Agronomy). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

Heterodera glycines, also known as Soybean Cyst Nematode (NCS), has become one of the biggest phytosanitary problems that make it difficult to obtain high yields in the soybean crop (*Glycine max*), nationally and internationally, due to its ability to spread and high breed variability. The present study aimed to carry out a bibliometric survey to know the scientific production of works aimed at genetic resistance to the soybean cyst nematode. A bibliographic survey was carried out using restricted access to the databases signed by CAPES, the survey consisted of the search for scientific articles in the Web of Science databases between the years 2010 and 2022. An exploratory methodology was adopted, which consisted of the search for works that suffered as keywords the terms “*Heterodera glycines*”, “Soybean Cyst Nematode” and “Resistance”. The selected articles were saved in “.bib” extension, and inserted into the Bibliometrix platform through the R Studio software. The United States is the country with the highest number of articles published, with 62.57% of the total publications between the years 2010 to 2022. NGUYEN H.T., is the most relevant researcher on the world stage. The most productive institution is the *University of Missouri*, located in the United States, with 93 articles published. The *Journal Of Plant Registrations* was the journal that most published articles in the area of genetic improvement. The United States, which features a concentration of research institutions and a large collaboration network with several other countries.

Palavras-chave: *Heterodera glycines*, bibliometry, resistance, genetic improvement.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), é a principal oleaginosa mais produzida e consumida mundialmente, se dando principalmente a seus altos teores de proteína e óleo, 40,3% e 21%, respectivamente (PÍPOLO et al., 2015). De acordo com levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), no Brasil foram produzidas 124.047,8 mil toneladas de soja na safra 2021/22, semeados em 40.950,6 mil hectares, 4,5% superior ao da safra 2020/21. Já na safra 2020/2021 a soja foi cultivada em 39.531,2 mil hectares, onde a produtividade foi estimada em 139.385,3 mil toneladas de soja, montante 8,9% acima que o da safra 2019/2020, onde a produtividade foi estimada em 124.844,8 mil toneladas de soja. (CONAB, 2022; FAEG, 2022). À medida que o potencial de produção da cultura aumenta, e ela é cultivada em diferentes ambientes, as doenças parecem ser um fator limitante na produção desse cereal e, portanto, requer mais atenção, principalmente no que diz respeito às medidas de controle (MEYER et al., 2014).

O nematoide de cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines*, se tornou uma das principais doenças da cultura da soja causando sérios prejuízos, devido a sua fácil disseminação (EMBRAPA, 2011). O sintoma inicial de ocorrência do nematoide de cisto da soja nas lavouras caracteriza-se pela presença de reboleiras, com plantas expressando mal desenvolvimento e folhas cloróticas, refletindo na má formação de vagens. Em lavouras em que a população do patógeno é muito alta, também pode ocorrer morte prematura de plantas (DIAS et al., 2009). A respeito de sua importância econômica, danos causados por nematoides correspondem a 10,6% das perdas mundiais em culturas de importância agrícola, tendo um prejuízo de aproximadamente US\$ 100 bilhões anuais, além disso, são responsáveis por um prejuízo de cerca de R\$ 16,5 bilhões para a soja brasileira (DALL'AGNOL, 2020). Isso levando em consideração não só a presença do nematoide na área, mas a combinação de fatores, como: grau de infestação, raça, fertilidade do solo e suscetibilidade da cultivar (MULROONEY, 2011).

Muitos países produtores de soja cultivam *H. glycine* em seus campos. Favorecidos em países com clima tropical e subtropical os nematoides encontram condições ideais para sua reprodução e alimentação (TORRES, 2011). É um nematoide de fácil dispersão, pois seus cistos são leves o suficiente para serem facilmente transportados pelo vento junto de máquinas e ferramentas agrícolas, e associados a sementes. Devido a essa facilidade de disseminação, no Brasil o número de áreas infectadas com o patógeno aumenta a cada safra (EMBRAPA, 2004). Devido a estas características do nematoide de cisto da soja, o controle é muito complicado e a erradicação completa é difícil, sendo considerada quase impossível após a ocorrência da

infestação na área, por isso é muito importante tomar medidas efetivas de manejo do nematoide ((FERRAZ; BROWN, 2016). Os métodos mais comuns são: controle de espécies; controle cultural; controle por aplicação de produtos biológicos ou químicos com efeitos nematicidas. No entanto, a medida de controle mais eficaz é a rotação de culturas (MENDES, 2020). Uma das opções utilizadas é o uso de cultivares resistentes a nematoides, quando integrada a outras estratégias de controle (BELLÉ et al., 2017). Portanto, as variedades de soja resistentes aos nematoides são mais uma ferramenta que o produtor deve aliar com as boas práticas agrícolas, inserindo-a no manejo integrado, buscando maior eficiência e manutenção da tecnologia disponível (EMBRAPA, 2010).

Para a obtenção de cultivares de soja resistentes ao nematoide do cisto, a estratégia mais utilizada tem sido a seleção de genótipos, a partir de populações originárias de hibridações entre genótipos adaptados e cultivares norte-americanas resistentes (SANTANA, 2007). No Brasil, grandes partes das variedades comerciais de soja contêm resistência apenas à raça 3 de *H. glycines*. Nos dias atuais cerca de 30 cultivares resistentes ao NCS estão indicados para cultivo em diferentes regiões do Brasil, mas muitos deles com área de abrangência restrita (EMBRAPA, 2010) O presente estudo, objetivou realizar um levantamento bibliométrico para conhecer os principais países que mais publicaram trabalhos visando resistência genética ao nematoide de cisto da soja, bem como conhecer o comportamento temporal das publicações internacionais e brasileiras e conhecer o comportamento temporal do início das pesquisas de novos estudos de resistência a nematoides do cisto da soja no cenário internacional e nacional, trazendo para o leitor, principalmente, um panorama geral dos avanços científicos e tecnológicos alcançados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura da Soja - (*Glycine max* (L.) Merrill)

A domesticação da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) teve início há cerca de 1.100 anos a.C., na região nordeste da China. Posteriormente, foi introduzida na Europa, América do Norte e em seguida na América do Sul (SEDIYAMA, 2009). A história da soja no Brasil começou quando os primeiros materiais genéticos foram introduzidos no país e testados no Estado da Bahia, em 1882. O germoplasma foi trazido dos Estados Unidos, e não era adaptado para as condições de baixa latitude daquele estado (12°S) e não teve êxito na região. Uma década

depois, novos materiais foram testados para as condições do Estado de São Paulo, latitude de 23°S, onde tiveram relativo êxito na produção de feno e grãos. Em 1900, a soja foi testada no Rio Grande do Sul, latitude entre 28°S a 34°S, onde teve êxito, pois as condições climáticas são similares àquelas prevalentes na região de origem dos materiais avaliados (DALL'AGNOL, 2011).

A soja pertence à família Fabaceae (leguminosas), sendo uma das maiores famílias botânicas, com grande distribuição pelo mundo. A soja é pertencente ao gênero *Glycine*, que se subdivide em dois subgêneros: *Glycine* e *Soja*. Dentro do subgênero Soja, existem duas espécies reconhecidas: *Glycine max* e *Glycine soja*. A soja cultivada pertence à espécie *G. max* (EMBRAPA, 2020).

