

**UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE SOBRE O CONTROLE
BIOLÓGICO DA ANTRACNOSE NO CULTIVO DO FEIJÃO**

ROBERTO VARGAS DE OLIVEIRA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
NOVEMBRO – 2025**

**UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE SOBRE O CONTROLE
BIOLÓGICO DA ANTRACNOSE NO CULTIVO DO FEIJÃO**

ROBERTO VARGAS DE OLIVEIRA

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Orientador: Dr. Geraldo de Amaral Gravina
Coorientadora: Dra. Franciane Diniz Cogo

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
NOVEMBRO – 2025

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

048 Oliveira, Roberto Vargas de.

UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE SOBRE O CONTROLE BIOLÓGICO DA ANTRACNOSE NO CULTIVO DO FEIJÃO / Roberto Vargas de Oliveira. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2025.

92 f. : il.

Bibliografia: 77 - 92.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2025.

Orientador: Geraldo de Amaral Gravina.

1. *Colletotrichum lindemuthianum*. 2. Biocontrole. 3. *Phaseolus vulgaris*. 4. *Trichoderma spp.* I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

**UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE SOBRE O CONTROLE
BIOLÓGICO DA ANTRACNOSE NO CULTIVO DO FEIJÃO**

ROBERTO VARGAS DE OLIVEIRA

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal”

Aprovada em 10 de novembro de 2025.

Comissão Examinadora:

Janieli Maganha Silva Vivas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Rogério Figueiredo Daher (D. Sc, Produção Vegetal) – UENF

Profa. Franciane Diniz Cogo (D.Sc., Solos) – UEMG
Coorientadora

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia) – UENF
Orientador

“O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um vasto oceano. O arranjo maravilhoso e a harmonia do universo não poderiam senão sair de um ser onisciente e onipotente.”

Isaac Newton

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo o que foi alcançado e sem Ele nada seria possível;

À Roberta, esposa querida, pelo apoio, encorajamento, orações e amor dedicados;

Aos filhos Daniel e Calebe, pela compreensão e pelo apoio;

À dona Odeth, minha mãe, pela compreensão de minha ausência e orações dedicadas;

Aos meus irmãos, por assumirem o peso de minha ausência, nesse momento e nos cuidados com nossa mãe;

À minha sogra, Otenice, e ao meu sogro, Paulo Fitaroni, pelas orações e pelo apoio;

A todos da família que intercederam em orações por mim;

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), pela oportunidade de formação;

À Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) pela estrutura, apoio e ensino dispensados por meio de todos os docentes do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, mas destaco a pessoa do professor Geraldo Gravina, meu orientador, e da professora Daniela, Coordenadora do Programa;

À professora Franciane Diniz Cogo, da UEMG, por relevantes contribuições e orientações que foram decisivas para os encaminhamentos deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio conforme Código de Financiamento 001;

Ao colega Israel Martins pela contribuição relevante no processo da avaliação dos artigos, dissertações e teses elegidas;

Ao colega André Oliveira Souza por relevantes contribuições para o desenvolvimento deste trabalho;

Aos colegas professores de matemática do Ifes campus de Alegre pelo apoio, compreensão e empatia; e

Aos colegas de turma do Dinter pela união, pelo encorajamento e pela parceria na caminhada. Se não tiver Alzheimer, jamais esquecerei.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E NOMENCLATURAS	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 A cultura do feijão	19
2.2 Antracnose.....	21
2.3 Revisão Sistemática	23
2.3.1 O que é uma Revisão Sistemática	23
2.3.2 A qualidade das evidências	23
2.3.3 Os principais centros de pesquisa em revisão sistemática com meta-análise.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Protocolo.....	29
3.2 Etapas da Revisão Sistemática	29
3.3 Questão norteadora.....	30
3.4 Critérios de Elegibilidade.....	30
3.5 Fontes de informações e estratégias de recuperação de dados	31
3.6 Seleção dos estudos	33
3.7 Extração e organização dos dados.....	34
3.8 Avaliação da Qualidade dos Estudos	34
3.8.1 O coeficiente <i>kappa</i>	35
3.8.2 Síntese e interpretação dos dados.....	36
3.8.3 Meta-análise dos dados	37
3.8.3.1 Modelo de efeito fixo e modelo de efeito aleatório	38
3.8.3.2 Teste Q de Cochran e a estatística χ^2.....	39
3.8.3.3 O efeito escolhido.....	40
3.8.3.4 Software utilizado para o tratamento estatístico	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42

4.1 Análise temporal e institucional das publicações sobre Controle Biológico da Antracnose no Feijoeiro.....	42
4.2 Bioagentes empregados no controle do <i>C. lindemuthianum</i> em feijoeiro	47
4.2.1 Fungos do gênero <i>Trichoderma</i>	48
4.2.2 Bactérias (<i>Bacillus</i> , <i>Pantoea</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Pseudomonas</i>) relatadas no controle da antracnose no feijão	52
4.2.3 Outros microrganismos relatados na literatura para o controle biológico da antracnose no feijão	55
4.3 O uso da ferramenta SYRCLE's Risk of Bias Tool	56
4.4 Meta-análise	58
4.4.1 Estudos que foram incluídos na meta-análise	58
4.4.2 Produtividade	61
4.4.3 Incidência	65
4.4.4 Severidade em AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença)	69
4.4.5 Severidade em porcentagem	72
4.4.6 Severidade em casa de vegetação	74
5 CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estadios de desenvolvimento da planta de feijoeiro	19
Figura 2: A pirâmide tradicional que sugere a hierarquia das evidências científicas em saúde.....	24
Figura 3: Pirâmide não tradicional que sugere a hierarquia das evidências científicas em saúde.....	25
Figura 6: Distribuição dos principais centros de pesquisas em Revisão Sistemática e Meta-análise no mundo.....	27
Figura 7: Diagrama de Venn ilustrando o uso dos operadores Booleanos AND, OR e NOT.	32
Figura 8: Fluxograma da estratégia de busca e do processo de inclusão/exclusão de estudos.....	33
Figura 9: Metodologias para síntese das evidências científicas, segundo abordagem quantitativa ou qualitativa.	37
Figura 10: Análise temporal das publicações selecionadas que atenderam aos critérios de elegibilidade para inclusão na revisão sistemática.	44
Figura 11: Distribuição geográfica dos 28 estudos elegidos por estado.	45
Figura 12: Distribuição dos ambientes de experimentação entre os 28 estudos incluídos.	47
Figura 13: Coeficiente <i>kappa</i> entre dois avaliadores para os textos incluídos. Para a classificação da força de concordância tem-se: menor que 0,00 – concordância pobre; de 0,00 a 0,20 – concordância leve; de 0,21 a 0,40 – concordância razoável; de 0,41 a 0,60 concordância moderada; de 0,61 a 0,80 – concordância substancial e de 0,81 a 1,00 – concordância quase perfeita	57
Figura 14: p-valor para cada coeficiente <i>kappa</i>	58
Figura 15: Parcelas florestais para a variável produtividade investigada por Christmann (2022) e Henkemeier (2015) nos ensaios em campo.	64
Figura 16: Parcelas florestais para a variável incidência da doença investigada nos ensaios em campo.....	68
Figura 17: Funil para os dados da variável de incidência da doença.	69
Figura 18: Parcelas florestais para a variável severidade medida em AACPD investigada nos ensaios em campo.....	71

Figura 19: Florestas da variável severidade em porcentagem.....	73
Figura 20: Parcelas florestais da variável severidade em notas de nível Rava et al. (1993) em casa de vegetação.	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estádios fenológicos da planta feijoeiro.....	20
Tabela 2: Os principais centros de treinamento e pesquisa em revisão sistemática e meta-análise	28
Tabela 3: Etapas da Revisão Sistemática	29
Tabela 4: Definição da questão norteadora com base na estrutura PICO.....	30
Tabela 5: Definição dos critérios de elegibilidade com base nos componentes da estrutura PICO.....	31
Tabela 6: Estratégia de recuperação de publicações nas bases de dados eletrônicas	32
Tabela 7: Instrumento de Padronização para Registro dos Estudos Recuperados	34
Tabela 8: Critérios de avaliação dos textos usando ferramenta SYRCLE's Risk of Bias Tool.....	35
Tabela 9: Medidas de concordância para dados categóricos por meio do coeficiente <i>kappa</i>	36
Tabela 10: Formato da tabela contendo dados coletados dos trabalhos para entrada no R	41
Tabela 11: Publicações selecionadas que atenderam aos critérios de elegibilidade para inclusão na revisão sistemática.	43
Tabela 12: Distribuição das 28 publicações por ambiente de experimentação identificados.....	46
Tabela 13: Síntese das Estratégias Biológicas no Controle da Antracnose do Feijoeiro: Bioagentes, Raças do Patógeno, Métodos de Aplicação e Cultivares.....	49
Tabela 14: Meta-análise global das cinco variáveis em dois estabelecimentos dos ensaios conduzidos por três autores.....	60
Tabela 15: Dados da meta-análise sobre a variável produtividade	62
Tabela 16: Dados da meta-análise sobre a variável incidência da doença.....	65
Tabela 17: Dados da meta-análise sobre a variável severidade em AACPD.....	69
Tabela 18: Dados da meta-análise sobre a variável severidade em porcentagem.	72

Tabela 19: Dados da meta-análise sobre a variável severidade em ambiente de casa de vegetação.....	74
--	----

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E NOMENCLATURAS

AACPD – Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

RESUMO

OLIVEIRA, Roberto Vargas; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; novembro de 2025; Uma revisão sistemática com meta-análise sobre o controle biológico da antracnose no cultivo do feijão; Orientador: D.Sc. Geraldo de Amaral Gravina; Coorientadora: D.Sc. Franciane Diniz Cogo.

O Brasil está entre os maiores produtores de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) do mundo situado na terceira posição. Observando a média dos últimos 6 anos nota-se que 98% da produção abastece o mercado interno posicionando o feijão como um produto da preferência pelo consumidor brasileiro. O feijão é cultivado em três safras durante o ano e os fatores ambientais, bioestresse, além de temperaturas elevadas e alta umidade favorecem a proliferação de doenças na cultura do feijão levando prejuízo à produção. A contaminação por patógenos pode comprometer tanto a colheita das vagens como dos grãos secos. A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus; Briosi & Cav.), pode levar à perda de até 100% da safra e o seu manejo torna-se um dos desafios para o produtor. Este estudo empregou uma revisão sistemática com meta-análise para identificar microrganismos envolvidos no controle biológico para o efetivo manejo da antracnose no cultivo do feijão, bem como comparar seus efeitos ao de um produto químico comercial. No total, as buscas nas bases de dados resultaram em 903 estudos relacionados ao controle da antracnose no feijoeiro. Desses, 28 textos foram selecionados para a análise qualitativa e 3 para compor a meta-análise, com o objetivo de responder à questão norteadora: qual microrganismo utilizado no biocontrole da antracnose no cultivo de feijão se destaca entre as opções relatadas na literatura científica? Foram excluídos 419 estudos devido à redundância existente entre os textos retornados e outros 456 por não convergirem com o tema sobre o controle biológico na cultura do feijão. Entre outros microrganismos utilizados no biocontrole do *C. lindemuthianum* destaca-se o emprego do fungo da espécie *Trichoderma spp.*, investigado em 14 dos 28 estudos elegidos para a síntese qualitativa e destes, 3 foram incluídos na meta-análise para a síntese quantitativa. A meta-análise demonstrou que, entre as características avaliadas, apenas a incidência apresentou redução estatisticamente significativa e as demais, como produtividade e severidade, não apresentaram efeito significativo. Assim, o conjunto de evidências sugere que o tratamento exerce impacto pontual e confiável sobre a incidência, sem comprometer a produtividade e sem gerar inconsistências entre os experimentos avaliados.

