



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

**CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**LINHA DE FORMAÇÃO EM AGROECOLOGIA**

**BRAULIO SANTOS LIMA**

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE *PHAKOPSORA PACHYRHIZI* NO  
PERÍODO DE 2001 A 2019**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2020**

**BRAULIO SANTOS LIMA**

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE *PHAKOPSORA PACHYRHIZI* NO  
PERÍODO DE 2001 A 2019**

Trabalho de conclusão do curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Franzener

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2020**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Santos, Lima Braulio  
ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICASOBRE PHAKOPSORA  
PACHYRHIZI NO PERÍODO DE 2001 A 2019 / Lima Braulio  
Santos. -- 2020.  
32 f.

Orientador: Doutor em agronomia Gilmar Franzener.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR , 2020.

1. Glycine max. 2. Ferrugem asiática. 3.  
Bibliometria. I. Franzener, Gilmar, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**BRAULIO SANTOS LIMA**

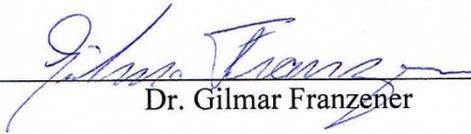
**ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE *PHAKOPSORA PACHYRHIZI* NO  
PERÍODO DE 2001 A 2019**

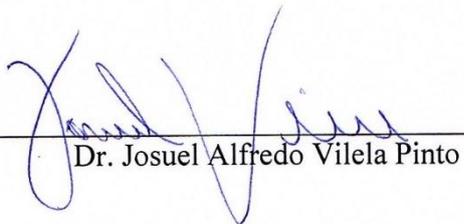
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do Sul (PR)

Orientador: Dr. Gilmar Franzener

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 13/02/2020.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gilmar Franzener

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Gabriela Silva Moura

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus,

A meu pai Bráulio Joaquim Santos Lima (em memória), minha mãe Marli Antonia Susin e a meus irmãos, Cristiano, Roberta, Rafaela e Fernanda que sempre me apoiaram e me ajudaram em horas difíceis, estando ao meu lado sempre, sendo exemplos de pessoas e caráter.

A todas as pessoas que estiveram nessa caminhada e me ajudaram para que fosse possível chegar aonde estou.

Aos professores (as) que me ajudaram, tiveram paciência e foram capazes de auxiliar na construção do conhecimento adquirido por mim durante a graduação.

“No que diz respeito ao empenho, compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo ou você faz uma coisa bem-feita ou não faz. (Ayrton Senna)”.

## RESUMO

A ferrugem asiática da soja representa a principal doença da cultura e é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Essa doença foi relatada no Brasil na safra 2001/2002 despertando para necessidade de avançar em pesquisas e no controle da doença. Assim, esse trabalho teve por objetivo realizar uma revisão bibliográfica com análise dos artigos publicados em diferentes bases de dados sobre a ferrugem asiática da soja. Para tanto, foi realizado um estudo descritivo e documental sobre a doença com análise sobre os artigos científicos publicados nas bases de dados SciELO, Google Acadêmico e ScienceDirect. Foram realizadas buscas dos artigos publicados no período entre 2001 e 2019, utilizando como principal termo de busca o nome científico do agente causal da doença. Também foram alocadas e analisadas as publicações nos temas manejo, fungicida, dano, controle alternativo e outros. A base de dados Scielo indicou um total 153 documentos, Google Acadêmico 1447 e ScienceDirect 193 sendo os dois primeiros predominando os temas manejo e fungicida e no último outros temas. Observou-se também aumento no número de publicações a partir dos anos 2007 e 2008. Os bancos de dados se mostraram importantes ferramentas revisão bibliográfica e permitiu demonstrar o avanço na pesquisa e em estratégias de controle da doença.

Palavras-Chave: *Glycine max*; ferrugem asiática, bibliometria.

## ABSTRACT

The asian soybean rust represents main crop disease and caused by the fungus *Phakopsora pachyrhizi*. This disease was reported in Brazil in 2001/2002. Thus, this work aimed to carry out a bibliographic review with analysis of articles published in different documentary study on the disease was carried out with analysis of the scientific articles published in the SciELO, Google Scholar and ScienceDirect databases. Searches of articles published between 2001 and 2019 were carried, using the scientific name of causal agent of the disease as the main search term. Publications on management, fungicide, damage, alternative control and others. The Scielo database indicated a total of 153 documents, Google Scholar 1447 and ScienceDirect 193, the first two being predominant in the management and fungicide themes and in the last other themes. There was also an increase in the number of publications from the years 2007 and 2008. The databases proved to be important tools for bibliographic review and allowed to demonstrate the advance in research and in strategies for disease control.

Key words: *Glycine max*; asian rust, bibliometry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- (A) - Sintomas de Ferrugem asiática, com formação de urédias. (B) – Pústulas de <i>P. pachyrhizi</i> na fase abaxial da folha de soja. (C) – Estruturas reprodutivas do fungo <i>P. pachyrhizi</i> . .....	15
Figura 2- Número de artigos científicos sobre Ferrugem asiática nas bases de dados SciELO, Google Acadêmico e ScienceDirect no período de 2001 a 2019.....	21
Figura 3- Números de artigos científicos por ano sobre Ferrugem asiática no SciELO .... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Figura 4- Números de artigos científicos por ano sobre Ferrugem asiática no Scholar Google .....	22
Figura 5- Números de artigos científicos por ano sobre Ferrugem asiática no ScienceDirect.....	23
Figura 6 - Publicações Total por assunto em todas as bases..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Figura 7- Número de artigos científicos no tema Manejo publicados por ano.....	26
Figura 8- Número de artigos científicos no tema Fungicida publicados por ano..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Figura 9- Número de artigos científicos no tema Dano publicados por ano ..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Figura 10 - Número de artigos científicos no tema Cultivares, publicados por ano ..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
2.1. CULTURA DA SOJA.....	13
2.2. FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA .....	14
2.3. CONDIÇÕES FAVORÁVEIS.....	16
2.4. CONTROLE DA DOENÇA.....	17
2.4.1. Fungicidas.....	17
2.4.2. Manejo .....	17
2.4.3. Cultivares resistentes.....	18
2.4.4. Medidas de controle alternativo.....	18
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
4.1. PRODUÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS.....	21
4.2. PRINCIPAIS TEMAS PESQUISADOS SOBRE MEDIDAS DE CONTROLE .....	23
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	28
<b>6. REFERENCIAS</b> .....	29

## 1.INTRODUÇÃO

A soja cultivada é uma planta herbácea, que está incluída na classe Magnoliopsida (Dicotiledônea), da ordem Fabales e da família Fabaceae. Esta planta teve sua origem no leste da Ásia, na região da China. A evolução iniciou na China antiga dos cruzamentos naturais de duas espécies de plantas selvagens. Posteriormente, o cultivo de soja expandiu-se para Europa, América do Norte e América do Sul. Atualmente, os países que mais produzem estes grãos são Estados Unidos, Brasil e Argentina. No Brasil, o cultivo de soja é a principal base lucrativa da agricultura brasileira (OLIVEIRA, 2019).