A comercialização de soja (*Glycine max* L.) está entre as atividades econômicas mais importante no contexto mundial, favorecendo o desenvolvimento de muitos países entre eles o Brasil (FIUZA, 2021). Há cerca de quatro anos o Brasil ocupa o primeiro lugar no *ranking* internacional de produção de soja (BASF, 2022). O Brasil apresenta uma extensão territorial grande destinada para o plantio de soja, em uma boa safra o país produz em média 125 milhões de toneladas de soja, em uma área de aproximadamente 41 milhões de hectares na safra 2021/22 (Tabela 1). A região centro-oeste destacou-se com uma área plantada de mais de 19 milhões de hectares, desse total de área, mais de 11 milhões de hectares estão situadas no Mato Grosso, considerado o estado brasileiro que mais produz soja no Brasil, tendo uma produção de 41.490,20 mil toneladas. Seguido por Goiás, Paraná e Rio Grande do Sul que também se destacam na produção do grão, que juntos produziram 38.751,2 mil toneladas de soja em mais de 16 milhões de hectares na safra de 2021/22, juntos somam 63,91% da produção nacional de soja. É importante ressaltar a participação da região do MATOPIBA, que, formada por Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, possui alto potencial de crescimento e é hoje a grande fronteira para a ampliação da produção de soja no Brasil (CONAB, 2022).

Tabela 1. Principais estados produtores de soja do Brasil (safra 2021/2022). Fonte: CONAB, 2022.

Principais Estados	Produção (Mil ton)	Area (Mil ha)	%
Mato Grosso	41.490,20	11.108,50	33,05
Goiás	17.389,90	4.393,60	13,85
Paraná	12.250,30	5.668,80	9,76
Rio Grande do Sul	9.111,00	6.358,00	7,26
Outros	45.310,90	13.923,10	36,09
TOTAL	125.552,30	41.452,00	100,00

Nesse contexto, a soja passou a ser responsável pelo desenvolvimento de cadeias produtivas prósperas, cujos agentes têm causado impactos sociais e econômicos significativos para diversas regiões do país, desde a geração de empregos e fluxos de capital, até o sólido desenvolvimento socioeconômico (HIRAKURI, 2021).

2.2. Nematóide do cisto da soja - (*Heterodera glycines*)

2.2.1. Epidemiologia

O nematóide de cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines*, foi detectado pela primeira vez no Brasil na safra de 1991/92 (EMBRAPA, 2010). O *Heterodera glycines* é pertencente a ordem Tylenchida e família Heteroderidae (SANTANA, 2007). É considerado de fácil disseminação e, atualmente, está presente em cerca de 150 municípios dos principais estados brasileiros produtores de soja, e apresentam uma grande variabilidade genética (SILVEIRA, 2021). No Brasil, até o momento, foram identificadas 11 raças (1, 2, 3, 4, 4+, 5, 6, 9, 10, 14 e 14+). O nematóide do cisto da soja está presente em 10 estados (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição de raças de *Heterodera glycines* no Brasil. Fonte: Embrapa Soja, agosto de 2009

Estados	Raças
Bahia	1, 3 e 14
Goiás	3, 4, 5, 6, 9, 10 e 14
Maranhão	5, 6 e 9
Mato Grosso	1, 2, 3, 4, 4+ , 5, 6, 9, 10, 14 e 14+
Mato Grosso do Sul	1, 3, 4, 5, 6, 9, 10 e 14
Minas Gerais	3, 4, 6 e 10
Paraná	3
São Paulo	3
Rio Grande do Sul	3, 5 e 6
Tocantins	1

No Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, estados em que foram identificados o maior número de raças, as principais descritas são MT (1, 2, 3, 4, 4+, 5, 6, 9, 10, 14 e 14+) e MS (1,3, 4, 5, 6, 9, 10 e 14). Seguido pelo estado de Goiás com o terceiro maior número de raças identificadas GO (3, 4, 5, 6, 9, 10 e 14) (SILVEIRA, 2021).

A disseminação do NCS deve-se principalmente pela intensa movimentação do solo infectado. Isso pode acontecer por meio de equipamentos agrícolas, sementes mal beneficiadas contendo partículas de solo, vento, água e até pássaros que, ao coletar alimentos do solo, podem ingerir junto os cistos. É importante conscientizar os produtores rurais sobre o que precisa ser

feito para evitar a propagação do nematoide, realizando um bom manejo (EMBRAPA,2010). Neste sentido, tem sido recomendada a integração de vários métodos, se possível, com baixo custo, para controlar nematoides em grandes culturas, como a soja. Estes métodos devem, preferencialmente, ter como base os princípios fitopatológicos da: (i) exclusão, em que se preconiza evitar a infestação de áreas indenes por espécies ou novas raças, na propriedade ou de uma região geográfica maior; (ii) erradicação, por meio do uso de técnicas de rotação de culturas com espécies de verão e de inverno não hospedeiras e controle biológico; (iii) da regulação, por meio da modificação do ambiente e nutrição de plantas; e (iv) da imunização, por meio do desenvolvimento e uso de variedades de soja resistentes a determinadas espécies ou raças de nematoides (KIMATI et al, 2005).

2.2.2. *Ciclo de vida*

O nematoide de cisto da soja (NCS) apresenta um ciclo de vida característico dos tilencoides, permeando pelas seguintes fases: ovo, juvenis e adultos, finalizando com a formação do cisto (MACEDO, 2020).

A reprodução em *H. glycines* é anfimítica, gerando uma grande variabilidade genética, evidenciada pela presença de raças fisiológicas. Durante o crescimento dos juvenis, este nematoide vai gradativamente forçando o rompimento do córtex e da epiderme da radícula infectada, expondo cada vez mais a parte posterior do seu corpo. Quando completamente desenvolvidas, as fêmeas apresentam quase todo o corpo fora da raiz, mantendo-se presas pela região esofagiana e apresentando cor branca ou amarelada (CARES; BALDWIN, 1995).

O ciclo de vida do nematoide de cisto da soja sofre diversas variações. Os ovos no interior do cisto, já fertilizados por embriogênese, surge juvenil de primeiro estágio (J1), que ainda dentro do ovo sofre ecdise, transformando em juvenil de segundo estágio (J2). Este penetra as raízes das plantas, formando o sítio de alimentação, estabelecendo o sincício. No sincício o nematoide continua seu desenvolvimento, sofrendo mais três ecdises, para formar machos ou fêmeas. As fêmeas continuam fixadas na raiz, enquanto os machos de corpo alongados seguem para o solo, e não mais se alimentaram e logo depois de copular com as fêmeas, morrem. Na fase de postura, a fêmea libera um terço dos ovos, o restante é armazenado no interior de seus dois úteros, junto a uma secreção gelatinosa (Figura 1). Essa retenção dos ovos causa a compressão dos órgãos internos de seu corpo, provocando a morte das fêmeas, formando os cistos, ricos em ovos, 400 a 450, em média, que podem ficar viáveis no solo por oito anos ou mais (AMORIM et al., 2011).