Palavras chave: *Colletotrichum lindemuthianum*, Biocontrole, *Phaseolus vulgaris*, *Trichoderma spp.*

ABSTRACT

OLIVEIRA, Roberto Vargas; D.Sc.; State University of Northern Fluminense Darcy Ribeiro, November 2025; A systematic review with meta-analysis on the biological control of anthracnose in bean cultivation; Advisor: D.Sc. Geraldo de Amaral Gravina; Co-supervisor: D.Sc. Franciane Diniz Cogo.

Brazil is among the world's largest producers of beans (*Phaseolus vulgaris* L.), ranking third. A six-year average shows that 98% of production supplies the domestic market, making beans a preferred product for Brazilian consumers. Beans are grown in three harvests per year, and environmental factors, biostress, and high temperatures and humidity favor the proliferation of diseases in bean crops, leading to production losses. Pathogen contamination can compromise both the harvest of pods and dry beans. Anthracnose, caused by the fungus *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus; Briosi & Cav.), can lead to crop losses of up to 100%, and its management becomes a challenge for producers. This study employed a systematic review with meta-analysis to identify microorganisms involved in the biological control of anthracnose for the effective management of the disease in common bean cultivation, as well as to compare their effects with those of a commercial chemical product. In total, database searches retrieved 903 studies related to anthracnose control in common bean. Of these, 28 texts were selected for qualitative analysis and 3 were included in the meta-analysis, with the aim of answering the guiding question: which microorganism used in the bio-control of anthracnose in bean crops stands out among the options reported in the scientific literature? A total of 419 studies were excluded due to redundancy among the retrieved records, and another 456 were excluded for not converging with the topic of biological control in bean cultivation. Among other microorganisms used for the bio-control of *C. lindemuthianum*, the fungus *Trichoderma spp.* stands out, investigated in 14 of the 28 studies selected for qualitative synthesis, and of these, three were included in the meta-analysis for quantitative synthesis. The meta-analysis demonstrated that, among the evaluated characteristics, only incidence showed a statistically significant reduction, while the others, such as productivity and severity, did not show a significant effect. Thus, the body of evidence suggests that the treatment has a punctual and reliable impact on incidence, without compromising productivity, and without generating inconsistencies between the evaluated experiments.

Keywords: *Colletothricum lindemuthianum*, Biocontrol, *Phaseolus vulgaris*, *Trichoderma spp.*

1 INTRODUÇÃO

A produção de feijão no Brasil é de grande relevância econômica, com uma estimativa de 3,07 milhões de toneladas cultivadas em uma área de 2,69 milhões de hectares. O país se destaca tanto como produtor quanto consumidor de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) e feijão-caipi (*Vigna unguiculata L.*), atendendo 97,6% da demanda interna. O cultivo ocorre em três safras anuais: safra das águas (31,5%), safra da seca (41,8%) e safra irrigada (26,7%), refletindo sua importância estratégica para o mercado interno (CONAB, 2023). O feijão também é uma fonte vital de proteína vegetal, especialmente para a população de baixa renda (Carbonell, Chiorato e Bezerra, 2021; Mesquita et al., 2007; Silva e Wander, 2013). No entanto, a cultura do feijão enfrenta desafios de natureza fitossanitária, como antracnose, uma das principais doenças que afeta sua produtividade e qualidade (Dalla Pria e Silva, 2018; Wendland et al., 2016).

A antracnose, provocada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus) Briosi & Cavara, da subdivisão Deuteromycotina, é uma doença que apresenta considerável variabilidade genética e patogênica, com 89 raças identificadas no Brasil (Cabral et al., 2024; Wendland et al., 2016). Sua proliferação na cultura do feijão pode resultar em perdas substanciais na produção, que podem chegar a 100% da lavoura sob condições climáticas favoráveis à disseminação (Wendland et al., 2016). Além das perdas quantitativas, a antracnose também deprecia a qualidade dos grãos devido às manchas e lesões causadas pela doença (Canale et al., 2020). A doença também afeta leguminosas como *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus acutifolius*, *Phaseolus coccineus*, *Vigna unguiculata* e *Vicia faba* (Bianchini et al., 1997). A disseminação ocorre principalmente por sementes contaminadas, que são mais suscetíveis ao contágio durante a fase de enchiamento (Bianchini et al., 1997; Wendland et al., 2016). Além disso, a transmissão a curta distância pode ser facilitada por manejo inadequado, insetos, e condições de umidade acima de 91%, associadas a temperaturas entre 13°C e 27°C (Bianchini et al., 1997). Diante da gravidade da antracnose, é fundamental explorar métodos eficazes de controle para mitigar seus impactos na produção de feijão.

Harms (2016) considera que o manejo da antracnose é um desafio para o produtor em virtude da variabilidade genética do fungo fitopatógeno, sua capacidade de sobrevivência em restos culturais e a possibilidade de transmissão via semente. O

controle da antracnose na cultura do feijoeiro envolve o emprego de várias estratégias e recomendações como o uso de sementes tratadas e certificadas (Bianchini et al., 1997; Wendland et al., 2016), a rotação de culturas, que evita a perpetuação do fungo por meio dos resíduos culturais (Padder et al., 2017), assim como a eliminação de plantas contaminadas e a introdução de cultivares geneticamente melhoradas para resistência ao patógeno (Bianchini et al., 1997; Wendland et al., 2016).

O biocontrole ou controle biológico implica no emprego de microrganismos tais como *Trichoderma spp.*, por exemplo, que atua no controle de fitopatógenos por antibiose, antagonismo ou parasitismo e ainda como indutor de resistência nas cultivares (Costa et al., 2009; Bisen et al., 2016; Dildey, 2017; Figueira et al., 2020). O uso do fungo *Trichoderma spp.*, mostra-se uma alternativa viável a fim de promover o crescimento da planta e o controle da antracnose. Pedro et al. (2012) observaram esse efeito ao comparar a quantidade de massa seca em plantas tratadas com *Trichoderma* e plantas do tratamento controle. As plantas tratadas apresentaram aumento médio de até 39% na massa seca em relação ao controle. Algumas espécies de *Trichoderma* secretam metabólitos que favorecem a absorção de nutrientes e água pelas plantas. Além disso, esses compostos ativam vias hormonais responsáveis por processos de crescimento (Harman et al., 2004). Uma das vantagens sobre o controle químico, consiste em não promover o aumento da resistência do fungo fitopatológico *C. lindemuthianum*, o que pode elevar o custo da produção. Além disso não contamina o meio ambiente, pessoas ou animais (Christmann, 2022). Diante do número de publicações científicas considerável, uma revisão sistemática faz-se necessária para compilar e analisar as evidências e identificar microorganismos utilizados no controle biológico da antracnose no feijoeiro que alcançaram resultados viáveis.

Uma revisão sistemática (Higgins et al., 2024) permitirá identificar e sintetizar as propostas existentes na literatura, contribuindo para uma compreensão abrangente do estado da arte e sumarizando compilado sobre microorganismos mais eficazes no controle biológico da antracnose no feijoeiro. Com base nisso, este trabalho objetiva analisar as evidências disponíveis na literatura, seguindo as diretrizes do Centre for Reviews Dissemination (2009), e identificar nos estudos primários que abordam o controle biológico da antracnose no feijoeiro aqueles com maior eficácia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do feijão

A origem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é reconhecida como mesoamericana e andina (Debouck, 1991; Singh; Gepts e Debouck, 1991; Angioli et al., 2010). Trata-se de uma planta dicotiledônea da família *Fabaceae* (antiga *Leguminosae*), subfamília *Faboideae*, e do gênero *Phaseolus*. O número de espécies do gênero *Phaseolus* ultrapassa 55, dentre as quais cinco são cultiváveis, com o destaque para *Phaseolus vulgaris*, mais utilizada em todo o mundo (Carbonell; Chiorato; Bezerra, 2021; Ramalho; Abreu, 2011). É uma planta herbácea com ciclo entre 60 e 120 dias a depender das condições ambientais, época de plantio e cultivar (Gonçalves, 2008; Santos et al., 2015). Pode apresentar hábitos de crescimento determinado ou indeterminado, com portes que variam entre ereto, semiereto, prostrado e o trepador (Oliveira et al., 2018). Trata-se de uma planta de metabolismo C3, caracterizado por ter estômatos abertos durante o dia e devido a isso possuem maior perda de água pela transpiração (Marenco; Lopes, 2009).

O ciclo biológico do *Phaseolus vulgaris* envolve duas fases que subdividem em dez momentos que constituem os estádios de desenvolvimento. Primeira fase chama-se de vegetativa e subdivide-se em cinco estádios de desenvolvimento e a segunda de reprodutiva, que também subdivide-se em outros 5 estádios, conforme descrito na Figura 1 e Tabela 1 (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2018; Oliveira; Sarmento; Oliveira, 2023).

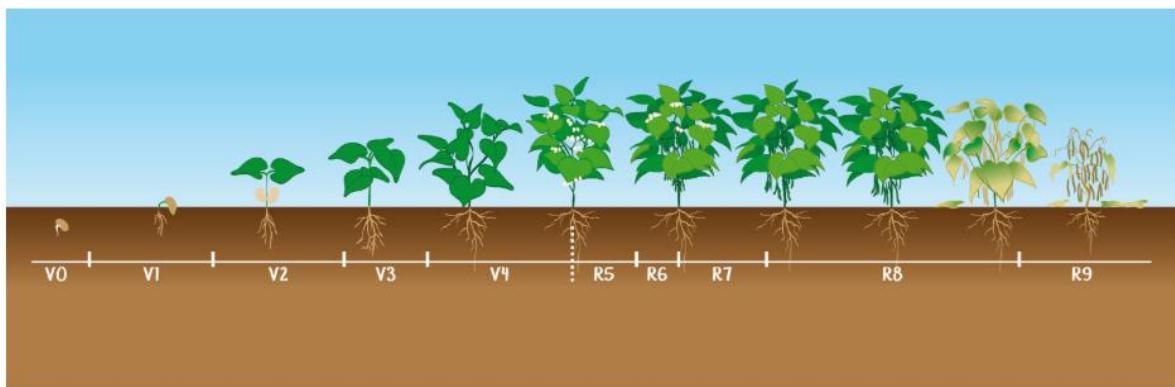


Figura 1: Estágios de desenvolvimento da planta de feijoeiro

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2023)

Tabela 1: Estadios fenológicos da planta feijoeiro

Estadios Vegetativos	
V0	Germinação.
V1	Emergência.
V2	Folhas primárias.
V3	Primeira folha composta (trifoliolada) aberta.
V4	Terceira folha trifoliolada aberta.
Estadios Reprodutivos	
R5	Pré-floração.
R6	Floração.
R7	Formação das Vagens.
R8	Enchimento das vagens.
R9	Maturação.

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2018)

O feijão é cultura presente em todas as regiões brasileiras (CONAB, 2025) e, no mundo, em mais de 100 países (Moura; Brito, 2015). Adapta-se bem as diversas condições edafoclimáticas (Bonett et al., 2006). Apresenta boa regularidade produtiva quando cultivado sobre temperaturas entre 15 e 29,5°C. Entretanto, valores fora desse intervalo podem comprometer o desenvolvimento e a produtividade da cultura (Andrade; Carvalho; Vieira, 2006; Fancelli; Dourados Neto, 2007). Além disso, trata-se de uma espécie sensível ao frio intenso, não tolerando a ocorrência de geadas (Vieira; Vieira; Vieira, 2001).