Segundo Godoy et al. (2017) a ferrugem asiática, é uma patologia muito severa, que aflige a soja. Esta doença é causada pelo fungo, conhecido por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow. Este fungo, pertence ao filo Basidiomycota, classe Puccinimycetes, ordem Pucciniales, e família Phakopsoraceae. *P. pachyrhizi*, é considerado um fungo biotrófico, ou seja, para sua sobrevivência, ele depende de um hospedeiro vivo. Rocha et al. (2018) cita que o *P. pachyrhizi*, teve suas primeiras infecções na soja no Brasil, no ano de 2001/2002.

No Brasil, existem vários fatores que são considerados favoráveis para o desenvolvimento desta doença e para a disseminação do inoculo, como por exemplo, o clima, as grandes extensões territoriais de lavouras e o predomínio da monocultura (OLIVEIRA, 2019). Além disso, pelas altas características reprodutivas e a grande liberação de esporos urédias das lesões do *P. pachyrhizi*, contribui para a ferrugem asiática, se tornar uma epidemia em todas as safras (MORAES, 2018).

Com potencial para se disseminar em praticamente todas as regiões produtoras do Brasil, a ferrugem asiática pode comprometer até 90% da produção da soja. A ferrugem asiática possui seu pico de proliferação no estágio reprodutivo, porém pode aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta. Onde o principal dano é a desfolhação precoce da planta, o que impede o desenvolvimento sadio dos grãos (MORAES, 2018; ANDRADE et al., 2016).

Encontra-se na literatura, que o principal método de controle adotado tem sido o químico, porém os fungicidas podem ter sua eficiência reduzida com o tempo, o que dificulta o manejo desta doença. Por isso, tem se buscado novos métodos de controle, como como cultural, genético e alternativo. No controle cultural, as indicações são de rotação cultural com gramíneas; eliminação das plantas hospedeiras essencialmente no período de entressafra, manejo da irrigação por aspersão, entre outros. No controle genético, vem sendo muito usado o mapeamento no genoma da soja, para o melhoramento do material genético da planta, com o intuito de deixar os novos cultivares mais resistente a este parasita (FIALLOS, 2011).

No controle alternativo, uma das opções que vem sendo implantadas, é a utilização dos óleos essenciais de plantas para reduzirem a germinação dos esporos da Ferrugem asiática, como por exemplo, o óleo extraído do eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora*) e citronela (*Cymbopogon nardus*) (FIALLOS, 2011). Estudos mostram que os óleos essenciais possuem características que são capazes de impedir a proliferação do fungo *P. pachyrhizi* (FILHO et al., 2018; MORAES, 2018).

Conhecer o ciclo da doença e suas características se torna fundamental para adotar medidas eficazes de controle. Para isso, é necessário a aplicação de ferramentas corretas, que tenham a capacidade para isto. Portanto, este trabalho teve como objetivo analisar as produções científicas dos anos de 2001 a 2019, que estejam disponíveis em bases de dados, e que relatem a ocorrência da ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*) no Brasil, medidas de controle e manejo da doença, que são usadas atualmente e estratégias biotecnológicas, que podem melhorar o manejo da doença no futuro.

## 2.REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1.CULTURA DA SOJA

O cultivo de soja se tornou um dos mais populares no mundo, e está entre os grãos mais importantes no mundo. Com essa grande popularidade, a produção de soja é umas das atividades agrícolas com maior destaque na economia mundial. Representa um grande porte lucrativo, em toda a economia do mundo. Além disso, se tornou um dos principais produtos de exportação internacional do Brasil. A soja possui características em seus grãos, que ajudaram na popularização desta planta, como por exemplo, ela é rica em nutrientes, que são muito importantes para alimentação humana e animal, e possui uma gama de produtos que são derivados do grão (ROCHA et al, 2018).

A introdução da soja no Brasil teve como marco principal no ano de 1901, mas o primeiro registro de cultivo comercial de soja no Brasil foi em 1914, no município de Santa Rosa/RS (FIESP, 2003). A soja é cultivada, praticamente, em todo território nacional. Esta leguminosa tem excelente adaptação os climas extremos do Brasil (ROCHA et al., 2018).

Mas o cultivo de soja no país se tornou viável, devido à sua capacidade de associação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que são capazes de nodular suas raízes, é uma associação simbiótica que fornece todo o nitrogênio que a cultura necessita para produzir em média aproximadamente 3.600kg ha. Sendo o nitrogênio o nutriente mais requerido em quantidade pela cultura da soja. Estima-se que para produzir 1.000 kg de grãos são necessários aproximadamente 80kg de nitrogênio (FILHO et al., 2018).

O cultivo de soja vem se destacando cada vez mais no Brasil. Nos últimos anos, o Brasil se destacou em segundo lugar, como produtos de soja, ficando somente atrás dos Estados Unidos (MOZZAQUATRO et al., 2017). E em terceiro lugar, no Brasil, está no o estado do Rio Grande do Sul, logo em seguida, Paraná e Mato Grosso (EMPRAPA, 2017). É importante citar a rentabilidade econômica e os custos referentes a culturas de soja. Os Custos englobam todos os gastos do momento da compra da semente até a colheita, como por exemplo, gastos com as sementes, fertilizantes, mão-de-obra, máquinas, EPI's, entre outros. Os custos podem ser divididos em fixos e variáveis, os fixos são aqueles que não dependem da produção, já os variáveis, dependem diretamente da quantidade produzida (MOZZAQUATRO et al., 2017).

## 2.2.FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

A ferrugem asiática, que ataca a soja, pode causar perdas de até 90% da produtividade total. Esta patologia, vem do fungo *P. pachyrhizi*, e teve seu primeiro relato no Brasil, em 2001/2002. Sendo especificamente a primeira incidência no Paraná em 26 de maio de 2001 (YORINORI, 2002). Porém, já era conhecida no Japão, desde 1903. O agente causal da ferrugem asiática, *P. pachyrhizi*, foi descrito na China em 1899 (HINSON, 1977). Em maio de 1994 foram diagnosticadas pela primeira vez, plantas de soja infectadas por ferrugem no Havaí, até então só havia sido relatado casos na Ásia, Índia e Austrália. Dois anos depois, em 1996, no continente africano, mais precisamente em Uganda, foi confirmado casos severos causados pelo patógeno em lavouras de soja. Na África do Sul, o primeiro relato data de primeiro de março de 2001. Na safra de 2002 a doença atingiu os estados do Rio Grande do Sul ao Mato Grosso, e na safra seguinte ocorreu de modo generalizado nos estados produtores do Brasil (MORAES, 2018).

O *P. pachyrhizi* pertence a Classe dos Basidiomycetes, da Ordem os Uredinales e Família os Phakopsoraceae (REIS et al., 2012). É um parasita biotrófico, isto é, que necessitam de organismo vivo para sobrevivência. Produzem o esporo urediniósporos, que é o causador da Ferrugem. Os esporos do fungo são disseminados pelo vento (MORAES, 2018).