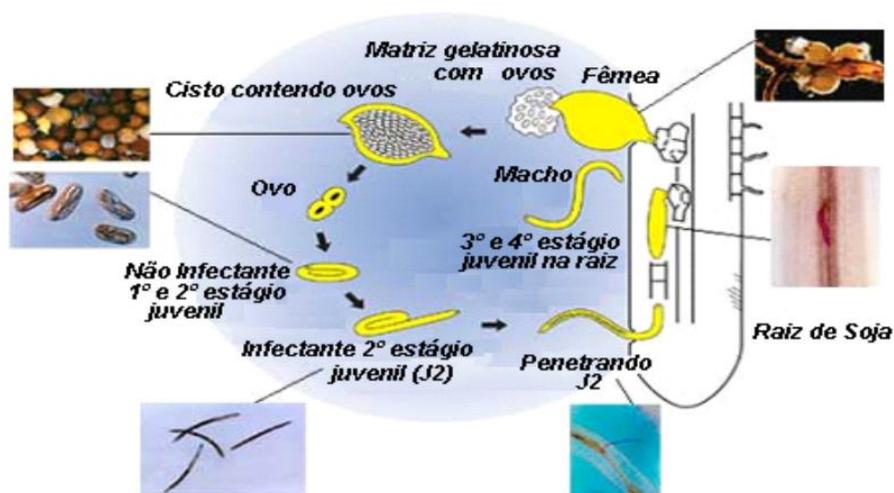


Figura 1. Ciclo de vida do Nematóide de Cisto da Soja (NCS) *Heterodera glycines*. Fonte: Santana (2007).

As fêmeas de *H. glycines* inicialmente produzem e expulsam para fora do corpo uma pequena quantidade de ovos. Porém, depois passam a reter todos os ovos produzidos em seu interior, fazendo com que provoque sua morte. Nesse período, a coloração externa muda progressivamente de branco para amarelo-claro, pardo ou dourado e, por fim, marrom escuro, como resultado de processo denominado “bronzamento”, caracterizado pela ação da polifenol-oxidase sobre polifenóis da cutícula. A essa fêmea morta, de tegumento resistente e cor escura, repleta de ovos, é que se atribui o nome de cisto. Quando a planta infestada é arrancada após a colheita, os cistos - até então presos às raízes apenas pelo "pescoço" - se desprendem e permanecem no solo por semanas como uma estrutura de proteção muito eficaz para os ovos contra predadores e estresse ambiental, permanecendo meses e até anos no solo (FERRAZ, 2016).

2.2.3. Sintomatologia

Os nematoides apresentam sintomas que podem ser confundidos com manchas ocasionadas por depósito de calcário. O parasitismo dos nematoides apresenta sintomas com formação de reboleiras, isto é, as periferias apresentam plantas que possuem tamanhos menores, caminhando da parte central, as plantas passam a se enfraquecer, podendo visualizar plantas mortas no centro (KIMAT et al., 2005). Ao parasitar as raízes de soja, os nematoides causam alterações morfológicas, fazendo com que prejudica a translocação de água e nutrientes, tendo como reflexo na parte aérea como nanismo, deficiência mineral, folha carijó, amarelecimento de folhas, queda precoce de vagens e pobre enchimento de grãos ((FERREIRA, 2007).

2.3. Controle genético

Uma das principais restrições à produção de soja é a perda causada por doenças. Dos mais de 200 patógenos conhecidos por infectar a cultura da soja, apenas cerca de 35 são economicamente importantes (LIN et al., 2022). O nematoide de cisto da soja, *H. glycines*, reduz a produtividade mais do que qualquer outra praga da soja no mundo. Cultivares resistentes têm sido um meio eficaz de controle. Os melhoristas de soja vêm avaliando a coleta de germoplasma de soja em busca de fontes de resistência (ARELLI et al. 2008).

Genes de resistência a patógenos encontrados em linhagens e/ou cultivares de alto potencial produtivo são os mais visados. Estas fontes de resistência apresentam a vantagem de já serem adaptadas, possuírem características agronômicas favoráveis e baixa frequência de alelos indesejáveis (SANTANA, 2007). Roberts (2002) afirma que a resistência genética de plantas é um dos métodos mais eficientes e econômicos para evitar as perdas pelos nematoides. Uma planta é considerada resistente quando uma série de atributos que ela possui atua em detrimento do parasita, inviabilizando, por exemplo, a penetração, seu desenvolvimento e a infecção no interior dos tecidos, ou até mesmo impedindo que ele se reproduza (JULIATTI, 2015).

Há muito tempo que os programas de melhoramento fazem uso de bancos de germoplasma, especialmente na introgressão de características qualitativas de interesse econômico. Dentre os exemplos mais conhecidos, grande parte refere-se à introgressão de genes de resistência de plantas a patógenos, oriundos de cultivares tradicionais ou de parentes silvestres, para linhagens elite agronomicamente adaptadas (FERREIRA; RANGEL, 2011). Como exemplo, a resistência para o nematoide de cisto da soja, atualmente incorporada em diversas cultivares comerciais, é predominantemente derivada de dois genótipos, 'Peking' e PI 88788 (MITCHUM, 2016).

Nesse sentido, existem programas de melhoramento da soja que buscam o desenvolvimento de cultivares resistentes aos nematoides. A resistência pode ser descrita pelo número de genes que controlam a característica, podendo ser monogênica, oligogênica ou poligênica. O modo como a resistência a nematoides é herdada é importante para traçar a estratégia de melhoramento a ser incorporada em cultivares comerciais de soja. As características monogênicas e oligogênicas são as mais comuns. Os genes de resistência também podem ser classificados, com base em seus efeitos na expressão da característica, em genes de efeito maior e genes de efeito menor (SOUZA, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução do presente estudo, foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando o acesso restrito às bases de dados assinadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal (CAPES), disponível pelo endereço de IP do Instituto Federal Goiano. O levantamento consistiu na pesquisa de artigos científicos nas bases de dados da Web of Science (<https://www-webofscience.ez369.periodicos.capes.gov.br/>). Portanto, adotou-se uma metodologia de caráter exploratório, que consistiu na busca por trabalhos que tivessem como palavras-chaves os termos “*Heterodera glycines*”, “Soybean Cyst Nematode” e “Resistance”, entre os anos 2010 e 2022, utilizando como filtro a opção de busca por somente artigos.

Os artigos foram selecionados a partir da leitura do título e resumo das publicações. Foram excluídas as publicações caracterizadas como revisões bibliográficas ou artigos que não relacionavam a interação direta com o tema. A leitura do trabalho completo foi realizada nos casos em que a leitura do título, palavras-chave ou resumo não era suficiente para identificar a planta hospedeira e as espécies de nematoides. Para uma melhor visualização dos resultados alcançados, os arquivos obtidos na plataforma Web of Science foram salvos em extensão “.bib”, e inseridos na plataforma Bibliometrix através do software R Studio (R Core Team, 2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento realizado na base de dados do Web Of Science usando os termos “*Heterodera glycines*”, “Soybean Cyst Nematode” e “Resistance”, resultou em 220 artigos, entre os anos de 2010 a 2022. Após análise dos trabalhos, 179 artigos foram diretamente relacionados ao melhoramento genético visando a resistência ao nematoide *Heterodera glycines*, conforme descrito na metodologia.