O feijão, por ter curto ciclo fenológico, oportuniza 3 safras no decorrer do ano. Assim, no Brasil, a primeira safra ocorre entre agosto e dezembro, a segunda safra de janeiro a abril e, finalmente, a terceira safra entre maio e julho (CONAB, 2025; Posse et al., 2010).

O feijão comum (*P. vulgaris* L.) situa-se na lista de alimentos básicos para a população tanto no Brasil como em outras nações da América Latina (Rezende; Coelho; Travassos, 2022), devido ao seu valor nutritivo, isto é, um alimento que compõe parte da dieta com proteína, carboidratos, ferro, lipídeos e sais minerais (CONAB, 2025; Morais; Menelau, 2017), além de ser acessível pela população de baixa renda (Barbosa; Gonzaga, 2012; Souza; Alcântara, 2020).

Conforme documentado pela CONAB (2025), safra 2024/2025, os estados com maior produção nacional de feijão são: Paraná, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso, Goiás, São Paulo, Pernambuco e Santa Catarina. Esses estados somam

84,4% da produção nacional de feijão. Nas safras a partir de 2020/2021 até 2024/2025 o consumo médio foi estimado em 2,9 milhões de toeladas enquanto a produção em aproximadamente de 3,05 milhões de tolenadas, sinalizando uma produção em atendimento ao mercado interno.

Um dos principais desafios enfrentados pelo produtor é a antracnose, doença causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Lams. – Scrib (Dildey, 2017).

2.2 Antracnose

Trata-se de uma doença que acomete a lavoura de feijão podendo causar perda de até 100% de sua produção (Padder et al., 2017). Isso situa a antracnose entre as principais doenças que atingem o feijoeiro. O fungo causador desta doença é o *Coletotrichum. lindemuthianum* (Dildey, 2017; Rezende; Massola Júnior e Bedendo, 2018).

Condições propícias ao desenvolvimento do fungo – temperatura entre 15° e 25°C e umidade relativa do ar superior a 95% – favorecem a infecção das plantas. Esse processo pode iniciar-se em sementes ou restos de plantas contaminados pelo fungo *C. lindemuthianum*. O patógeno sobrevive como micélio, na forma dormente ou conídios, até 22 meses em condições de umidade relativa razoável e temperaturas moderadas. O desenvolvimento da antracnose é limitado se temperaturas estiverem acima de 30°C ou abaixo de 13°C. As condições térmicas entre 18°C e 22°C favorecem significativamente a esporulação do fungo nas vagens em condições de laboratório (Paula Júnior et al., 2015; Balardin; Gulart, 2018).

O contágio ocorre quando os conídios entram em contato com tecidos sensíveis da planta – folhas, vagens e hastes – ou quando há utilização de sementes contaminadas. A disseminação também pode ser promovida pelo vento, pelo transporte de insetos ou ainda pelos respingos de chuvas ou de irrigação (Yesuf; Sangchote, 2007; Gan et al., 2013). A infecção por *C. lindemuthianum* ocorre quando o patógeno coloniza células vivas da planta hospedeira, ativando mecanismos que induzem a morte celular e permitindo a extração de nutrientes dos tecidos vegetais (O'Connell et al., 2012; Gan et al., 2013; Romero et al., 2024). A parede celular da planta é degradada pela ação de enzimas como cutinases, celulases e pectinases (Lu

et al., 2022; Romero et al., 2024) ao mesmo tempo em que são secretadas proteínas para suprir a resposta de defesa da planta (Tsushima et al., 2021; Lu et al., 2022).

O fungo *C. lindemuthianum* induz sintomas visíveis na parte aérea da planta feijoeiro variando conforme a severidade da doença (Furlan, 2012). Sementes contaminadas constituem a principal via de disseminação da doença, que apresenta como principal sintoma o surgimento de lesões características associadas à ação do fungo fitopatogênico. Tais lesões são, em geral, escuras e mais evidentes em sementes com tegumento de cores claras. Em pecíolos e caules, manifestam-se como áreas de coloração escura, com bordas bem definidas e aspecto deprimido, podendo evoluir para estruturas necróticas, sobretudo sob alta umidade relativa e temperaturas amenas, avançando para camadas internas do tecido hospedeiro. Nas folhas, observa-se o escurecimento das nervuras na face abaxial. Já nas vagens, as lesões desenvolvem-se inicialmente de forma circular, com coloração marrom-clara, tornando-se progressivamente escuras e deprimidas. O centro tende a apresentar tonalidade mais pálida e, em condições ambientais favoráveis, ocorre a formação de uma massa rósea de esporos, indicativo da intensa esporulação do fungo *C. lindemuthianum*. (Bianchini et al., 1997; Wendland, Lobo Junior e Faria, 2018; Dalla Pria e Silva, 2018; Canale et al., 2020).

Entre os principais desafios para o manejo da antracnose destaca-se a elevada variabilidade genética de *C. lindemuthianum*, resultante do polimorfismo intrarraça identificado por marcadores moleculares, o que indica grande diversidade interna na população do patógeno. Além disso, sua virulência não se explica apenas pela variabilidade genética, mas também por fatores como:

- Alta capacidade de sobrevivência em restos culturais, podendo permanecer viável por até 22 meses sob temperatura amena e elevada umidade;
- Eficiente transmissão via sementes infectadas, reforçando a necessidade de análises sanitárias para detecção e prevenção da entrada do patógeno em áreas de cultivo (Harms, 2016; Balardin e Gulart, 2018; Leite et al., 2021).

A utilização de genótipos resistentes de forma integrada ao uso de fungicidas é a principal forma de manejo da antracnose praticado pelos produtores. Contudo, apesar da eficácia, o controle químico apresenta limitações, incluindo custo elevado, riscos de contaminação ambiental e à saúde humana, além do potencial de seleção de variantes mais resistentes do patógeno, reduzindo a eficiência futura do controle (Gadaga et al., 2017). Diante desse cenário, torna-se necessária a busca por

alternativas sustentáveis, entre elas o uso do controle biológico, visando reduzir a dependência de fungicidas e ampliar a eficiência do manejo da antracnose.

2.3 Revisão Sistemática

2.3.1 O que é uma Revisão Sistemática

De acordo com o guia do Centre for Reviews and Dissemination (2009) trata-se de um método científico rigoroso baseado em procedimentos transparentes, pré-elencados em um protocolo e reproduzíveis. Também contribui para a síntese de evidências, ao identificar, avaliar e resumir os dados dos estudos elegidos pelos critérios de seleção descritos em protocolo (Campbell Collaboration, 2021). As Revisões Sistemáticas avaliam os efeitos das variáveis em análise para possibilitar condições de decisão baseada na evidência identificada. Para tanto ela proporciona estimativas confiáveis sobre a eficácia de certa intervenção, que se sobrepõe a decisão de um único texto isolado. Possibilita ainda o reconhecimento de lacunas no campo científico na área de interesse, orientando pesquisas futuras (Centre for Reviews and Dissemination, 2009; Brasil, 2014a; Galvão e Pereira, 2014; Campbell Collaboration, 2021; Barbosa Filho, 2024).

A revisão sistemática é um tipo de pesquisa secundária que se baseia no levantamento amplo e criterioso de estudos científicos originais, publicados em diferentes formatos e bases de dados que tem por objetivo o esgotamento do tema em análise, aplicando critérios de seleção previamente definidos, de modo a refinar ao máximo e identificar os trabalhos que devem responder a uma questão específica de pesquisa (Galvão, Sawada e Mendes, 2003; Cordeiro et al., 2007; Brasil, 2014a; Galvão e Pereira, 2014; Barbosa Filho, 2024).

2.3.2 A qualidade das evidências

O histórico relacionado à qualidade das evidências teve início com as contribuições de Cochrane (1972), considerado o primeiro a defender que decisões médicas deveriam ser fundamentadas em comprovação científica. Mais tarde, Guyatt e Renie (1993) avançaram nessa discussão ao propor um sistema de hierarquia das evidências e ao introduzir o termo Medicina Baseada em Evidências. Posteriormente,

Sackett et al. (1996) reforçaram que a tomada de decisão clínica deve considerar a melhor evidência disponível proveniente de estudos científicos, visão essa também destacada por Akobeng (2005a).

Muhad et al. (2016) lembra que o princípio da saúde baseada em evidências apontava para a existência de uma classificação hierárquica de evidências. Esse princípio norteou estudos e práticas desde a década de 90 para a valorização de evidências no exercício da medicina desde então. A finalidade era estabelecer uma classificação sobre a força das evidências para as decisões sobre intervenção em saúde de uma forma gráfica. Assim, segundo Muhad et al. (2016), surgem justificativas para se criar essa disposição hierárquica visual e a figura escolhida foi uma pirâmide. Essa pirâmide representaria a disposição hierárquica das evidências científicas em saúde e teria função didática nos cursos de epidemiologia para estudantes ou em palestras a profissionais sobre o tema para entenderem sobre a direção da força da evidência. Murad et al. (2016) destaca que várias pirâmides foram apresentadas e em todas elas ele afirma que o pilar utilizado para a disposição hierárquica das evidências baseava-se nos delineamentos experimentais em saúde onde o topo, lugar mais alto é ocupado pela revisão sistemática e meta-análise conforme nos mostra a Figura 2. Mas Murad et al. (2016) propõe duas alterações no desenho tradicional da pirâmide das evidências científicas.



Figura 2: A pirâmide tradicional que sugere a hierarquia das evidências científicas em saúde

Fonte: adaptada de Murad et al. (2016).

Murad et al. (2016) afirmam que esse modelo tradicional (Figura 2) não atende a reformulação proposta pelo sistema Grade, em Brasil (2014b), onde são apontadas limitações metodológicas do estudo, ou ausência de precisão nos dados, ou ainda a identificação de inconsistência que podem reduzir a qualidade da evidência de um delineamento considerado mais forte em uma disposição hierárquica tradicional das evidências. Nesse sentido, Murad et al. (2016) propõem a pirâmide da Figura 3, contendo as linhas sinuosas na separação dos níveis de evidência científica. Assim contemplaria a perspectiva do sistema Grade, conforme Brasil (2014b), sobre a observância da qualidade metodológica na avaliação da qualidade da evidência.

Um delineamento de baixa força de evidência, mas com boa condução metodológica poderá potencializar essa evidência fazendo-a elevar-se e até sobrepor uma outra oriunda de um delineamento experimental mais forte, porém conduzido com limitações metodológicas e que introduz vieses que enfraquecem essa evidência (Murad et al., 2016).



Figura 3: Pirâmide não tradicional que sugere a hierarquia das evidências científicas em saúde.

Fonte: Murad et al. (2016)

Na Figura 4, Murad et al. (2016) propõem a segunda alteração que é a retirada da revisão sistemática e meta-análise do topo da pirâmide e representando o uso dessa metodologia como uma lupa sobre os demais delineamentos experimentais. Dessa forma considera-se que a avaliação da qualidade metodológica dos estudos

incluídos ocorre em etapa da implementação da revisão sistemática. Outro aspecto apontado por Murad et al. (2016) é que a revisão sistemática bem conduzida, com estudos com mínimo de viés, terá na meta-análise de ensaios clínicos randomizados uma qualidade de evidência superior àquela conduzida por uma meta-análise de estudos com relato de casos, por exemplo, e não faz sentido ambas ocuparem a mesma posição na hierarquia das evidências científicas.