O *P. pachyrhizi* deposita-se na superfície da folha, e é capaz de penetrar no tecido epidérmico diretamente, sem a necessidade de ser por aberturas de estômatos. Após a germinação sob condições favoráveis, umidade e temperatura, o esporo emite seu tubo germinativo e posteriormente forma o apressório. No estágio de crescimento vão surgir as estruturas denominadas haustórios, que caracterizam a infecção do patógeno nas células da soja. Quando chega na fase de esporulação, a cerca de 9 dias após a inoculação, são avistadas as urédias na subepiderme, possuindo coloração pardo- clara a pardo- avermelhada. Neste período, os primeiros esporos são liberados pelas urédias (MORAES, 2018; REIS et al., 2012).

A doença pode ocorrer em qualquer estágio fenológico da soja e órgãos verdes da planta, sendo mais comum na área foliar. Quanto aos sintomas a ferrugem, tem inicialmente, áreas cloróticas poligonais, delimitadas pelas nervuras. Geralmente estes primeiros sintomas, são observados nas folhas próximas ao solo. O amarelecimento das folhas basais denuncia a presença do fungo na lavoura (MORAES, 2018; REIS et al., 2012).

As lesões com o tempo, ganham coloração que varia do cinza-esverdeado ao marrom-avermelhado, podendo escurecer ainda mais a medida que envelhecem (Figura 1). A lesão apresenta um poro central por onde são liberados os urediniosporos, caracterizando a

esporulação da doença. O estágio final da epidemia da ferrugem, caracteriza-se pelo amarelecimento prematuro inteiro da folha com abscisão desta, devido ao intenso aumento das lesões (MORAES, 2018; REIS et al., 2012).

**Figura 1:** (A) - Sintomas de Ferrugem asiática, com formação de urédias. (B) – Pústulas de *P. pachyrhizi* na fase abaxial da folha de soja. (C) – Estruturas reprodutivas do fungo *P. pachyrhizi*.

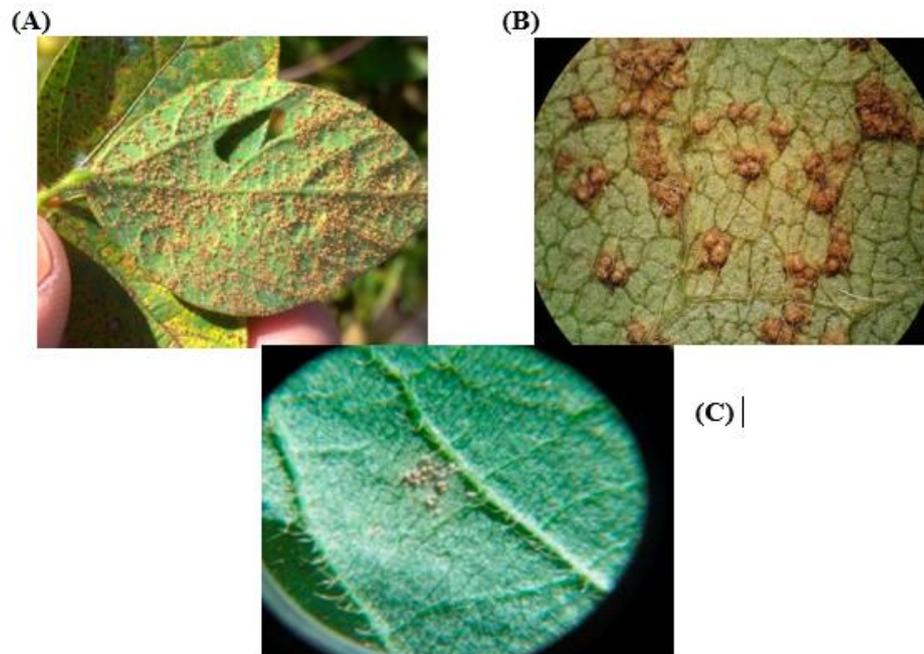


Figura 1- Fonte: Dias Ferreira (2018).

Segundo Embrapa (2004) devido ao aumento da área de cultivo da soja e as consequências da monocultura, a soja possui cerca de quarenta doenças presentes no Brasil, e são estas que limitam o alto rendimento da soja.

A ferrugem asiática é umas doenças que mais preocupa os produtores. Esta patologia, quando infecta a planta, pode se espalhar rapidamente, em condições favoráveis e causar danos na soja, e influenciar negativamente a produtividade e rendimento econômico das plantações. Por isso, é importante o manejo correto e o investimento em tecnologias capazes de reduzir os danos causados por essa doença.

### 2.3.CONDIÇÕES FAVORÁVEIS

Filho Parra et al. (2018) define condições favoráveis como sendo condições adequadas para o desenvolvimento de algo, podendo ser seres vivos ou não. São fatores de clima propício, água em abundância, habitat adequado, alimentos e nutrientes suficientes. Quando se trata de alguma patologia, são condições que favorecem a contração e a proliferação de um agente causador de doenças. O fungo *Phakopsora pachyrhizi* também precisa de algumas condições adequadas para sua proliferação. Entre eles, está o fator ambiental, molhamento foliar. Santos Alvarez (2006) afirma que o molhamento foliar é definido por designar a presença de água sob a parte aérea do vegetal e a duração do período de molhamento é essencial para o crescimento de diversas infecções. A umidade, resultado o molhamento, vai ser essencial para a germinação do uredósporos e a presença de água por longos períodos de tempo sobre as folhas, vai permitir a germinação dos esporos e auxiliar o processo de penetração do tubo germinativo (SILVA, 2018).

A literatura também cita, que períodos de névoa que favorecem o aparecimento do orvalho são extremamente propícios para o desenvolvimento da infecção (SILVA, 2018). Melching et al. (1989) afirma em sua pesquisa que são necessárias seis horas de molhamento foliar para que possa ocorrer a germinação dos esporos, e que temperaturas ideais podem variar entre 15°C a 28°C, entretanto, temperaturas maiores que 30°C são prejudiciais ao patógeno, diminuindo o número de lesões de urédias por folha.

Outro fator em questão, é a idade das plantas, que também tem influência na ocorrência da doença. As lesões do *Phakopsora pachyrhizi* podem ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, porém no estágio antes da floração não proliferação significativa da doença (DIAS FERREIRA, 2018).

A velocidade do vento também é levantada como um fator de influência, visto que os esporos são espalhados através do ar. Segundo Lelis (1986) a velocidade ótima do vento para dispersar os esporos encontra-se entre 1 a 3 metros por segundo. E com a presença de ventos fortes, ocorre muita turbulência no ar, o que propicia para a perda dos esporos. Além disso, ventos fortes, ajudam no resfriamento foliar, o que dificulta a germinação dos esporos na planta.

Portanto, pode-se afirmar que o ambiente, a planta e o patógeno, juntos, constituem elementos fundamentais para o desenvolvimento, ocorrência, incidência e severidade de uma doença. Porém, o ambiente tem uma influência predominante sobre os outros dois elementos. Se destaca o fator ambiental climático, que é o mais importante na propagação das epidemias (SANTOS ALVEREZ, 2006).