O percentual de publicação de cada país está mostrado na Figura 3. Os Estados Unidos destacam-se em relação aos outros países na contribuição em pesquisas de melhoramento genético, para resistência de nematoides de cisto da soja, sendo responsável por 112 publicações, equivalente a 62,57% do total de publicações nos anos de 2010 a 2022.

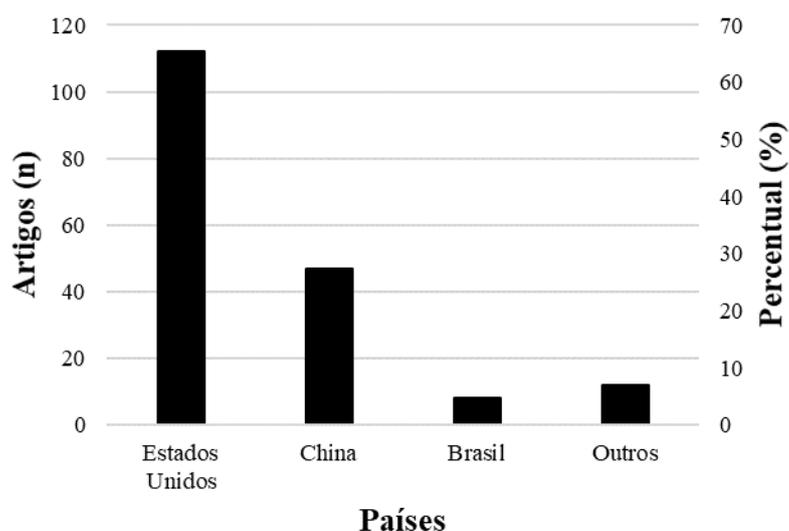


Figura 3. Número de artigos científicos publicados nos diferentes países segundo o levantamento de publicações realizado na base de dados Web Of Science entre os anos de 2010 e 2022.

A China ocupa a segunda posição, com uma produção de 47 publicações no período observado, correspondendo a 26,26% do total mundial, seguido pelo Brasil, que tem 8 artigos publicados, equivalente a 4,47%. Esses três países se destacam, produzindo 93,3% das publicações mundiais voltadas para tema, no período entre 2010 e 2022. 6,7% das publicações observadas na busca foram oriundas de outros países, menos expressivos no cenário mundial das pesquisas com nematoides de cisto da soja, com foco no melhoramento genético.

A importância dos países como os Estados Unidos, China e Brasil no cenário mundial das pesquisas visando controle de nematoides do cisto da soja, está relacionada à produção de soja por estes países, que têm se destacado no cenário mundial, a área cultivada na safra de 2021/22 nos Estados Unidos é superior a 35 milhões de hectares, na China a área destinada para cultivo de soja é de aproximadamente 666 mil hectares, o Brasil se destaca com uma área destinada para o cultivo de soja é superior a 40 milhões de hectares (CONAB, 2022). Neste sentido, para manter os altos índices de produtividade, estes países necessitam controlar as principais doenças da cultura, sendo o método de controle químico a principal técnica de manejo usada para reduzir a incidência de nematoides. No entanto, nos últimos anos, tem sido observada uma tendência mundial pela busca de métodos de controle mais sustentáveis, devido à toxicidade dos pesticidas tanto para os seres humanos quanto para o meio ambiente, bem como pelos altos custos envolvidos.

Considerando-se o número de publicações lançadas anualmente, foi possível observar um relativo aumento de artigos publicados entre os anos de 2010 e 2022. Porém, verificou-se que o comportamento dos dados apresentados na Figura 4, não seguiu um padrão específico quanto ao crescimento, podendo ser notados períodos de ascensão e de quedas na produção científica.

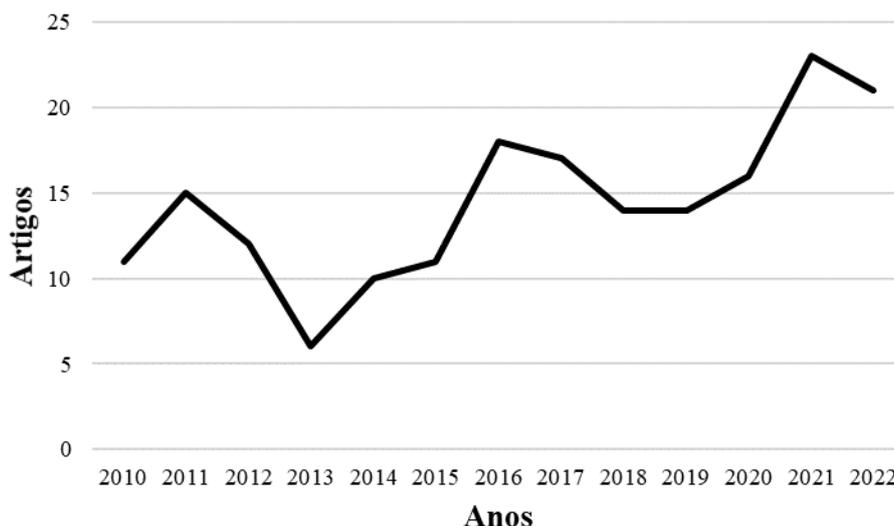


Figura 4. Número de publicações internacionais lançadas anualmente segundo o levantamento de publicações realizado na base de dados Web Of Science entre os anos de 2010 e 2022.

O levantamento mostra o notório crescimento de publicações de pesquisas na área, com média de 5,54% ao ano. O desenvolvimento de pesquisas de melhoramento genético com foco na resistência ao nematoide de cisto da soja, pode ser observado o crescimento de publicações a partir de 2011. Esse interesse da comunidade científica pode ser explicado pela ineficácia do controle químico e biológico, pois os ovos e juvenis infectantes ficam bem protegidos dentro do cisto, fazendo com que a eficácia do nematicida fosse baixa, causando grandes prejuízos na cultura da soja, que limitam a obtenção de altos rendimentos (FERRAZ, 2016).

O crescente número de publicações neste período pode ter sido influenciado pelo Protocolo de Montreal, assinado em 1987, visando a diminuição do uso do Brometo de Metila até 2010. O brometo de metila é um gás usado como inseticida e fumigante para tratamento de solo, controle geral de insetos e fumigação de produtos vegetais. Usado para evitar que pragas e doenças se espalhem para outras cidades ou países quando os produtos são exportados/importados, ou para controlar pragas de solo antes do plantio. O produto mata insetos, patógenos, nematoides e quaisquer outros organismos presentes no solo e na zona de

infiltração de gás (CROARO, 2002). Porém, no ano de 1997, um novo acordo foi assinado, prevendo a eliminação total do uso até 2005 para os países desenvolvidos, e a paralização das reduções para países em desenvolvimento até 2002, tendo seu uso eliminado por completo no ano de 2015 (HAHN, 2017).