Na figura 5 pode-se notar uma sugestão de hierarquia para as evidências em produção vegetal.

Na figura 5, consta a representação das evidências da maior para a menor considerando ensaios de campo, ensaios em casa de vegetação ou viveiro ou estufa agrícola, ensaios *in vitro*, relatórios técnicos ou registros empíricos, opinião de especialista ou revisões narrativas. Sobre essas está a força da revisão sistemática com a meta-análise identificando a melhor evidência em cada caso (Figura 5).

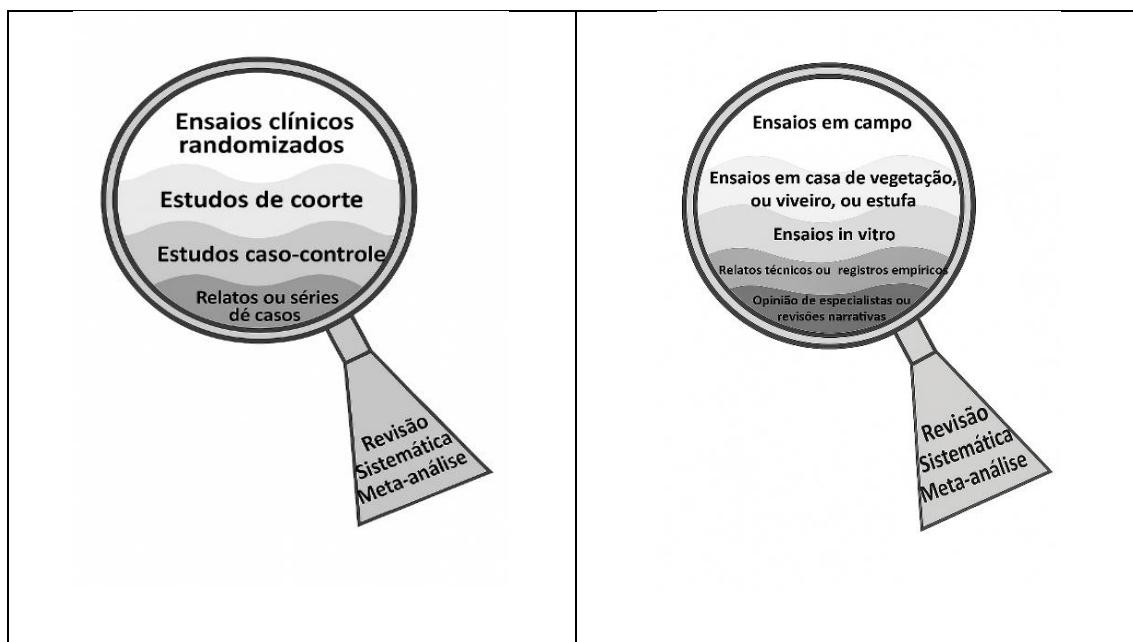


Figura 4 Hierarquia das evidências científicas por Murad et al. (2016) para atender o sistema Grade.

Fonte: adaptado de Murad et al. (2016)

Figura 5 Proposta baseada na sugestão de Murad et al. (2016) sobre a hierarquia das evidências científicas adaptada para a área produção vegetal.

Fonte: Elaborada pelo autor adaptada de Murad et al. (2016)

2.3.3 Os principais centros de pesquisa em revisão sistemática com meta-análise

Em todos os continentes existem centros de pesquisa em revisão sistemática e meta-ánalise. Observando o mapa da Figura 6 pode-se notar como estão distribuídos esses principais centros de pesquisa no mundo. Além da localização dos centros de pesquisa e treinamentos, as áreas de atuação e pesquisa de cada uma dessas principais instituições e é possível notar uma prevalência para a atuação nas pesquisas da área da saúde (Tabela 2). Nos continentes americano, africano e asiático os principais centros fazem parte da mesma rede de Colaboração Cochrane e seguem os mesmos protocolos para a realização da revisão sistemática com ou sem meta-análise. Entre os demais centros, observa-se que estes se organizam de forma autônoma para estabelecer regras e protocolos a serem seguidos em suas próprias pesquisas, delineando etapas para a condução de revisões sistemáticas, com ou sem meta-análise (Centre for Reviews and Dissemination, 2009; Higgins et al., 2024).



Figura 4: Distribuição dos principais centros de pesquisas em Revisão Sistemática e Meta-análise no mundo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2: Os principais centros de treinamento e pesquisa em revisão sistemática e meta-análise

Centro / Instituição	Cidade	País	Centros de treinamento e pesquisa em revisão sistemática e meta-análise Distribuição dos centros por continente, cidade, país, atuação e áreas de pesquisa		Áreas de Pesquisa
			Atuação Principal		
			América do Norte		
Cochrane Canadá	Ottawa	Canadá	Síntese e capacitação em evidências clínicas e de saúde	Saúde, Saúde indígena, Políticas públicas	
Cochrane USA	Washington, DC	Estados Unidos	Promoção de evidências para políticas públicas	Saúde pública, Políticas de saúde	
Cochrane México	Cidade do México	México	Produção, tradução e disseminação de revisões Cochrane	Saúde, Políticas de saúde	
			América do Sul		
Cochrane Brasília	Brasília	Brasil	Produção e disseminação de revisões Cochrane, capacitação regional	Saúde, Políticas públicas em saúde	
Cochrane Brasil	São Paulo	Brasil	Produção e disseminação de revisões Cochrane, capacitação regional	Saúde, Políticas públicas em saúde	
			Europa		
Cochrane Alemanha	Colônia	Alemanha	Promoção e suporte a revisões sistemáticas	Saúde, Políticas públicas em saúde	
Campbell Collaboration	Oslo	Noruega	Revisões para políticas públicas baseadas em evidências	Educação, Crime & Justiça, Bem-estar social	
Cochrane UK	London	Reino Unido	Rede global de síntese de evidências em saúde	Saúde, Medicina baseada em evidências	
EPPI-Centre (UCL)	London	Reino Unido	Metodologia e treinamento em síntese de evidências	Educação, Políticas sociais, Saúde pública	
CRD – PROSPERO	York	Reino Unido	Registro de protocolos e métodos de revisão (PROSPERO)	Multidisciplinar (saúde, ciências sociais)	
			África		
Cochrane Egito	Cairo	Egito	Capacitação em revisão sistemática e disseminação	Saúde, Políticas públicas em saúde	
Cochrane Nigéria	Abuja	Nigéria	Promoção de evidências para políticas públicas	Saúde pública, Políticas de saúde	
Cochrane África	Nairóbi	Quênia	Rede e capacitação em revisão sistemática no continente	Saúde, Doenças infecciosas	
Cochrane África Oriental	Dar es Salaam	Tanzânia	Promoção e suporte a revisões sistemáticas	Saúde, Políticas públicas em saúde	
Cochrane África do Sul	Cidade do Cabo	África do Sul	Síntese de evidências para saúde pública e doenças locais	Saúde pública, Doenças tropicais, HIV/AIDS	
			Ásia		
Cochrane China	Pequim	China	Promoção de atividades Cochrane na China	Saúde, Medicina tradicional e moderna	
Cochrane Coreia	Seul	Coreia do Sul	Desenvolvimento e aplicação de revisões	Saúde, Políticas públicas em saúde	
Cochrane Japão	Tóquio	Japão	Promoção da tomada de decisão baseada em evidências em saúde	Saúde, Medicina baseada em evidências	
Cochrane Índia	Nova Déli	Índia	Produção e treinamento em revisões sistemáticas	Saúde, Saúde pública	
			Oceania		
Cochrane Australia	Melbourne	Austrália	Revisões sistemáticas quantitativas, metanálises e métodos avançados (GRADE, heterogeneidade, evidência clínica)	Saúde pública e clínica, intervenções farmacológicas e não farmacológicas.	
NSW Centre for Evidence-Based Health Care (JBI Centre of Excellence)	Sydney	Austrália	Revisões qualitativas e mistas, síntese de evidência para políticas públicas e saúde comunitária	Saúde materno-infantil, atenção primária à saúde, populações vulneráveis e comunidades aborígenes, saúde global e equidade.	

Fonte: Elaborado pelo autor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Protocolo

Embora a pesquisa siga uma metodologia rigorosa, o protocolo não foi registrado no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO), pois o estudo não está relacionado à saúde humana ou animal.

3.2 Etapas da Revisão Sistemática

O processo de revisão sistemática segue um fluxo estruturado para garantir a organização e a confiabilidade do processo (Tabela 3). Inicialmente, elabora-se uma proposta de revisão, seguida pela construção de um protocolo que define os critérios e métodos adotados. Na etapa seguinte, são identificadas e selecionadas as publicações relevantes, que passam por uma avaliação de qualidade. Após essa triagem, os dados são tabulados e sintetizados, permitindo a formulação de bases baseadas nas evidências obtidas. Por fim, os resultados são publicados, juntamente com as recomendações, e as evidências encontradas podem ser aplicadas na prática (Donato e Donato, 2019; Costa, Fontanari e Zoltowski, 2022).

Tabela 3: Etapas da Revisão Sistemática

1 ^a	Elaboração da proposta de revisão sistemática
2 ^a	Construção do protocolo*
3 ^a	Identificação das publicações
4 ^a	Seleção das publicações
5 ^a	Avaliação da qualidade das publicações
6 ^a	A tabulação dos dados das publicações
7 ^a	Síntese dos dados
8 ^a	Publicação dos resultados e recomendações
9 ^a	Aplicação das evidências

Fonte: Adaptado de *Centre for Reviews and Dissemination* da Universidade de York (Inglaterra), 2009.

3.3 Questão norteadora

A definição da questão norteadora seguiu a estrutura do acrônimo PICO, um método amplamente usado para formular perguntas de pesquisa de maneira objetiva e sistemática. Conforme apresentado no Tabela 4, os componentes desse acrônimo foram aplicados ao contexto da revisão. O elemento P (Participante) refere-se às publicações que investigam o controle biológico da antracnose no feijoeiro. O componente I (Intervenção) corresponde aos agentes de controle biológico empregados no manejo da doença. O componente C (Comparação) envolve uma análise dos efeitos desses agentes em relação a um tratamento controle ou testemunha. Por fim, o (Desfecho) visa identificar os principais microrganismos utilizados no controle biológico da antracnose no feijoeiro (Santos; Pimenta; Nobre, 2007). Com base nesses elementos, a questão norteadora definida para esta revisão foi: "Quais são os principais agentes de controle biológico que controlam a antracnose do feijoeiro e como seu desempenho se compara aos tratamentos de controle?"

Tabela 4: Definição da questão norteadora com base na estrutura PICO

Acrônimo	Descrição	Relação com a questão norteadora
P (Participante)	Estudos científicos	Publicações que avaliaram o controle biológico da antracnose no feijoeiro.
I (Intervenção)	Medida aplicada	Agentes de controle biológico utilizados no manejo da antracnose no feijoeiro.
C (Comparação)	comparar alternativas	Comparação entre os agentes de controle biológico e os tratamentos de controle ou testemunha.
O (Desfecho)	Resultado esperado	Identificação dos principais microrganismos empregados no controle biológico da antracnose no feijoeiro.

Fonte: Adaptado de *Centre for Reviews and Dissemination* da Universidade de York (Inglaterra), 2009.