## 2.4. CONTROLE DA DOENÇA

Segundo Reis (2018) para o controle de ferrugem da soja, as principais estratégias devem garantir um controle econômico, reduzir a pressão de seleção dos fungicidas e reduzir os efeitos colaterais ao ambiente.

É por conta da grande variabilidade do material genético da ferrugem asiática, que precisam ser desenvolvidas formas e controle cada vez mais eficazes

### 2.4.1. Fungicidas

Desde as primeiras incidências de ferrugem da soja, os fungicidas recomendados foram os triazóis, estrobilurinas e suas misturas (GODOY, CANTERI, 2004; EMBRAPA, 2011). Embora os fungicidas sejam uma das principais formas de manejo de doenças escolhidos pelo agricultor, a utilização incorreta pode gerar resistências nos fungos por pressão de seleção.

O manejo desta doença é feito principalmente com o uso de controle químico (GARDIANO et al., 2010). Sendo um dos motivos que nos leva a isso, que cultivares resistentes não se encontram indicadas comercialmente (NAVARINE et al., 2007). Foram criados diversos tipos de programas como, Syntinelas, Consórcio antiferrugem, S.O.S. Soja, Mini-lab, Radar, Aura e outros, os mesmos foram criados para auxiliar na definição do momento correto de aplicações de fungicidas (GARDIANO et al., 2010).

É recomendada a aplicação de triazóis e estrobilurinas com a adição de carboxamidas adicionadas de fungicidas multissítios para que assim seja preservada a vida efetiva destes compostos que apresentam baixa eficiência (EMBRAPA, 2011; ZACARIAS, 2018).

### 2.4.2. Manejo

O manejo da cultura para prevenção de surgimento de doenças está ligado a várias técnicas de prevenção. Segundo Bedin et al. (2007) para minimizar uma fonte de inoculo, as principais práticas recomendadas são;

- A rotação de culturas
- O cuidado para evitar perdas na colheita
- Evitar o cultivo de soja sob pivô central na entressafra
- A eliminação da soja tigüera
- Semeadura da soja em época recomendada

- Evitar o prolongamento do período de semeadura
- Monitoramento constante da lavoura
- No controle curativo,
- Fazer aplicação de fungicida nos sintomas iniciais da doença
- Procurar fazer rotação de classes de fungicidas quando for realizar mais de uma aplicação
- Utilizar as tecnologias de aplicações recomendadas, para obter boa cobertura foliar e penetração do produto no dossel da planta
- Respeitar as condições climáticas durante as aplicações - utilizar fungicidas recomendáveis e eficientes.

### **2.4.3. Cultivares resistentes**

Por conta da alta incidência da ferrugem asiática e oneração de lucros que esta causa, cresce a busca por outros métodos de controle, desta forma assume importância a resistência genética como importante medida. A característica de resistência está associada com a rapidez e a resistência com a qual a planta responde ao ataque de fitopatógenos e pragas (HAMMERSCHMIDT apud WALTER, 2007). Dessa forma, segundo Juliatti et al. (2005) a identificação de genótipos que possuem genes de resistência horizontal são usados para o melhoramento genético e certamente irão ajudar a manter a vida útil das cultivares lançadas no mercado.

O uso de variedades resistentes ou tolerantes é o método mais promissor para o controle da ferrugem asiática, cinco locus dominantes de resistência tem sido descrito na literatura: Rpp1, Rpp2, Rpp3, Rpp4 e Rpp5 (MORALES, 2011)

### **2.4.4. Medidas de controle alternativo**

O uso indiscriminado de produtos químicos é considerado um fator de risco para a biodiversidade e para a contaminação do ambiente. Dessa forma, a busca por tecnologias que garantam a sanidade da cultura e de menor impacto ao ambiente são preferíveis.

São diversas as formas de controle alternativo que tem sido estudadas, por exemplo, a utilização de óleos vegetais, fosfitos, extratos, aplicação foliar de silícios e etc. O trabalho desenvolvido por Medice et al. (2007) constatou que os tratamentos com os óleo essenciais de

*Corymbia citriodora* (eucalipto citriodora), *Cymbopogon nardus* (citronela), *Azadirachta indica* (nim) e *Thymus vulgaris* L. (tomilho) reduziram em média de 34,6 a 60,7% a severidade da ferrugem asiática na cultivar MG/BR 46 (Conquista) e de 45,7 a 62,3% na cultivar Suprema.

Mesquini et al. (2011) ao estudar diferentes produtos alternativos no controle da ferrugem asiática, em condições de campo, observaram que o tratamento com óleo essencial de *C. citriodora* apresentou índice de 61% de controle, diferindo do tratamento com fungicida, que apresentou 99% de controle da doença. Embora o controle com o óleo essencial tenha sido inferior ao fungicida seu uso pode contribuir para o manejo da doença nos casos em que os fungicidas convencionais não são permitidos, como na agricultura orgânica. Ainda outros métodos alternativos tem sido pesquisados, como o controle biológico com o uso de espécies de *Bacillus* (DORINGHELLO et al., 2015).

### 3.METODOLOGIA

O trabalho foi realizado através de revisão bibliográfica e análise de publicações em diferentes bases de dados e que apresentam publicações de importantes periódicos científicos em diferentes áreas do conhecimento, representando importantes bases de pesquisas também em ciências agrárias.

A presente pesquisa foi realizada com o auxílio de informações coletadas nos seguintes bancos de dados de publicação de periódicos científicos, Scielo (scielo.org), ScienceDirect (www.sciencedirect.com), Google acadêmico (scholar.google.com.br). Essas bases de dados apresentam diferentes exigências de indexação, permitindo assim a obtenção de publicações em ampla gama de periódicos. Foram considerados no levantamento de dados os artigos científicos no período dos anos de 2001 a 2019. Como termo de busca foi utilizado o nome científico do agente causal da ferrugem asiática da soja: *Phakopsora pachyrhizi*, permitindo assim a obtenção de pesquisas também em diferentes idiomas. Foram considerados apenas artigos científicos. Não foram contabilizados outros possíveis resultados de buscas como citações ou resumos de eventos. Para análise dos dados foram utilizados procedimentos bibliométricos para ampliar a compreensão dos estudos realizados.

A revisão bibliográfica e coleta dos dados foi realizada em janeiro de 2020. Os dados foram coletados ano a ano, sendo organizados em planilhas e categorizados.

As categorias de pesquisas foram organizadas segundo o tema de cada artigo pesquisado, assim sendo:

- Manejo: linhas de plantio, número de plantas por metro, tecnologias de aplicação e adubação;
- Fungicidas: eficiência, mistura de tanque, mecanismo de ação;
- Cultivares: Estudo sobre cultivares com resistência a ferrugem;
- Dano: Econômico, camada fotossintética;
- Controle alternativo: Óleos, indução a resistência, adubação foliar, controle biológico, extratos;
- Outros: Informativos, citações de *Phakopsora pachyrhizi*, fatores climáticos.