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) inseriu quatro espécies de nematoides na lista de pragas consideradas de maior risco fitossanitário para o agronegócio, sendo um deles o *Heterodera glycines*. O decreto publicado em 2015, incluem os nematoides como praga de importância econômica, adotando medidas de controle mais eficientes, com alternativas mais modernas e menos tóxicas. Além disso, a adoção de medidas que visem a redução da resistência genética causada pelo uso repetido dos mesmos mecanismos de ação (MAPA, 2015).

A enorme variabilidade genética do patógeno também tem contribuído para que a vida útil das cultivares resistentes seja diminuída. Para amenizar o problema, os programas de melhoramento de soja precisam diversificar as fontes de resistência e os agricultores devem evitar o monocultivo de materiais com resistência oriunda de uma mesma fonte (Agrofit, 2022).

Os autores mais relevantes no cenário mundial estão ilustrados na Figura 5. O autor com mais publicações em melhoramento genético, visando a resistência de nematoides de cisto é o Henry T. Nguyen, professor e pesquisador da Universidade de Missouri, nos Estados Unidos.

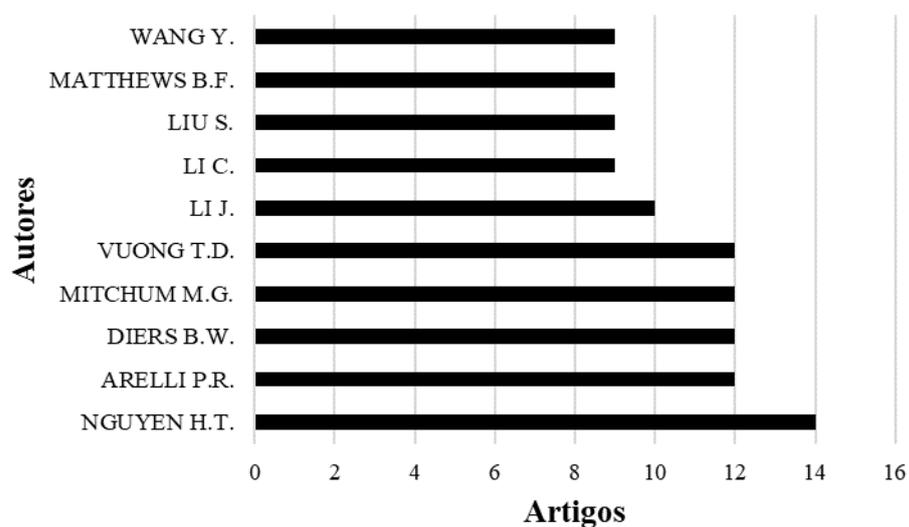


Figura 5. Autores que mais publicaram artigos científicos na área de melhoramento genético, visando a resistência do nematoide de cisto da soja, obtidos no levantamento de publicações realizado na base de dados do Web Of Science entre os anos de 2010 e 2022.

Henry Nguyen é responsável por publicar 14 artigos. Henry tem um programa de pesquisa em genética molecular, genômica e biotecnologia. Seu interesse de pesquisa de longa data é adaptação e tolerância ao estresse abiótico em plantas com ênfase atual em soja, suas linhas de pesquisas incluem aplicação de tecnologias genéticas e genômicas contemporâneas para estudar a variação do genoma e a herança de características complexas em plantas visando a resistência a doenças e pragas na cultura da soja (MISSOURI, 2022).

Logo em seguida, os autores que mais contribuíram foram: Prakash R. Arelli, Brian Diers, Melissa G. Mitchum e Tri Vuong, publicando 12 artigos cada, juntos totalizando um percentual de 26,81% das publicações mundiais. Todos estes pesquisadores são dos Estados Unidos e suas linhas de pesquisa é a seleção de genótipos resistentes ao nematoide de cisto da soja. O professor Brian Diers ganhou o prestigioso prêmio Excelência em Pesquisa de Produção do United Soybean Board. Brian dedicou grande parte de sua carreira ao melhoramento de soja e pesquisa genética e ao desenvolvimento de novas variedades de soja que os produtores de soja dos EUA estão usando em seus campos hoje (WACCI, 2014).

As instituições mais produtivas estão expressas na Figura 6, que apresenta as 10 instituições que produziram ao menos quinze artigos. A universidade mais produtiva é a *University of Missouri*, localizada nos Estados Unidos, com 93 artigos publicados, os autores que se destacam na produção científica, são: NGUYEN H.T, VUONG T.D e MITCHUM M.G, todos esses pesquisadores fazem parte do corpo docente da instituição.

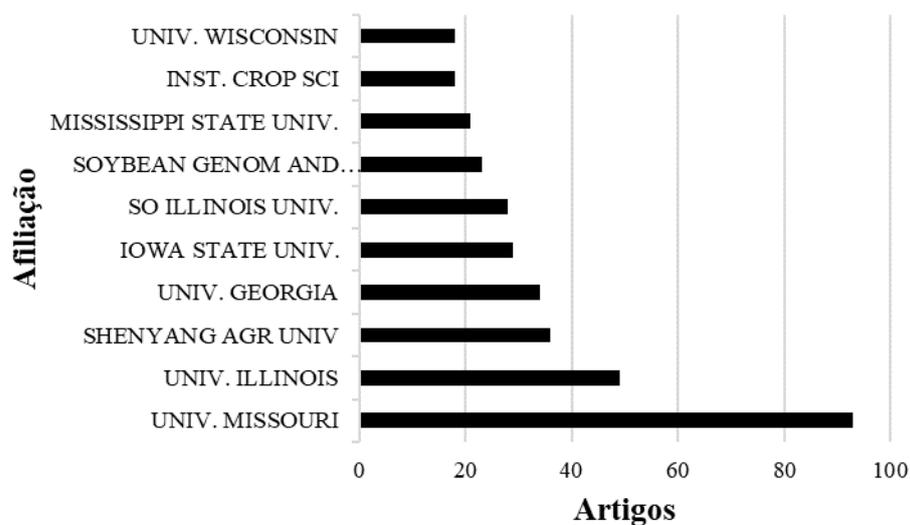


Figura 6. Afiliações que mais publicaram artigos científicos na área de melhoramento genético, visando a resistência do nematoide de cisto da soja, obtidos no levantamento de publicações realizado na base de dados do Web Of Science entre os anos de 2010 e 2022.

Em seguida está a *University Of Illinois*, dos Estados Unidos, com 49 artigos, o pesquisador que mais se destaca é o DIERS B., professor e pesquisador da universidade. Seguida pela *Shenyang Agricultural University*, localizada na China, com 36 artigos e pela *University Of Georgia*, com 34 artigos. Entre essas afiliações, há predomínio de instituições americanas. A *Universidade Federal do Espirito Santo* e a *Universidade Federal de Viçosa* são as instituições brasileiras que mais produziram artigos na área de melhoramento genético, visando a resistência ao nematoide de cisto da soja, cada uma com 7 artigos publicados.