3.4 Critérios de Elegibilidade

Para definir os critérios de elegibilidade das publicações, utilizou-se a estratégia do acrônimo PICO e as diretrizes do Center for Reviews and Dissemination

(2009). Os critérios estão apresentados no Tabela 5, evoluindo para uma revisão sistemática mais abrangente e à redução do risco de viés na seleção dos estudos (Higgins et al., 2024).

Os critérios de inclusão seguiram a estratégia PICO , conforme recomendado: (P – (publicações) – Publicações que abordam estratégias de controle biológico da antracnose no cultivo do feijão no Brasil; I – Intervenção – Avaliação do uso de agentes de controle biológico da antracnose no feijoeiro; C – Comparação – Comparação entre agentes de controle biológico e tratamento controle ou testemunha e O – Desfecho - Identificação do principal método de controle biológico da antracnose adotado no Brasil, conforme literatura científica (Akobeng, 2005b).

Tabela 5: Definição dos critérios de elegibilidade com base nos componentes da estrutura PICO

Acrônimo	Critérios de seleção
P (Participante)	Publicações que abordam estratégias de controle biológico da antracnose no cultivo do feijão no Brasil.
I (Intervenção)	Avaliação do uso de agentes de controle biológico da antracnose no feijoeiro.
C (Comparação)	Comparação entre agentes de controle biológico e tratamento controle ou testemunha.
O (Desfecho)	Tendências observadas no controle biológico da antracnose no feijoeiro.

Fonte: Adaptado de *Centre for Reviews and Dissemination* da Universidade de York (Inglaterra), 2009.

3.5 Fontes de informações e estratégias de recuperação de dados

A busca por textos científicos foi realizada nas bases de dados Periódicos Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Banco de Teses da Capes, Scopus, Web of Science e Scielo, considerando publicações até outubro de 2024. Para melhorar a recuperação das informações, foram utilizados operadores booleanos (AND, OR, NOT) em combinação com os descritores temáticos, conforme ilustrado na Figura 7 e detalhado na Tabela 6. Essa abordagem visa garantir um alcance abrangente dentro do tema, atendendo ao direcionamento de alta sensibilidade, recomendado para a etapa inicial da revisão sistemática.

Tabela 6: Estratégia de recuperação de publicações nas bases de dados eletrônicas

Conectores	Descriidores
AND	(Control Anthracnose AND bean) NOT (Soybean) NOT (Caster Bean), (Controle AND Colletotrichum Lindemuthianum) AND (feijão),
OR	(Controle AND Antracnose) AND (feijão) OR (Manejo AND Antracnose) AND (Feijão), (Controle AND Antracnose) AND (feijoeiro)
NOT	OR (Manejo AND Antracnose) AND (feijoeiro).

Fonte: Elaborado pelos autores.

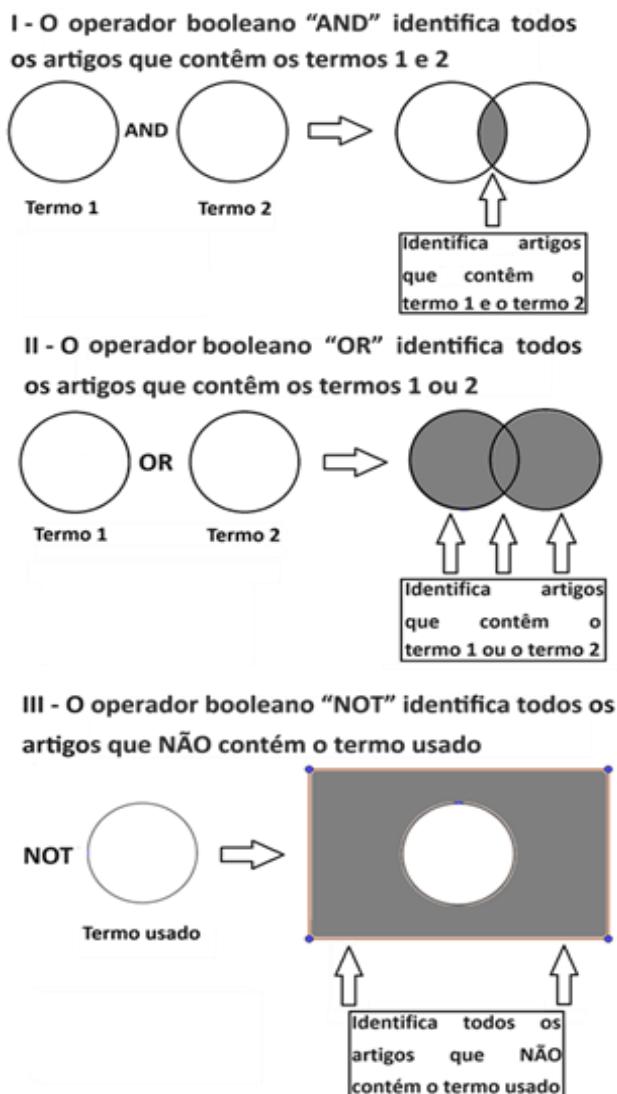


Figura 5: Diagrama de Venn ilustrando o uso dos operadores Booleanos AND, OR e NOT.

Fonte: Adaptado de Akobeng (2005a)

3.6 Seleção dos estudos

A seleção dos estudos ocorreu em etapas, iniciando pela identificação dos trabalhos com base no título e no resumo, observando os estudos em que a experimentação ocorreu no Brasil. Em seguida, foram eliminadas as publicações duplicadas, ou seja, aquelas derivadas da mesma pesquisa, priorizando-se a versão mais completa do texto. Após essa etapa foram identificados os textos que tratavam sobre o controle biológico resultando em 28 estudos e destes 3 foram selecionados para a meta-análise após a avaliação da qualidade metodológica, conforme as diretrizes de Moher et al. (2009) e Page et al. (2021). A Figura 8 ilustra o fluxo das etapas do processo de revisão sistemática.

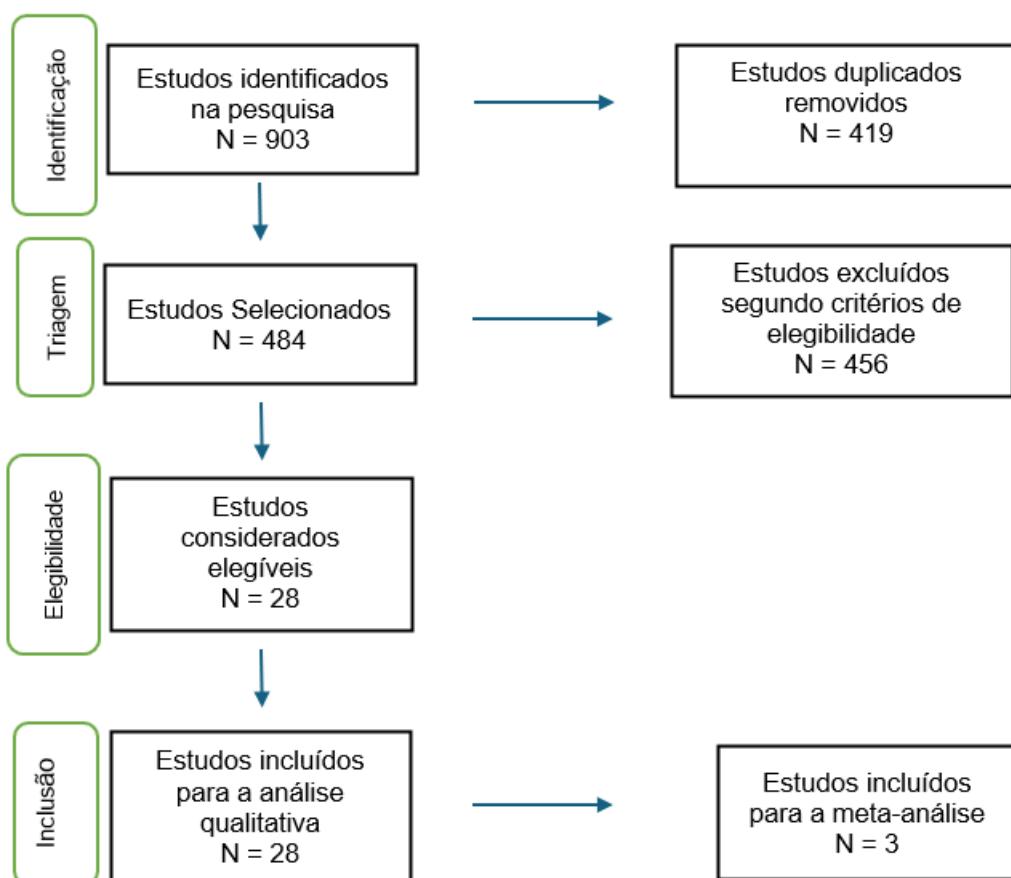


Figura 6: Fluxograma da estratégia de busca e do processo de inclusão/exclusão de estudos

Fonte: adaptado de Roever, 2017.

3.7 Extração e organização dos dados

A coleta de dados foi realizada por meio da análise individual de cada estudo, registrando informações essenciais como autoria, ano de publicação, localidade (cidade e estado), tipo de experimento, tipo de controle adotado e principais resultados (medidas do tratamento biológico e do controle químico)/conclusões. Esses critérios foram selecionados por serem recorrentes nas publicações analisadas. Os dados foram organizados de forma padronizada, conforme Tabela 7.

Tabela 7: Instrumento de Padronização para Registro dos Estudos Recuperados

Autor (a)	Ano de Publicação	Localidade (cidade/estado)
Tipo de experimento	Tipo de Controle	Resultados/ conclusão

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.8 Avaliação da Qualidade dos Estudos

A ferramenta SYRCLE's Risk of Bias Tool (*Systematic Review Centre for Laboratory Animal Experimentation*) é utilizada para avaliar o risco de viés em estudos experimentais. Embora tenha sido desenvolvida para experimentos com animais, também pode ser aplicada a estudos com outros organismos biológicos, incluindo ensaios com plantas e agentes de biocontrole. Essa ferramenta (Tabela 8) permite avaliar a qualidade metodológica dos estudos, identificando potenciais vieses nos experimentos e garantindo maior confiabilidade nos resultados (Hooijmans et al., 2014).

Tabela 8: Critérios de avaliação dos textos usando ferramenta SYRCLE's Risk of Bias Tool.

Tipos de vieses avaliados	Pergunta
Viés de seleção	1. A sequência de alocação foi gerada e aplicada adequadamente? (aleatorização descrita)
	2. Os grupos eram semelhantes no início do estudo ou foram ajustados para fatores de confusão na análise?
	3. A alocação foi adequadamente ocultada?
Viés de desempenho	4. As parcelas foram alojadas aleatoriamente durante o experimento?
	5. Os cuidadores e/ou pesquisadores não tinham conhecimento sobre qual intervenção cada parcela recebeu durante o experimento?
Viés de detecção	6. As parcelas foram selecionadas aleatoriamente para avaliação dos resultados?
	7. O avaliador do resultado foi cego?
Viés de atrito	8. Os dados de resultados incompletos foram abordados adequadamente?
Viés de relatório	9. Os relatórios do estudo estão livres de relatórios de resultados seletivos?
Outro	10. O estudo estava aparentemente livre de outros problemas que poderiam resultar em alto risco de viés?

Fonte: Adaptado de Hooijmans et al., 2014.