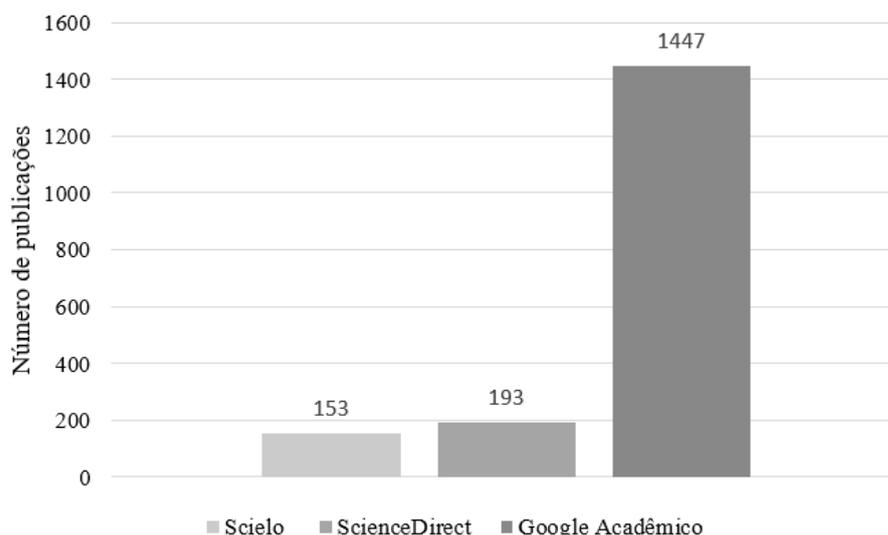
Após esse levantamento, foram construídas figuras abordando os principais temas, divididos em seus respectivos anos, discutidos e analisados os resultados encontrados com auxílio da revisão bibliográfica.

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1.PRODUÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS

Quanto a produção de artigos científicos, na Figura 2 pode-se observar que desde o primeiro relato da ferrugem asiática no Brasil (2001) houve grande produção de artigos científicos que abordam o tema. As plataformas Scielo e ScienceDirect possuem uma proximidade nos valores de publicações, já na base de dados do Google Acadêmico existe uma quantidade significativamente maior que nas já citadas. Um dos fatores que pode contribuir para isso, é devido possivelmente a plataforma Google Acadêmico também possuir grande número de periódicos científicos que não são indexados nas outras bases de dados pesquisadas.

**Figura 2-** Número de artigos científicos sobre a ferrugem asiática nas bases de dados no período de 2001 a 2019.



Fonte: O autor, 2020.

Pode-se notar que na base de dados Scielo é a partir de 2004 que temos publicações sobre o tema pesquisado, sendo que à exceção do ano de 2005 e 2017, os demais anos possuíram muitos trabalhos publicados, principalmente no ano de 2012 onde ocorreu o pico com 19 publicações ao longo do ano (Figura 3).

Para a plataforma Google Acadêmico (Figura 4) há publicações desde a safra em que ocorreu a primeira incidência de ferrugem asiática no Brasil e podemos notar que o número de

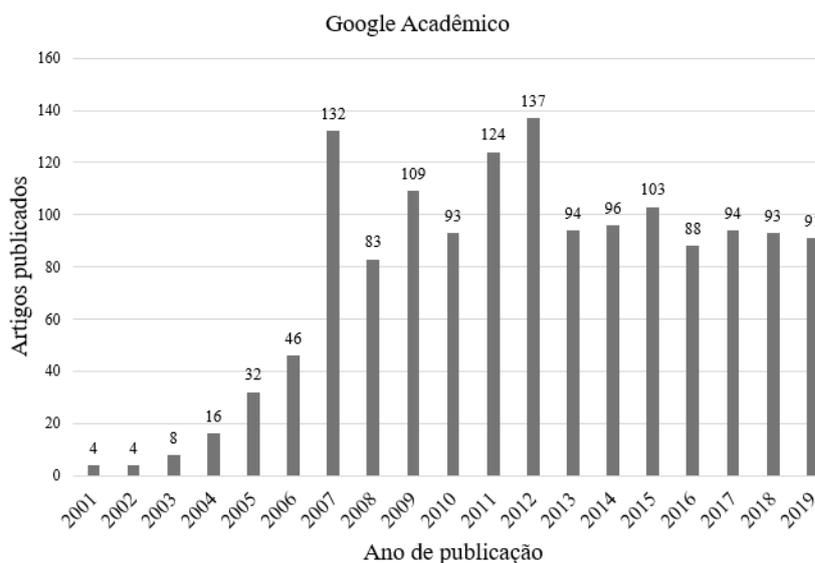
publicações no Google Acadêmico (Scholar Google) é superior ao encontrado na ferramenta Scielo e ScienceDirect.

**Figura 3** - Números de artigos científicos por ano sobre Ferrugem asiática no Scielo



Fonte: O autor, 2020.

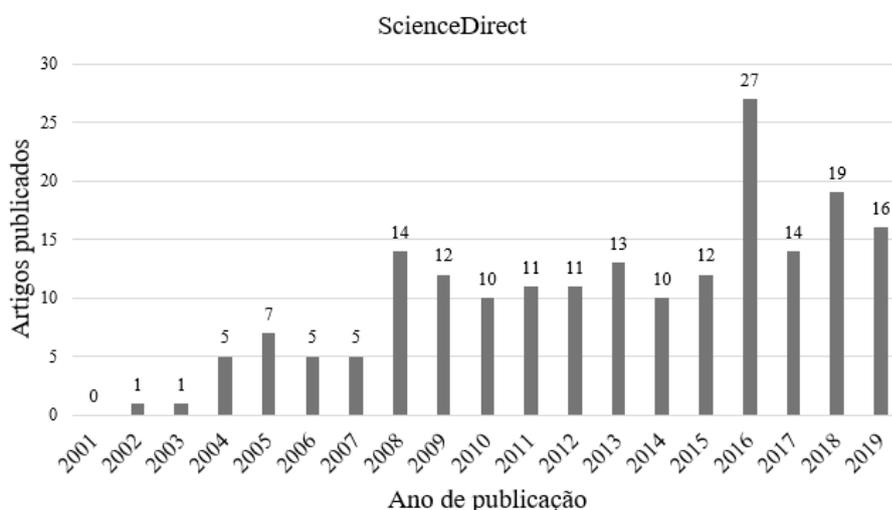
**Figura 4** - Números de artigos científicos por ano sobre Ferrugem asiática no Scholar Google



Fonte: O autor, 2020.

Já para a base de dados ScienceDirect, na Figura 5, há dados de artigos a partir de 2002 com pico em 2016, porém esta ferramenta também possui números menores de publicações quando comparada ao Google Acadêmico. No entanto, deve-se destacar que a base de dados ScienceDirect incorpora periódicos de grande abrangência e impacto no meio científico.

**Figura 5** - Números de artigos científicos por ano sobre Ferrugem asiática no ScienceDirect



Fonte: O autor, 2020.

#### 4.2.PRINCIPAIS TEMAS PESQUISADOS SOBRE MEDIDAS DE CONTROLE

Dada a importância do assunto ferrugem asiática é de suma importância termos um levantamento de como se encontra a pesquisa científica sobre o assunto, além de identificar onde localizar estes dados, para que possam somar nos trabalhos futuros sobre controle de ferrugem asiática. As bases de dados possuem como uma característica extremamente útil, a possibilidade de separarmos previamente os trabalhos e alocarmos eles dentro de um tema para uma determinada pesquisa, através deste método podemos observar os artigos obtidos com a busca de uma forma mais precisa.