Na base de dados do Web Of Science, verificou-se que 23 artigos (12,85%) não possuem nenhuma citação e 11 artigos (6,14%) possuem uma única citação. Em contrapartida 89 artigos (49,72%) possuem 10 ou mais citações. Por fim, os 10 artigos mais citados correspondem juntos um total de 935 citações, equivalente a 28,09% do total de citações. O trabalho mais citado, dentro da base de dados é intitulado “*A soybean cyst nematode resistance gene points to a new mechanism of plant resistance to pathogens*” publicado no ano de 2012 na revista *Nature*, pelo autor Shiming Liu da *Southern Illinois University* e apresenta a maior taxa de citações, com 242 citações. A Tabela 3 apresenta os 10 artigos encontrados na busca realizada com citados maior número de citações na Web Of Science.

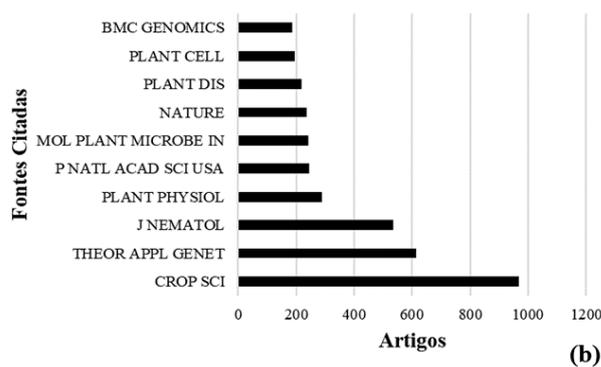
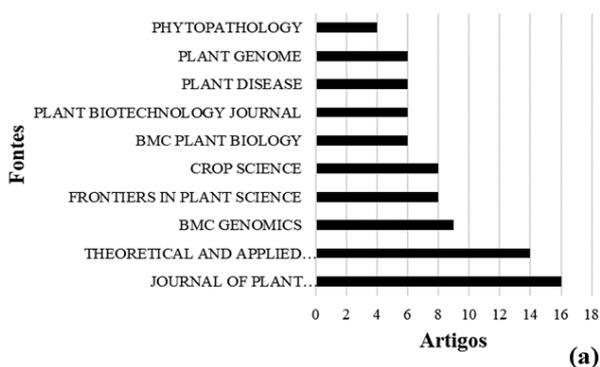
Tabela 3. Artigos mais citados na área de melhoramento genético, visando a resistência do nematoide de cisto da soja, obtidos no levantamento de publicações realizado na base de dados do Web Of Science entre os anos de 2010 e 2022.

Titulo	Ano	Citações
1- <i>A soybean cyst nematode resistance gene points to a new mechanism of plant resistance to pathogens</i>	2012	242
2- <i>Distinct Copy Number, Coding Sequence, and Locus Methylation Patterns Underlie Rhg1-Mediated Soybean Resistance to Soybean Cyst Nematode</i>	2014	98
3- <i>Identification of Soybean MicroRNAs Involved in Soybean Cyst Nematode Infection by Deep Sequencing</i>	2012	91
4- <i>Novel quantitative trait loci for broad-based resistance to soybean cyst nematode (<i>Heterodera glycines</i> Ichinohe) in soybean PI 567516C</i>	2010	82
5- <i>Genetic architecture of cyst nematode resistance revealed by genome-wide association study in soybean</i>	2015	77
6- <i>The Soybean Rhg1 Locus for Resistance to the Soybean Cyst Nematode <i>Heterodera glycines</i> Regulates the Expression of a Large Number of Stress- and Defense-Related Genes in Degenerating Feeding Cells</i>	2011	77
7- <i>The interaction of the novel 30C02 cyst nematode effector protein with a plant β-1,3-endoglucanase may suppress host defence to promote parasitism</i>	2012	71
8- <i>SNP identification and marker assay development for high-throughput selection of soybean cyst nematode resistance</i>	2015	69
9- <i>The soybean GmSNAP18 gene underlies two types of resistance to soybean cyst nematode</i>	2017	65
10- <i>A nematode demography assay in transgenic roots reveals no significant impacts of the Rhg1 locus LRR-Kinase on soybean cyst nematode resistance</i>	2010	63

O artigo mais atual, entre os mais citados, é do ano de 2017 e totaliza 65 citações. Em relação aos 10 documentos mais citados, é importante enfatizar a similaridade das pesquisas em melhoramento genético focado na resistência de nematoides do cisto de soja.

Os periódicos mais relevantes aparecem na Figura 7a. A revista *Journal of Plant Registrations* foi destaque nas publicações de artigos científicos na área de pesquisa de melhoramento genético, publicando 16 artigos. A revista de destaque se enquadra como Qualis B3 de acordo com a Plataforma Sucupira da CAPES, de acordo com a classificação mais atual disponível, que é a do quadriênio 2013-2016 (CAPES, 2017). Esta revista apresenta percentil pelo Scopus de 31%, sendo classificada como n° 253 entre 370 revistas pertencentes à área “Agronomy and Crop Science”.

Journal of Plant Registrations se concentra seu escopo em pesquisas de registros de cultivares, germoplasma, linhagem parental, estoque genético e mapeamento populacional,



além de artigos caracterizando acessos realizados em sistemas de coleta de germoplasma vegetal e descrições de materiais fitogenéticos (JPR, 2022)

Figura 7. (a) periódicos que mais publicaram artigos científicos (b) periódicos mais citados na área de melhoramento genético, visando a resistência do nematoide de cisto da soja, obtidos no levantamento de publicações realizado na base de dados do Web Of Science entre os anos de 2010 e 2022.

Em seguida a revista que mais publicou artigos foi a *Theoretical And Applied Genetics*, que publicou 14 artigos científicos. De acordo com o Qualis-Capes se enquadra como A1, apresentando mais elevado indicador de qualidade no quadriênio 2013-2016. *Theoretical and Applied Genetics* publica pesquisas em todas as áreas-chave da genética vegetal moderna, genômica e biotecnologia vegetal, desde que os trabalhos apresentem um componente genético claro e um impacto significativo no melhoramento de plantas. Esta revista destaca-se pela sua grande audiência entre os pesquisadores da área de genética e melhoramento vegetal bem como pelo seu fator de impacto (JCR) de 5,57 e percentil de 95%, sendo considerada pelo Scopus a revista n° 18 entre 370 revistas pertencentes à área “Agronomy and Crop Science”. A revista *BMC Genomics* fica em terceiro lugar no ranking de periódicos que mais publicaram artigos, publicando 9 artigos científicos. De acordo com o Qualis-Capes se enquadra como A1, apresentando fator de impacto (JCR) de 4,56 e percentil de 76%, sendo considerada pelo Scopus a revista n° 76 entre 293 revistas pertencentes à área “Biotechnology”.