Dois avaliadores fizeram o uso desta ferramenta e responderam as 10 perguntas do questionário de avaliação, para cada texto, com as alternativas: sim, representado pelo número 1; não, com o 0 ou incerto, pelo valor 0,5. Cada texto avaliado alcançou um valor total, resultado do somatório dos valores obtidos em cada pergunta. Cada avaliador registrou suas respostas ao questionário sobre cada texto. Essas respostas foram submetidas ao cálculo do coeficiente *kappa*. Textos cuja avaliação somatória ficou abaixo do valor 4 foram considerados para a exclusão.

3.8.1 O coeficiente *kappa*

O coeficiente *kappa* de Cohen trata-se de uma medida estatística que quantifica a concordância entre dois avaliadores que produzem respostas categóricas relacionadas aos textos avaliados (Fleiss, Cohen e Everitt, 1969; Landis e Koch, 1977; Li, Gao, Yu, 2023).

A expressão que fornece o coeficiente *kappa* de Cohen, conforme define Fleiss, Cohen e Everitt, (1969):

$$\kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo:

P_o – Proporção de observações concordantes

P_e – Proporção de concordância esperada

O coeficiente *kappa* foi utilizado segundo a ferramenta *Syrkle's Risk of Bias Tool*. Para cada coeficiente *kappa* foi obtido o *p-valor*. Suas medidas, conforme as classificações dos níveis de concordância, são descritas na tabela 9, segundo Landis e Koch (1977).

Tabela 9: Medidas de concordância para dados categóricos por meio do coeficiente *kappa*.

Estatística Kappa	Força de Concordância
< 0,00	Pobre
0,00 – 0,20	Leve
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Substancial
0,81 – 1,00	Quase perfeita

Fonte: Landis e Koch, 1977.

3.8.2 Síntese e interpretação dos dados

Na revisão sistemática os dados analisados podem ser qualitativos, quantitativos ou qualitativos e quantitativos. Quando os dados são qualitativos pode ser organizada uma síntese narrativa por meio do agrupamento dos resultados em categorias temáticas e da comparação de padrões e tendências. Os resultados são apresentados de forma clara e objetiva, destacando as implicações científicas e práticas, bem como as limitações e a qualidade das evidências. A interpretação considera a consistência dos achados, a robustez das evidências e a identificação de possíveis vieses (Tabela 8, p.35), garantindo maior rigor e confiabilidade à análise (De-La-Torre-Ugarte-Guanilo, Takahashi e Bertolozzi, 2011).

Quando se observam dados quantitativos nos estudos, pode-se realizar uma meta-análise, combinando estatisticamente os resultados dos estudos individuais a fim de se obter uma estimativa do efeito sumário. Deve-se atentar para os critérios para a elegibilidade dos estudos apropriados para a realização da meta-análise (Donato e Donato, 2019).

Quando cabe a síntese dos dados como a Revisão Integrativa, é por que a pesquisa possibilita a reunião dos dados quantitativos e qualitativos ou categóricos para uma conclusão mais plena em torno da questão. Esse tipo de pesquisa possibilita o uso de dados oriundo de experimentos e categóricos, empíricos e teóricos, estendendo a contribuição nas diversas perspectivas de um mesmo fenômeno e oportunizando uma visão mais holística (De-La-Torre-Ugarte-Guanilo, Takahashi e Bertolozzi, 2011).

Os tipos de sínteses de revisão sistemática dependem dos dados extraídos nesta revisão, se quantitativos ou qualitativos, ou qualitativos e quantitativos conforme pode-se notar na Figura 9.

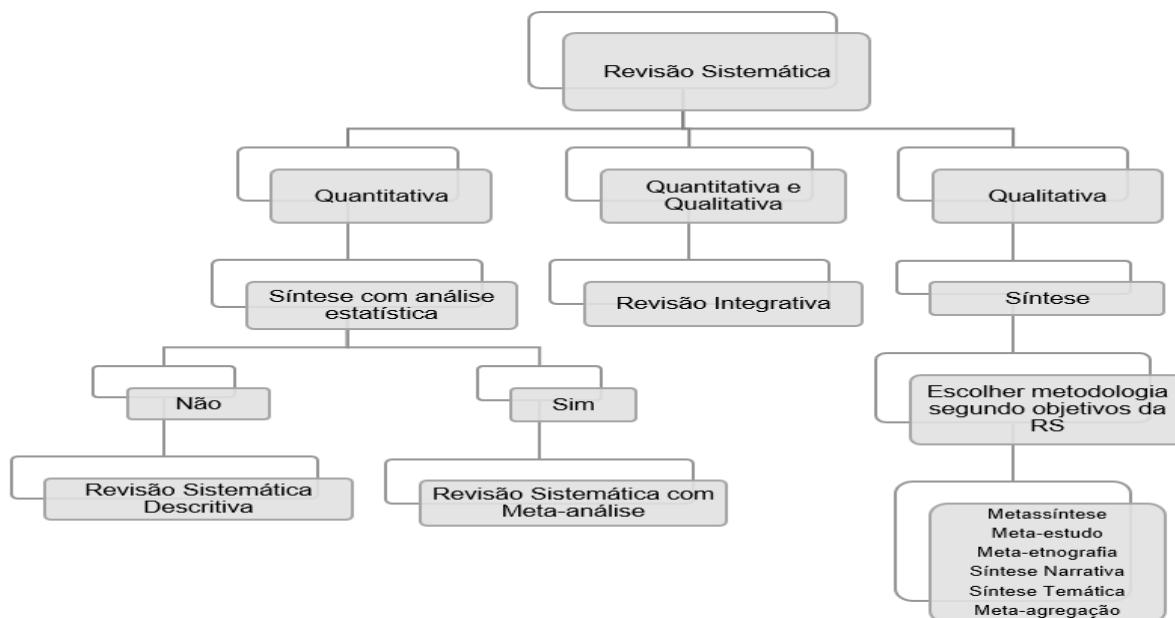


Figura 7: Metodologias para síntese das evidências científicas, segundo abordagem quantitativa ou qualitativa.

Fonte: De-la-Torre-Ugarte-Guanilo, Takahashi e Bertolozzi, 2011.

3.8.3 Meta-análise dos dados

A meta-análise constitui-se como a análise estatística de um conjunto de dados quantitativos de ao menos dois estudos independentes obtidos a partir da revisão sistemática gerando uma única estimativa de efeito (Borenstein et al., 2009; Mazin e Martinez, 2009; Brasil, 2014a; Barbosa Filho, 2024). A técnica estima o tamanho do efeito, a consistência desse efeito e a heterogeneidade dos estudos incluídos (Borenstein et al., 2009).

3.8.3.1 Modelo de efeito fixo e modelo de efeito aleatório

No modelo de efeito fixo, ou comum a todos os estudos, assume-se que o verdadeiro efeito de interesse é o mesmo, e que as diferenças existentes entre eles resultam exclusivamente de erros devido às amostras, refletindo a variabilidade intraestudo (Rodrigues; Ziegelmann, 2010). A descrição do modelo de efeito fixo é dado pela equação (Eq. 2).

$$Y_j = \theta + \varepsilon_j \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

Y_j – é o efeito observado no estudo j;

θ – é o efeito comum a todos os estudos ou medida meta-analítica;

ε_j – é o erro aleatório do estudo j.

Por meio do modelo de efeitos aleatórios supõe-se que o efeito de interesse não é comum aos estudos incluídos na meta-análise. Assume-se que esses estudos constituem uma amostra aleatória de uma população hipotética de estudos sobre o mesmo fenômeno. Assim, embora os efeitos estimados em cada estudo não sejam os mesmos, entende-se que eles estão relacionados entre si por meio de uma distribuição de probabilidade, usualmente conhecida como normal (Rodrigues e Ziegelmann, 2010). A descrição do modelo de efeito aleatório é dado pela equação (Eq. 3).

$$Y_j = \theta + \zeta_j + \varepsilon_j \quad (\text{Eq. 3})$$

Em que:

Y_j – é o efeito observado no estudo j;

θ – é o efeito comum a todos os estudos ou medida meta-analítica;

ζ_j – é o efeito aleatório em cada estudo j;

ε_j – é o erro aleatório do estudo j.

3.8.3.2 Teste Q de Cochran e a estatística I^2

O teste Q de Cochran é a métrica da meta-análise para verificar a existência de heterogeneidade entre os estudos incluídos. Sua hipótese nula consiste na afirmação de que os estudos são homogêneos (Rodrigues e Ziegelmann, 2010). O cálculo é realizado pela equação (Eq. 4).

$$Q = \sum_{j=1}^J W_j (Y_j - \hat{\theta})^2 \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que:

Y_j – é o efeito observado no estudo j;

$\hat{\theta}$ – é estimativa para a medida meta-analítica;

W_j – é o peso do estudo j.

Higgins et al. (2024) propõem que seja aplicada a estatística I^2 , que avalia a heterogeneidade por meio de uma equação que depende da estatística Q do teste de Cochran (Rodrigues e Ziegelmann, 2010). A equação (Eq. 5) expõe esse cálculo.

$$I^2 = \frac{Q - (N-1)}{Q} \times 100 \% \quad (\text{Eq. 5})$$

N é o número de comparações (Tratamento/ Controle) incluídos na meta-análise e o valor de I^2 pode variar de valores negativos a 100%, sendo que esses valores negativos são atribuídos a mesma interpretação dada a 0%. Nesse sentido os valores próximos a 0% indicam a não heterogeneidade entre os estudos. Já os que estão em torno de 25%, apontam para estudos com baixa heterogeneidade. Valores em torno de 50% já apresentam heterogeneidade moderada e, os que estão próximos de 75% alta heterogeneidade existente entre os estudos (Rodrigues e Ziegelmann, 2010).

3.8.3.3 O efeito escolhido

Dentre os efeitos utilizados em uma meta-análise a escolha neste estudo foi pelo uso do Risco Relativo (RR), devido a facilidade na interpretação, a fim de comparar efetivamente o tratamento biológico com o tratamento químico já consolidado nas pesquisas e no mercado (Borenstein et al., 2009). O Risco Relativo é obtido pela equação (Eq. 6).

$$RR = \frac{\frac{T}{n_t}}{\frac{C}{n_c}} \quad (\text{Eq. 6})$$

Que se $n_t = n_c$ poderá ocorrer a simplificação e obter a expressão (Eq. 7)

$$RR = \frac{T}{C} \quad (\text{Eq. 7})$$

Em que:

RR – Risco Relativo;

T – valor mensurado relativo à implementação do tratamento biológico;

C - valor mensurado relativo à implementação do controle químico;

n_t – número de repetições relativas à implementação do tratamento biológico;

n_c - número de repetições relativas à implementação do controle químico.

Em geral os artigos, as dissertações e teses da área de ciências agrárias reportam o número de repetições (n) por tratamentos, a estimativa do coeficiente de variação do global dos experimentos e raramente reportam os valores dos erros associados a cada média. Sob a hipótese de homogeneidade de variâncias para os resíduos de cada tratamento pela análise de variância (ANOVA) obtém-se a estimativa comum de variabilidade para todas as médias que é o quadrado médio do resíduo (QMResíduo) (Borenstein et al., 2009). Assim as estimativas de erros para as médias do tratamento controle biológico e do controle químico foram obtidas por meio das equações (Eq. 8 e Eq. 9).

$$QMRes = \left(\frac{CV}{100} \times \mu_g \right)^2 \quad (\text{Eq. 8})$$

e

$$SE_{\hat{\mu}} = \frac{n_t + n_c}{n_t \times n_c} \cdot QMRes \quad (\text{Eq. 9})$$

Em que:

n_t – número de repetições relativas a implementação do tratamento biológico;

n_c – número de repetições relativas a implementação do controle químico;

$QMRes$ – quadrado médio do resíduo – estimativa para a variância;

CV – coeficiente de variação;

μ_g – média geral;

$SE_{\hat{\mu}}$ – estimativa do erro padrão das médias.