Na Figura 6 (A) as publicações foram organizadas conforme os principais temas pesquisados. Os dados obtidos na ferramenta Scielo, dentre todos os artigos publicados entre 2001 e 2019, foram as temáticas manejo e fungicidas que se destacaram, com o maior número de trabalhos publicados.

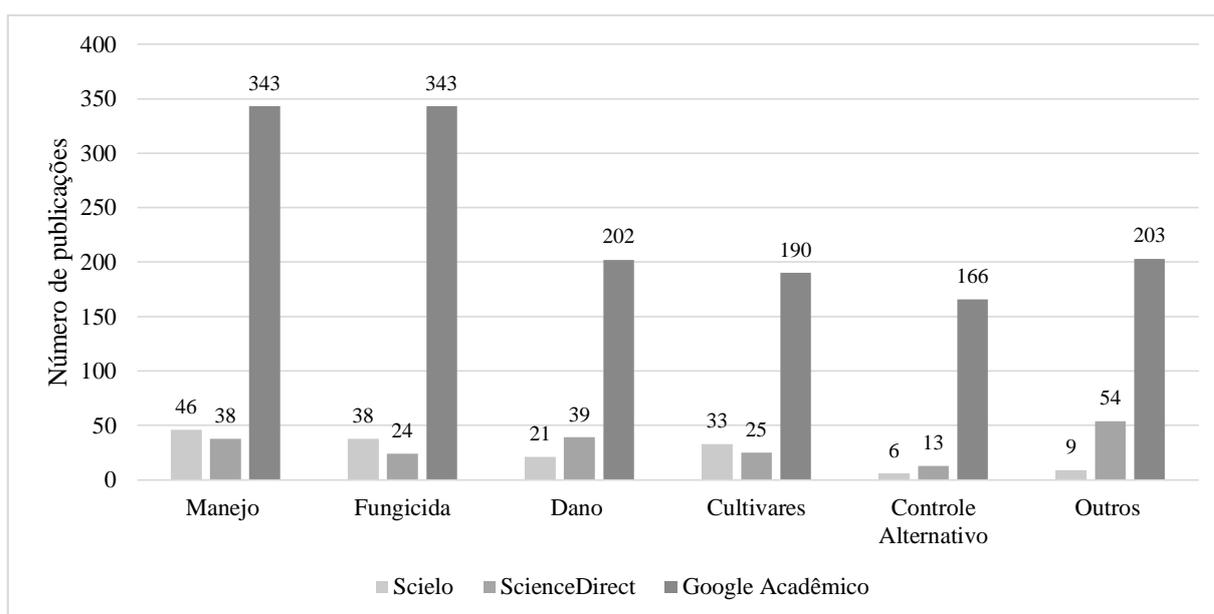
Podemos observar na Figura 6 (B) que a base de dados Google acadêmico, se comportou de maneira parecida, porém as publicações sobre o controle com fungicidas foram tão publicadas quanto as pesquisas com o manejo da cultura e ao mesmo tempo se assemelhando aos resultados que encontramos no Scielo, seguindo a linha de que existe uma abrangência de pesquisas sobre manejo e controle com fungicidas. Em vista que o manejo químico com fungicidas é de praxe indicado para controle da ferrugem asiática.

Na base de dados ScienceDirect, como podemos observar na Figura 6(C), encontramos mais artigos com temáticas variadas e fora dos temas a princípio elencados por esse trabalho,

podemos observar que a busca por melhores ferramentas tecnológicas contra ferrugem asiática foi abrangente.

Quando os valores de cada base de dados são dentro dos temas são confrontados, como podemos ver na Figura 6 (D), podemos ver melhor que nas três plataformas os temas mais publicados são manejo e controle com fungicida, além de notarmos novamente como os números encontrados na plataforma Google acadêmico foram superiores.

**Figura 6** – Número de Publicações Totais por assunto em todas as bases.



Fonte: O autor, 2020.

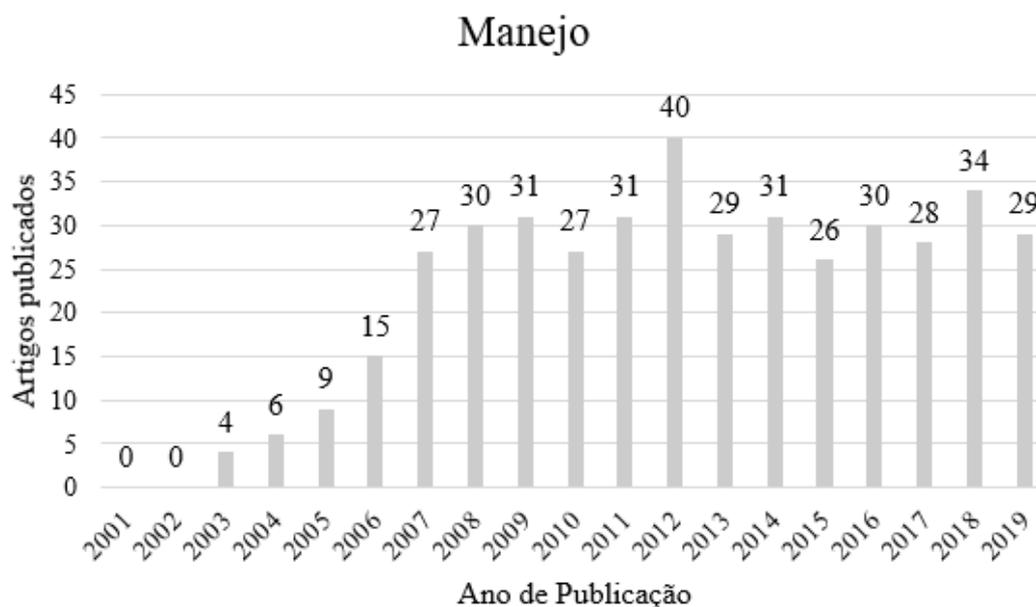
Analisando os dados obtidos observa-se o direcionamento de grande parte das pesquisas para estratégias de controle da doença. Muitos desses trabalhos relatam a importância do uso de fungicidas, tanto na avaliação da eficiência como no desenvolvimento de novos produtos ou princípios ativos. Os fungicidas formam a mais comum forma de controle da ferrugem asiática. Pinheiro et al (2011), utilizou da nutrição mineral de potássio e cálcio para controle de ferrugem asiática, foi constatado que os teores elevados das substâncias, diminuíram a severidade da ferrugem asiática. Igarashi et al. (2014) avaliou alterações no espaçamento entrelinhas de cultivo em relação ao molhamento para avaliar a resposta da ferrugem asiática nestas condições, o mesmo identificou que a mudança de espaçamento não afetou a severidade da doença frente as condições de 6h com umidade a cima de 50%, que seria o garantido para o desenvolvimento do fungo.