As fontes mais citadas estão representadas na Figura 7b. Dentre o total, o periódico *CROP SCIENCE* é o que se destaca, com 967 artigos citados na base de dados do Web Of Science. Este periódico foi fundado em 1961, tem fator de impacto de 2,856 e seu objetivo é nas áreas de melhoramento e genética de culturas, fisiologia de culturas e produção de culturas e é uma saída crítica para artigos que descrevem coleções de germoplasma de plantas e seu uso. A classificação “Qualis CAPES” deste periódico no quadriênio 2013-2016 é A1, na área de Ciências Agrárias I, fator de impacto (JCR) 2.763 e percentil 73%, sendo considerada pelo Scopus a revista n° 99 entre 370 revistas pertencentes à área “Agronomy and Crop Science”. Um dos fatores que pode ter influenciado a grande gama de citações é o registro de germoplasmas de genes de resistência ao nematoide de cisto da soja. Em seguida o periódico com mais artigos citados foi *Theoretical And Applied Genetics* com 614 citações na base de dados do Web Of Science. Dentre os 10 periódicos mais citados, está a revista *Nature*, com 234 artigos citados, é importante ressaltar que o artigo que recebeu mais citações (*A soybean cyst*

nematode resistance gene points to a new mechanism of plant resistance to pathogens), conforme mostra a tabela 3, foi publicado na revista *Nature*, com fator de impacto de 69.504. *Nature* é uma revista que publica as melhores pesquisas revisadas por pares em todos os campos da ciência e tecnologia com base em sua originalidade, importância, interesse interdisciplinar, oportunidade, acessibilidade, elegância e conclusões surpreendentes.

As 50 palavras-chave mais frequentes estão representadas com destaque de acordo com sua frequência na nuvem de palavras, conforme mostra a Figura 8.



Figura 8. Nuvem das palavras-chave mais citadas nos artigos da base de dados do Web Of Science entre os anos de 2010 a 2022.

A nuvem de palavras gerada a partir da análise dos artigos selecionados no levantamento bibliométrico, é possível perceber que algumas palavras se destacam na nuvem de palavras como: “*Heterodera glycines*”, “Populations”, “QTL”, “Resistance”, dessa forma, podemos perceber a similaridade de palavras focados no melhoramento genético, visando a resistência ao nematoide de cisto da soja, *Heterodera glycines*.

Os países foram posicionados no globo terrestre, baseando-se na localização geográfica de seu endereço. Essa análise permitiu a verificação da alta concentração de instituições e de interligações nos países do mundo, conforme mostra a Figura 9. Com destaque para os Estados Unidos, que apresenta uma concentração de instituições de pesquisa e uma grande rede de colaboração com diversos outros países, como Brasil, China, Canadá, Reino Unido, França e outros países.

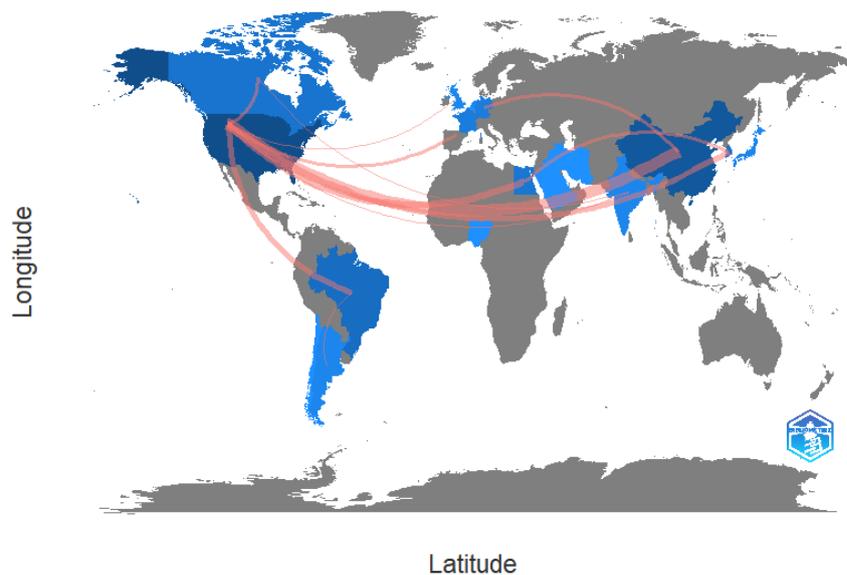


Figura 9. Mapas da distribuição geográfica da rede de colaboração de coautoria entre países analisados a partir da base de dados do Web Of Science entre os anos de 2010 e 2022.

O Brasil demonstrou uma rede de colaboração com países da América do Sul, sendo eles, Argentina e Chile, isso demonstra a importância e preocupação do continente em relação ao manejo de nematoide de cisto da soja.

5. CONCLUSÕES

Os Estados Unidos é o país com o maior número de artigos publicados, com 62,57% do total de publicações entre os anos de 2010 a 2022. A análise dos autores identificou NGUYEN H.T., como o pesquisador mais relevante no cenário mundial com maiores números de artigos publicados. A instituição mais produtiva é a *University of Missouri*, localizada nos Estados Unidos, com 93 artigos publicados do total de 179, os autores que se destacam na produção científica são: NGUYEN H.T, VUONG T.D e MITCHUM M.G, todos esses pesquisadores fazem parte do corpo docente da instituição.

Em relação aos artigos mais citados, se destaca o artigo intitulado *A soybean cyst nematode resistance gene points to a new mechanism of plant resistance to pathogens*, publicado na revista *Nature* no ano de 2012, com 242 citações, do pesquisador LIU S., destacou-se como o artigo mais citado entre os documentos analisados.

As revistas *Journal Of Plant Registrations*, *Theoretical And Applied Genetics* e *BMC GENOMICS* foram os periódicos que mais publicaram artigos na área de melhoramento genético, visando a resistência do nematoide de cisto da soja. A verificação da repetição das

palavras-chaves possibilitou a identificação das palavras *Heterodera glycines*, *populations*, *QLT* e *resistence* como sendo as palavras mais frequentes na análise aparecidas na nuvem de palavras. Por fim, a análise da rede de contribuição e colaboração dos países nas pesquisas evidenciou a grande participação e importância dos Estados Unidos, colaborando com diversos países como Brasil, China, Canada, Reino Unido, França e outros países. Em contrapartida, o Brasil apresentou uma baixa rede de colaboração com outros países.

O estudo limitou-se apenas para a base de dados do Web Of Science, nesse sentido, para futuras pesquisas, recomenda-se a realização de buscas em outras bases de dados para que, além de comparar a produção nacional e internacional, seja possível uma análise da separação entre citação e autocitação, investigando possível endogeneidade entre os periódicos e, por fim, observando o comportamento editorial da revista ao longo dos anos.

Acredita-se que o uso de técnicas bibliométricas mostrou-se suficiente para identificar características essenciais da produção científica de modelos inovadores. O estudo pode, inclusive, ser utilizado como uma ferramenta de decisão por pesquisadores brasileiros para melhorar o desempenho da pesquisa nacional sobre o tema, pois disponibiliza os principais periódicos, autores e termos indexados.

O Brasil é o maior produtor de soja no mundo, porém é pouco expressiva sua participação mundial em pesquisas envolvendo o melhoramento genético visando a resistência ao nematoide do cisto da soja.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 15 nov 2022.

AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de Fitopatologia.** 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 2011.

ARELLI, P.R.; YOUNG, L.D.; CONCIBIDO, V.C. Inheritance of resistance in soybean PI 567516C to LY1 nematode population infecting cv. Hartwig. **Euphytica**, v. 165, p. 1-4, 2008.

BASF. **Brasil lidera a lista entre os países com maior área e volume colhido de soja.** São Paulo: BASF, 2022.