3.8.3.4 Software utilizado para o tratamento estatístico

A meta-análise foi realizada por meio do uso do pacote *METAFOR* (Viechtbauer, 2010) no R CORE TEAM (2025) e demais tratamentos estatísticos existentes também foram feitos com o uso deste software (Wickham, 2016). O pacote *METAFOR* requer para a entrada dos dados e realização da meta-análise a estrutura dos vetores conforme Tabela 10.

Tabela 10: Formato da tabela contendo dados coletados dos trabalhos para entrada no R

Estudos (Autor, ano)	Tratamento	se_trat	n_trat	Controle	se_cont	n_cont

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise temporal e institucional das publicações sobre Controle Biológico da Antracnose no Feijoeiro

A análise temporal dos 28 estudos incluídos na revisão sistemática revela um crescimento expressivo da produção científica sobre o controle biológico da antracnose no feijoeiro a partir de 2012 (Figura 10, p.44). Desse total, 12 são artigos científicos e 17 correspondem a trabalhos acadêmicos (9 dissertações e 7 teses), conforme demonstrado na tabela 11, evidenciando a importância do meio acadêmico na fase inicial de geração de conhecimento sobre o tema. Observa-se um predomínio de teses e dissertações, indicando que, antes da consolidação em periódicos científicos, a maior parte dos estudos foi desenvolvida em programas de pós-graduação. Esse panorama reforça o papel central das universidades como pólos de produção e disseminação do conhecimento técnico-científico relacionado ao controle biológico da antracnose no feijoeiro (CRD, 2009; Campbell Collaboration, 2021).

Nota-se que os estudos sobre o controle biológico da antracnose no feijoeiro estão distribuídos entre 1991 e 2024. O primeiro registro data de 1991 (Oliveira et al., 1991), mas a maior parte da produção científica ocorreu nas duas últimas décadas. Isso indica que, embora a antracnose seja uma doença conhecida há muito tempo, o enfoque no controle biológico é relativamente recente e vem ganhando destaque. Entre 2015 e 2024, foram identificadas 18 publicações, evidenciando uma intensificação das pesquisas e refletindo o crescente reconhecimento do controle biológico como estratégia possível no manejo da doença (Henkemeier, 2015; Stefanello, 2015; Harms, 2016; Junges, 2016; Dildey, 2017; Figueira, 2018; Silva et al., 2018; Oliveira et al., 2019; Martins et al., 2019; Alvarado Moreno, 2021; Beladeli et al., 2021; Farias et al., 2021; Lemes et al., 2021; Moreira, 2021; Mota et al., 2021; Christmann, 2022; Pinto, 2023; Matos et al., 2024) (Figura 10). Esse panorama indica uma tendência pela consolidação do tema na literatura científica, com aumento significativo na divulgação dos resultados em periódicos especializados. Além disso, o crescimento desse interesse pode estar relacionado à demanda por práticas agrícolas mais sustentáveis e ambientalmente responsáveis (Zambolim, 2000; Bettoli e Morandi, 2009; Pedro et al., 2012; Christmann, Dalla Pria e Scortegagna, 2023).

Tabela 11: Publicações selecionadas que atenderam aos critérios de elegibilidade para inclusão na revisão sistemática.

Autor(es)	Tipo de publicação	Fonte / Universidade / Ambiente do estudo
Matos et al., (2024)	Artigo	Journal of Soil Science and Plant Nutrition v.24, p.7298-7312, 2024. UFOP. Casa de Vegetação.
Mota et al., (2021)		Biological Control, v.159, n. 104629, 2021. UFLA. Laboratório e Casa de vegetação.
Beladeli et al., (2021)		Brazilian J. of Dev., Curitiba, v.7, n.3, p.25143-25161, 2021. UNIOESTE. Campo.
Lemes et al., (2021)		Sustainability, v.13, n.16, p.9354, 2021. UFOP. Laboratório.
Farias, Cruz e Duarte (2020)		Caderno de Ciências Agrárias, v.12, p.01-06, 2021. UFPB. Laboratório.
Martins et al., (2019)		Biological Control, v.131, p.36-42, 2019. UFLA. Laboratório e Casa de vegetação.
Oliveira et al., (2019)		Rev. Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v.14, n.4, 2019. UNICENTRO. Campo.
Silva et al., (2018)		Cienencia e Investigación Agraria, v.45, n.3, p.290-300, 2018. UFPE. Casa de Vegetação.
Aquiar, Bonaldo e Moraes (2014)		Scientific Eletronic Archives, n.7, p.17-25, 2014. UFMT. Campo.
Pedro et al., (2012)		Pesq. agrop. bras., v.47, n.11, p.1589-1595, 2012. IB - SP. Casa de Vegetação.
Campos et al., (2009)		Pesq. agropec. bras., v.44, n.1, p.15-21, 2009. EMBRAPA - RS. Laboratório e Casa de vegetação.
Campos et al., (2004)		Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.7, p.637-643, 2004. EMBRAPA - RS. Laboratório.
Pinto (2023)		Universidade Federal de Santa Maria, 2023. Estufa agrícola.
Moreira (2021)		Universidade Federal de Santa Maria, 2021. Laboratório e Estufa agrícola
Stefanello (2015)		Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015. Laboratório e Casa de vegetação.
Henkemeier (2015)	Dissertação	Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015. Campo.
Dildey (2014)		Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2014. Casa de vegetação.
Anacker (2013)		Universidade Federal de Pelotas, 2013. Casa de vegetação.
Baldo (2008)		Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2008. Laboratório e Casa de vegetação.
Assi (2005)		Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2005. Laboratório e Casa de vegetação.
Christmann (2022)		Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2022. Campo.
Alvarado-Moreno (2021)		Universidade Federal de Viçosa, 2021. Casa de vegetação
Figueira (2018)		Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2018. Casa de vegetação.
Dildey (2017)		Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2017. Laboratório.
Harms (2016)		Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2016. Laboratório e Casa de vegetação.
Junges (2016)	Tese	Universidade Federal de Santa Maria, 2016. Casa de vegetação.
Fernandes (2009)		Universidade Federal de Pelotas, 2009. Casa de vegetação.
Oliveira (1991)		Universidade de São Paulo, 1991. Casa de vegetação e Campo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Observa-se que, entre os anos de 2021 e 2024, houve um aumento na frequência de publicações em periódicos científicos, superando o número de teses e dissertações. Esse dado revela uma tendência de consolidação das pesquisas, com os resultados sendo divulgados em veículos de maior visibilidade e impacto científico. Tal transição não apenas reflete a maturidade alcançada pelos estudos sobre o tema, mas também indica uma ampliação na disseminação do conhecimento gerado (Galvão, Sawada e Mendes, 2003; Page et al., 2021). O ano de 2021 merece destaque, por concentrar quatro publicações em periódicos (Beladeli et al., 2021; Farias et al., 2021; Lemes et al., 2021; Mota et al., 2021), o maior número registrado em um único ano dentro do recorte analisado.

Os resultados evidenciam o fortalecimento das investigações sobre a antracnose do feijoeiro nos últimos anos, com crescimento expressivo na produção científica, especialmente em forma de artigos. Esse avanço reflete não apenas a consolidação do tema na comunidade acadêmica, mas também sua crescente projeção na literatura especializada (Galvão, Sawada e Mendes, 2003; Page et al., 2021).

Observa-se, ainda que ocorre pelo menos uma publicação ao ano sobre o interesse pelo controle biológico da antracnose, demonstrando visibilidade e reconhecimento nos estudos da área a partir de 2012, conforme o gráfico da figura 10.

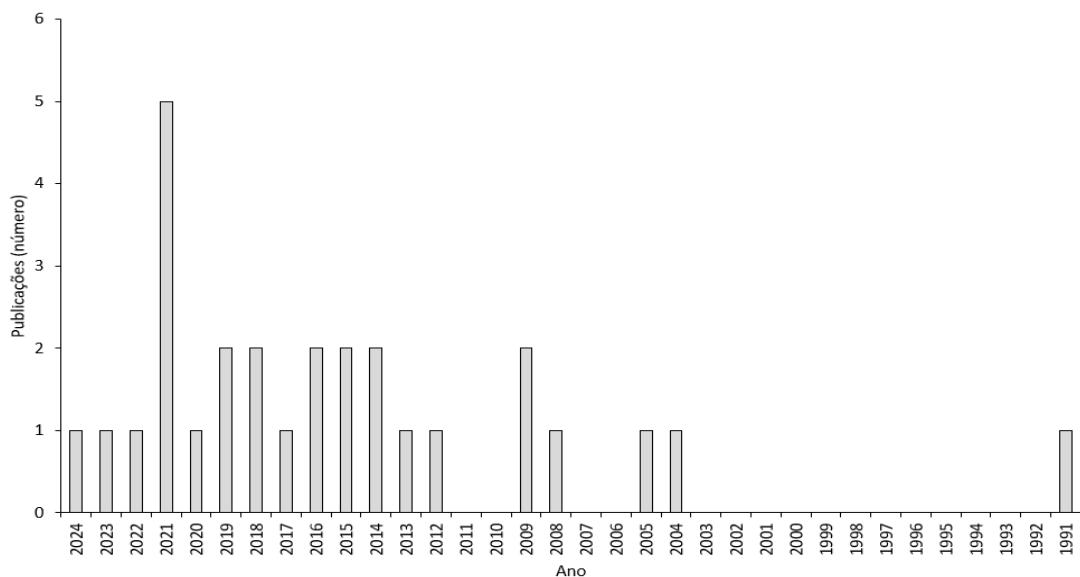


Figura 8: Análise temporal das publicações selecionadas que atenderam aos critérios de elegibilidade para inclusão na revisão sistemática.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A análise da dispersão geográfica das produções científicas evidencia que a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) lidera em número de publicações sobre o controle biológico da antracnose no cultivo do feijão, com oito estudos identificados (Assi, 2005; Baldo, 2008; Dildey, 2014; Stefanello, 2015; Henkemeier, 2015; Dildey, 2017; Figueira, 2018; Beladeli et al., 2021), consolidando-se como um polo de referência nacional nessa temática. Em seguida, destacam-se a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com três estudos (Junges, 2016; Moreira, 2021; Pinto, 2023), e a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), com dois (Anacker, 2013; Fernandes, 2009), além de outras instituições federais e estaduais que também contribuem significativamente para o avanço da pesquisa agrícola no país. Essa predominância institucional reforça o papel estratégico das universidades públicas na geração de conhecimento voltado à sustentabilidade no campo. Destes 28 textos destacam-se as instituições dos estados do Paraná com 10 publicações, estado de maior produção no âmbito nacional, seguido pelo estado do Rio Grande do Sul com 7 publicações e o estado de Minas Gerais com 5 publicações conforme se vê no gráfico da figura 11.