Podemos identificar que em ambos os trabalhos publicados a pesquisa científica busca se adequar as mais diversas possibilidades para que possa abranger os diferentes públicos que dependem da produção de soja.

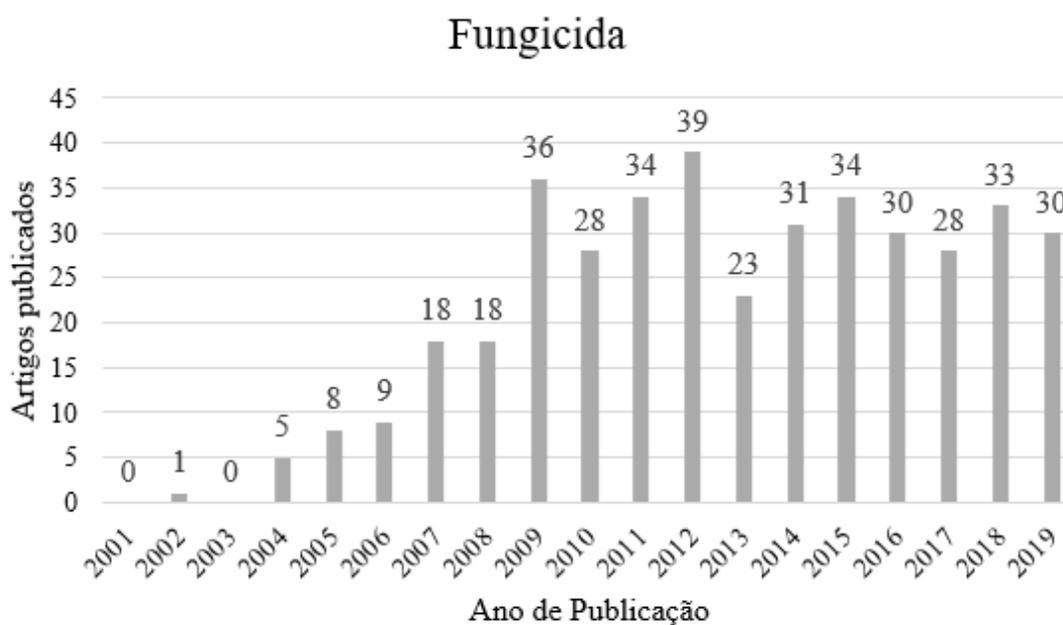
O correto entendimento das dificuldades enfrentadas por produtores de soja frente a ferrugem asiática, junto com um embasamento teórico e uma pesquisa de artigos publicados, são fundamentais ao se desenvolver uma pesquisa qualificada e que visa desenvolver uma nova tecnologia.

De modo geral os principais temas pesquisados foram manejo e controle com fungicidas, entretanto podemos observar que nas bases de dados temos diversos artigos que buscam de forma mais ambientalmente consciente combater a ferrugem asiática. À exemplo, Medice et al. (2007) desenvolveu sua pesquisa com óleos essenciais para controle de *Phakopsora pachyrhizi*, usando os óleos *Corymbia citriodora*, *Cymbopogon nardus*, *Azadirachta indica* (nim) e *Thymus vulgaris* L., e obteve um sucesso que chegou a 60% de retardo da evolução da doença. Outro trabalho com métodos alternativos de controle é de Pereira (2009) sobre aplicação foliar de silício para controle de *Phakopsora pachyrhizi* e conseguiu reduzir significativamente a severidade da doença, atingindo um nível de 65,5% retardo da doença.

Nas Figuras de 7 a 10 são apresentados os quantitativos de artigos científicos dentro dos temas, distribuídos ao longo dos anos. Pode-se observar que para maioria dos temas pesquisados houve expressivo aumento no número de artigos publicados principalmente a partir do ano de 2007 e 2008. Para fungicidas há aumento expressivo principalmente a partir de 2009. Esses resultados demonstram a importância e crescente preocupação com a ferrugem asiática principalmente nessa primeira década do século XXI. Nos anos seguintes houve tendência de manter os quantitativos de publicações. Vale ressaltar também que além da disseminação e a importância do fungo *Phakopsora pachyrhizi* outros fatores não avaliados nesse trabalho podem ter contribuído para esse aumento no número de publicações, como o investimento em pesquisa, valorização do grão de soja e também aumento de área de cultivo de soja que cresceu ao longo dos anos.

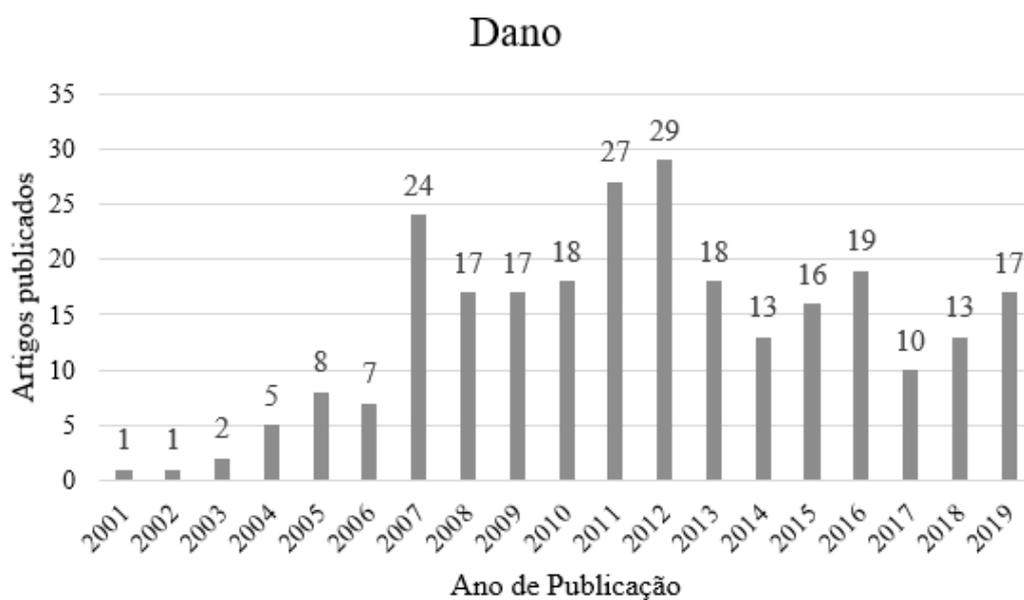
**Figura 7** - Número de artigos científicos no tema Manejo publicados por ano.

Fonte: O autor, 2020.

**Figura 8** -Número de artigos científicos no tema Fungicida publicados por ano.

Fonte: O autor, 2020.

**Figura 9** - Número de artigos científicos no tema Dano publicados por ano.



Fonte: O autor, 2020.

**Figura 10** - Número de artigos científicos no tema Cultivares, publicados por ano,



Fonte: O autor, 2020.

## **5.CONCLUSÃO**

Há poucas publicações científicas nos anos 2001 e 2002, quando a ferrugem da soja foi relatada no Brasil, mas há um expressivo aumento das publicações principalmente a partir dos anos 2007 e 2008.