BELLÉ, C.; KUHN, P.R.; KASPARY, T. E.; SCHMITT, J. **Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus*.** *Agrarian*, v.10, p.136-140, 2017.

CARES, J.E.; BALDWIN, J.G. Nematóides formadores de cistos do gênero *Heterodera*. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 3, p. 29-84, 1995.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos.** Disponível em: [file:///C:/Users/luzia/Downloads/Ebook_BoletimZdeZSafrasZ-Z7oZlevantamento-compactado%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/luzia/Downloads/Ebook_BoletimZdeZSafrasZ-Z7oZlevantamento-compactado%20(1).pdf). Acesso em: 25 de setembro de 2022

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). 2017. Qualis. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf/>. Acesso em: 15 nov. 2022.

CROARO, F.; CABALEIRO, E.O. Plano de Trabalho: fumigação com Brometo de Metila. Nikkey Serviços Técnicos Ltda. São Paulo, 2002.

DA SILVA, J. A. L.; NETO, L. M. O.; CARVALHO, E. M. S. Levantamento da ocorrência do nematoide do cisto da soja (*Heterodera glycines*) em áreas de cultivo de soja (*Glycine max*) no cerrado do Piauí – comunicado técnico n. 6. Teresina: UFPI, 2006.

DALL'AGNOL, A. A soja no Brasil: evolução, causas, impactos e perspectivas. **In: CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR**, 5, 2011, Rosário, Anais... **CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR**, 2011. p. 1-4.

DALL'AGNOL, Amélio. Nematoides: um problema subestimado na soja. Londrina: Embrapa Soja, 2020.

DHINGRA, O.D.; MENDONÇA, H.L.; MACEDO, D.M. Doenças e seu controle. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. 1.ed. Londrina: Mecenias, p. 133-155, 2009.

DIAS, W.P.; SILVA, J. F.V.; CARNEIRO, G. E. s.; GARCIA, A.; ARIAS, C.A.A. **Nematoide de cisto da Soja: Biologia e Manejo pelo Uso da Resistência Genética**. Embrapa Soja, Londrina PR. Nematologia Brasileira, Piracicaba SP, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil – 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja. p.261. 2011.

EMBRAPA. **Nematóides em Soja: Identificação e Controle**. Londrina: Embrapa soja, 2010.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020.

FAEG. **Safra 2021/2022: maior produção, maiores desafios**. Disponível em: <https://sistemafaeg.com.br/senar/noticias/estimativa/safra-2021-2022-maior-producaomaiores-desafios>. Acesso em 25 de setembro de 2022.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus: NORMA EDITORA, 2016.

FERREIRA, M. E.; RANGEL, P. H. N. Aporte biotecnológico ao pré-melhoramento vegetal. 2011. In: DALLAGNOL, L.J. **Resistência genética: de plantas a patógenos**. Pelotas: UFPel, 2018.

FERREIRA, Nádia Paula. **Reação de genótipos de soja do programa de melhoramento da Universidade Federal de Uberlândia ao fitonematóide *Heterodera glycines***. 2007. 33f. Dissertação. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2007

FIUZA, D.A.F. **Rizobactérias de solos agrícolas com potencial para a promoção do crescimento de soja (*Glycine max* L.)**. 2022, 126 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2022.

HAHN, M.H. **Levantamento bibliométrico dos estudos com fungos nematofagos para controle de *Meloidogyne* spp. E potencial de cogumelos no controle de *Meloidogyne javanica***. 2017, 101f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, 2017.

HIRAKURI, M.H. **Perdas econômicas geradas por estresses bióticos e abióticos na produção brasileira de soja no período 2016-2020**. Londrina: Embrapa soja, 2021.

Journal of Plant Registrations (JPR). ISSN online: 1940-3496 2022. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/journal/19403496/>. Acesso em: 15 nov. 2022.

JULIATTI, B.C.M. **Análise de genótipos de soja quanto à resistência ao nematoide do cisto**. 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

KIMATI H., AMORIM L., REZENDE J. A. M., BERGAMIM FILHO A., CAMARGO L. E. A. **Manual de Fitopatologia Volume 2 - Doenças das Plantas Cultivadas**. 4ª ed. Ed. Ceres, Piracicaba. 663p. 2005.

KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.569-588

LIN, F. et al. Breeding for disease resistance in soybean: a global perspective. **Theoretical and Applied Genetics**, p. 1-100, 2022.

MACÊDO, A.G. **Dinâmica populacional de *heterodera glycines* raça 5 e *pratylenchus brachyurus* em cultivo rotacionado com o grão-de-bico/soja/grão-de-bico**. 2020. 53 f. Monografia (Graduação em Agronomia) Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

MAPA – **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/>. Acesso em: 15 nov 2015.

MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M. (Ed.). **Ensaio cooperativos de controle químico de mofo-branco na cultura da soja: safras 2009 a 2012**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

MISSOURI, University of (ed.). Teacher: Plant Science & Technology. Teacher: Plant Science & Technology. University of Missouri, 2022. Disponível em: <https://cafnr.missouri.edu/person/henry-nguyen/>. Acesso em: 9 nov. 2022.

MITCHUM, M. G. Soybean resistance to the soybean cyst nematode *Heterodera glycines*: an update. **Phytopathology**, v. 106, p. 1444-1450, 2016.

MULROONEY, R.P. Soybean cyst nematode: management and cultivars. **Phytopathology**, 2011.

PÍPOLO, A. E.; et al. Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria. Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2015.

R: A Language and Environment for Statistical Computing. In: CORE TEAM, R. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 28 out. 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 28 out. 2022.

ROBERTS, P. A. Concepts and consequences of resistance. In: STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Eds.) **Plant resistance to parasitic nematodes**. Wallingford: CAB International, p. 23-41, 2002.

SANTANA, H. **Identificação de raças do nematoide de cisto da soja [*Heterodera Glycines* (Ichonoe)] a partir de populações de campo e isolados monocísticos e resistência de cultivares comerciais à raça 3**. 2007. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2007.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009.

SILVEIRA, R.S. **Importância e manejo de nematoides em lavouras de soja no brasil e perspectivas futuras**. 2021. 62 f. Monografia (Graduação em Agronomia) Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

SOUZA, T.L.P.O. Uso de marcadores moleculares no melhoramento de plantas para resistência a nematoides. In: **XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA**, 5, 2019, Caldas Novas, Anais... XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA ISBN: 978-85-66836-25-7, 2019.

TORRES, R. G.; RIBEIRO, N. R.; BOER, C. A.; FERNANDES, O.; FIGUEIREDO, A. G.; FERREIRA NETO, A.; CORBO, E. Manejo integrado de nematóides em sistema de plantio direto no cerrado. Monsanto do Brasil Ltda, 2011, 17 p.

WACCI, West Africa Centre for Crop Improvement *et al.* **Dr. Brian Diers. EUA: University of Illinois**, 2022. Disponível em: <https://wacci.ug.edu.gh/node/291>. Acesso em: 16 nov. 2022.

YOUNG, L. D. 1992. Epiphytology and life cycle. In: RIGGS, R.D.; WRATHER J. A.; SCHMITT, D.P. **Biology and Management of the Soybean Cyst Nematode**. St. Paul, MN: APS Press.