Diferentes temáticas são abordadas nos artigos científicos, mas se destacam pesquisas sobre o manejo e fungicidas, contribuindo para maior conhecimento do agente causal e principalmente para o avanço nas estratégias de controle da doença.

## 6.REFERENCIAS

ANDRADE, G. C. G.; MESQUINI, R. M.; FIGUEIREDO, A. **Manejo de doenças na cultura da soja**. Monsoy: Informativos Técnicos, ano 3. n. 1. 2016.

BEDIN, C. et al. **Técnicas disponíveis para o controle da ferrugem asiática na cultura da soja**. Revista Científica Eletrônica De Agronomia, Garça-SP, Ano VII - Número 12, ISSN: 1677-0293, 7p, Dezembro de 2007.

DIAS FERREIRA, S.K. **Avaliação da aplicação do vazão sanitário na cultura da soja no manejo da ferrugem-asiática no Distrito Federal e entorno**. Trabalho de conclusão de curso da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 2018.

DORIGHELLO, D. V. et al. Controlling Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) with *Bacillus* spp. and coffee oil. **Crop Protection**, v. 67, p. 59–65, 2015.

EMBRAPA. **Dados Econômicos - Soja**. Disponível em <https://www.EMBRAPA.br/soja/cultivos/soja1/dados-econômicos>. Acesso em 06/12/2019.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54358/1/Sistemas-de-Producao-4.pdf>. Acesso em: 29.01.2020.

EMBRAPA. **Resistência à ferrugem da soja**. Londrina, 2011.

FIALLOS, F. R. G. A Ferrugem asiática da Soja Causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow. **Ciência y Tecnología**. v. 2, p. 45-60. 2011.

FIESP. **Soja e suas Riquezas**. Disponível em <http://www.fiesp.com.br/sindimilho/sobre-o-sindmilho/curiosidades/soja-e-suasriquezas-historia/>, 2003. Acesso em 28/12/2019.

FILHO, J.M., et al. Agronomic performance and productivity of soybean culture with co-inoculation of *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense*. **Ipê Agronomic Journal**. v.2. n.2. p.48–59, 2018.

GARDIANO, C. G. et al. **Manejo químico da ferrugem asiática da soja, baseado em diferentes métodos de monitoramento**, Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Laboratório de Fitopatologia. Londrina, PR, Brasil. 2010.

GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.97-101, 2004.

GODOY, V.C., et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/2018**: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Disponível em < [http://acacia.cnpso.embrapa.br:8080/cferrugem\\_files/643825713/CT138.pdf](http://acacia.cnpso.embrapa.br:8080/cferrugem_files/643825713/CT138.pdf)>. Acessado em 03/01/2020.

HAMMERSCHIMIDT, R., Introduction: definitions and some history. In WALTERS, D., NEWTON, A., **Induced Resistance for Plant Defense: A Sustainable Approach to Group Protection**, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, pg 269. 2007.

HINSON, K., HARTWIG, E., E.SEA. **Soybean production in the tropics** Rome: FAO-UN AGPC, 1997.

IGARASHI, W. T.; et al. Duração e porcentagem de molhamento foliar determinados pelo espaçamento entrelinhas, e influência sobre a ferrugem asiática da soja. **Summa phytopathol.**, Botucatu, v. 40, n. 2, p. 123-127, jun. 2014.

JULIATTI, C.F; POLIZEL, C.A.; HAMAWAKI, T.O. **Workshop brasileiro sobre ferrugem asiática**, 1., 2005, Uberlândia. Coletânea... Uberlândia: EDUFU, 2005. 232p

LELIS, V.P. **Molhamento Foliar – Uma investigação para cultura do café. Trabalho de conclusão de curso de Meteorologia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa**. Minas Gerais, 1986.

MEDICE, R et al . Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciênc. agrotec.**, Lavras , v. 31, n. 1, p. 83-90, 2007 .

MESQUINI, R. M. et al. Controle e progresso temporal da ferrugem asiática da soja sob controle alternativo em campo. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 1, p. 24-29, 2011.

MELCHING, J.S. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, v.73. n.2. p.117-122, 1989.

MORAES, M. **Sistema agrometeorológico de previsão para ferrugem asiática da soja**. Trabalho de conclusão de curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, 2018.

MORALES, Aguida Maria Alves Pereira, D.Sc. **Caracterização molecular da resistência à ferrugem asiática da soja mediada pelo gene Rpp4**. Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2011.

MOZZAQUATRO et al. **economic viability of soybean culture on a rural property**. Revista da Mostra de Trabalhos de Conclusão de Curso. ISSN 2595-3605. Acessado em: 11.12.2019.

NAVARINI, L. et al. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. **Summa phytopathol.**, Botucatu , v. 33, n. 2, p. 182-186, June 2007.

OLIVEIRA, M. **Resistência à Ferrugem asiática em Linhagens Elite de Soja**. Dissertação de mestrado Ciências Genéticas e Melhoramento de Plantas, da Universidade de São Paulo – USP, 2019.

PARRA FILHO, A.C.M., et al. A Convencionalização na Produção de Sementes na Agricultura Orgânica Brasileira. **Rev. Econ. Sociol. Rural**. v.56. n.4. Oct./Dec. Brasília, 2018.

PINHEIRO, J. B.; et al. Severidade da ferrugem da soja em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Rev. Ceres** , Viçosa , v. 58, n. 1, p. 43-50, fev. 2011.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; ZANATTA, M. Reflexo econômico e desenvolvimento da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas em função do número de aplicações. **Summa phytopathol.**, Botucatu , v. 44, n. 3, p. 289-292, Sept. 2018 .

REIS ALVES C.M. **Avaliação da qualidade de grãos de soja armazenados em silo vertical de bancada**. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, 2018.

REIS, E. M. et al. **Ferrugem asiática. In: Doenças da soja**. Passo Fundo: Berthier, cap. 3, p. 69-101. 2012.

ROCHA., et al. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Rev. de Ciências Agrárias**. v.41. n.2, Lisboa jun. 2018.

SANTOS ALVEREZ, E. **Duração do Período de Molhamento Foliar: Medida com sensores eletrônicos, variabilidade espacial em culturas e estimativa com modelos empíricos**. Trabalho de Dissertação do Mestrado de Agronomia em Física do Ambiente Agrícola da Universidade de São Paulo – USP. Piracicaba, 2006.

SILVA, A.M. **Variáveis Meteorológicas Relacionadas ao Início da Epidemia Causada por *Phakopsora pachyrhizi* em Soja**. Dissertação de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2018.

SOUZA, M. C. S. de. **Desenvolvimento e recuperação do conhecimento em sistemas de ensino à distância**. CINFOM 2003 – IV Encontro Nacional de Ciência da Informação. 2003.  
YORINORI, J., T., WILFRIDO, M., P. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow**. Londrina: EMBRAPA,. 2002.

ZACARIAS, N., R., S.; **Sensibilidade de duas populações de *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas monossítios e multissítios**, Universidade Federal de Uberlândia Instituto de Ciências Agrárias Curso de Agronomia, Uberlândia – MG, 2018.