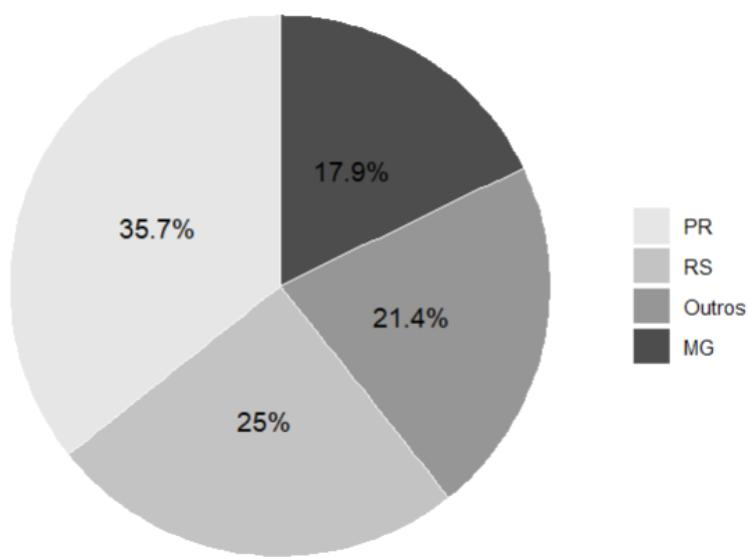


Figura 9: Distribuição geográfica dos 28 estudos elegidos por estado.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A maioria dos estudos (24 em laboratório e 20 em casa de vegetação/ estufa agrícola – Tabela 12 e Figura 12) foi realizada em ambientes controlados. Essa predominância inicial é justificável, visto que esses ambientes oferecem condições

ideais para isolar variáveis e elucidar mecanismos de ação dos agentes de biocontrole, garantindo reprodutibilidade e segurança experimental (Bettoli e Morandi, 2009). Contudo, a baixa frequência de ensaios de campo (oito trabalhos – Tabela 12 e Figura 12) indica uma lacuna crucial a ser superada para a validação prática das tecnologias.

Tabela 12: Distribuição das 28 publicações por ambiente de experimentação identificados

Local do experimento	Publicações
Laboratório	Oliveira (1991), Campos (2004), Assi (2005), Baldo (2008), Fernandes (2009), Pedro et al. (2012), Anacker (2013), Dildey (2014, 2017), Stefanello (2015), Figueira (2018), Harm (2016), Junges (2016), Silva et al. (2018), Martins (2019), Oliveira et al. (2019), Farias, Cruz e Duarte (2020), Lemes (2021), Moreira (2021), Mota (2021), Alvarado-Moreno (2021), Christmann (2022), Pinto (2023) e Matos (2024).
Casa de Vegetação / Estufa agrícola	Oliveira (1991), Assi (2005), Baldo (2008), Campos (2009), Pedro et al. (2012), Anacker (2013), Dildey (2014, 2017), Henkemeier (2015), Stefanello (2015), Harms (2016), Junges (2016), Figueira (2018), Silva et al. (2018), Martins (2019), Lemes (2021), Moreira (2021), Mota (2021), Alvarado-Moreno (2021), Christmann (2022) e Pinto (2023).
Campo	Oliveira (1991), Fernandes (2009), Aguiar, Bonaldo e Moraes (2014), Harm (2016), Oliveira et al. (2019), Beladeli et al. (2021) e Christmann (2022).

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A baixa frequência de estudos conduzidos em campo, Tabela 12 e Figura 12, aponta uma lacuna importante a ser superada para garantir a transferência dos resultados para a prática agrícola.



Figura 10: Distribuição dos ambientes de experimentação entre os 28 estudos incluídos.

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A continuidade dos estudos, portanto, deve priorizar a validação das tecnologias promissoras em condições reais de cultivo, onde fatores como clima, solo, interação com outros organismos e práticas agrícolas influenciam diretamente na eficiência do controle biológico. Além disso, os ensaios em campo são fundamentais para avaliar, inclusive, a viabilidade econômica, a persistência e a aplicação dos bioagentes em larga escala, elementos indispensáveis para seu uso pelos agricultores. Assim, o avanço da pesquisa exige uma transição planejada e gradual do laboratório para o campo, garantindo que os agentes biológicos não apenas funcionem em condições ideais, mas também contribuam efetivamente para o manejo sustentável da antracnose no feijoeiro (Zambolim, 2000; Bettoli e Morandi, 2009).

4.2 Bioagentes empregados no controle do *C. lindemuthianum* em feijoeiro

Os principais bioagentes utilizados no controle da antracnose no feijoeiro, causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, incluem fungos do gênero *Trichoderma* e bactérias dos gêneros *Bacillus*, *Pantoea*, *Acinetobacter* e *Pseudomonas*, entre outros microrganismos, conforme apresentado na Tabela 13.

4.2.1 Fungos do gênero *Trichoderma*

Trichoderma é o bioagente mais utilizado no controle biológico de fitopatógenos, com diversas espécies e cepas, incluindo *T. asperellum*, *T. harzianum*, *T. virens*, *T. strigosum* e *T. theobromicola*. Sua eficácia como antagonista tem sido amplamente demonstrada em pesquisas, tanto no solo quanto na parte aérea das plantas (Moreira, 2021). No Brasil, *Trichoderma* se destaca como o fungo mais investigado, sendo o principal microrganismo relatado na literatura para o controle biológico da antracnose. Entre os 28 estudos selecionados nesta revisão sistemática, 14 abordam seu uso no controle biológico do feijoeiro (Pedro et al., 2012; Aguiar et al., 2014; Dildey, 2014; Henkemeier, 2015; Junges, 2016; Dildey, 2017; Silva, 2018; Figueira, 2018; Beladeli et al., 2021; Alvarado Moreno, 2021; Moreira, 2021; Christmann, 2022; Pinto, 2023).

Tabela 13: Síntese das Estratégias Biológicas no Controle da Antracnose do Feijoeiro: Bioagentes, Raças do Patógeno, Métodos de Aplicação e Cultivares

Autor(es)	Bioagente	Raça de <i>C. lindemuthianum</i>	Aplicação	Cultivar do Feijoeiro
Fungos do gênero <i>Trichoderma</i>				
Pinto (2023)	<i>Trichoderma</i> (bioproduto)	65 e 77	Redução da severidade não foi alcançada apenas com o bioproduto	IPR Tuiuiú, IPR Uirapuru, IPR Urutau
Christmann (2022)	<i>Trichoderma spp.</i>	81 (CI 1912 /81)	Inibição do crescimento micelial e indução de resistência	Veloz, Tuiuiú, Uirapuru, Esteio
Beladeli et al., (2021)	<i>Trichoderma asperellum</i>	NI	Não houve diferença significativa com a testemunha	IPR Tangará
Alvardo Moreno (2021)	<i>Trichoderma spp.</i>	89 (Isolado A2 2-3)	Aplicado em sementes germinadas, raízes e folhas	Pérola
Moreira (2021)	<i>Trichoderma spp.</i>	81	Inibição do crescimento micelial e tratamento de sementes	Veloz, Tuiuiú, Uirapuru, Urutau, Esteio
Farias, Cruz e Duarte (2020)	<i>Trichoderma spp.</i> (5 cepas)	<i>C. truncatum</i>	Inibição do crescimento micelial	Feijão-fava
Figueira (2018)	<i>T. harzianum</i> (TOD1), <i>T. virens</i> (TM4)	73 (CI 1247-78)	Indutor de resistência	IPR Tangará
Silva et al., (2018)	<i>T. aureoviride</i> URM 5158 / URM 5771	NI	Antagonismo, indução de resistência e elevação da atividade enzimática	Feijão-Caupi
Dildey (2017)	<i>Trichoderma spp.</i>	91 (CI 1247-91)	Redução da antracnose no efeito local	IPR-Colibri
Stefanello (2015)	<i>Trichoderma spp.</i>	91 (CI 1247-91 CNPAF EMBRAPA)	Redução da germinação do patógeno, inibição do crescimento e aumento da atividade enzimática	IAPAR 81
Henkemeier (2015)	<i>Trichoderma spp.</i>	NI	NI	IAPAR 81, IPR Tuiuiú
Aguiar, Bonaldo e Moraes (2014)	<i>T. virens</i> , <i>T. harzianum</i> + fosfito de potássio	NI	Redução da severidade	Branquinho
Dildey (2014)	<i>Trichoderma spp.</i>	91 (CI1247-91)	Promoção de crescimento e indução de resistência	IAPAR 81
Pedro et al. (2012)	<i>T. harzianum</i> , <i>T. strigosum</i> , <i>T. theobromicola</i>	65 (14313-65)	Promoção de crescimento e proteção (local e sistêmica) à antracnose	Pérola
Bactérias (<i>Bacillus</i>, <i>Pantoea</i>, <i>Acinetobacter</i>, <i>Pseudomonas</i>)				
Matos et al. (2024)	<i>Acinetobacter</i> (LR1, C74, RA4), <i>Pantoea</i> (RPT1, C23)	C89 (CI C89)	Inibição do crescimento micelial	NI
Lemes et al. (2021)	<i>Serratia</i> , <i>Dickeya</i> , <i>Nissabacter</i> (diversas cepas)	89	Inibição do crescimento micelial e promoção de crescimento da planta	NI
Martins et al. (2019)	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (ALB629, UFLA285)	Isolado Lv165	Redução no nº de esporos e inibição do crescimento micelial	Pérola

Tabela 13, Cont.

Autor(es)	Bioagente	Raça de <i>C. lindemuthianum</i>	Aplicação	Cultivar do Feijoeiro
Harms (2016)	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i>	NI	Inibição do crescimento micelial e aumento de produtividade	IPR Uirapuru
Junges (2016)	<i>Trichoderma spp.</i> / <i>Bacillus subtilis</i>	UFSM36	Indução de resistência	Minuano
Anacker (2013)	<i>Pseudomonas veronii</i> (DFs513), <i>Bacillus</i> e <i>Pseudomonas</i> (combinado C01)	NI	Redução da incidência/severidade após aplicação 24h antes ou depois da inoculação	BRS Valente
Oliveira (1991)	<i>Bacillus subtilis</i>	65	Indução de resistência	Lustroso, Aeté-3, Carioca Pitoco, Paininha, Carioca Comum, Bico de Ouro
Outros microrganismos				
Mota et al. (2021)	<i>Induratia spp.</i>	65, 89, 73 e 81	Inibição do fungo e redução da severidade	Pérola
Oliveira et al. (2019)	<i>Lentinula edodes</i>	NI	Redução da AACPD da antracnose e aumento da atividade enzimática	IPR Uirapuru
Campos et al. (2004, 2009)	Raça delta avirulenta de <i>C. lindemuthianum</i>	33 e 95	Indução de resistência e controle da antracnose	AB 136, Carioca Macanudo, Rio Tibagi
Fernandes (2009)	Isolados avirulentos de <i>C. lindemuthianum</i> (SC1, SC5, 81, ANT 03/09)	Diversos	Indução de resistência	21 genótipos (pretos e coloridos)
Assi (2005) e Baldo (2008)	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	NI	Indução de resistência (local e sistêmica), atividade antimicrobiana direta, inibição da germinação de esporos e crescimento micelial	IAPAR 81

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Nos estudos que avaliaram a eficiência de diferentes espécies do gênero *Trichoderma* no controle da antracnose do feijoeiro, causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, foram identificadas 15 espécies distintas do gênero utilizadas em diferentes condições e ambientes experimentais. Os experimentos foram realizados em diversos ambientes, como campo, casa de vegetação, estufa agrícola e laboratório. No campo, foram estudadas 8 espécies: *Trichoderma asperellum*, *T. harzianum*, *T. koningiopsis*, *T. lentiforme*, *T. tomentosum*, *T. viride*, *T. virens* e *T. endophyticum* (Aguiar et al., 2014; Henkemeier, 2015; Beladeli et al., 2021; Christmann et al., 2022). Na casa de vegetação, o número de espécies foi maior, totalizando 12 diferentes, entre elas: *T. asperellum*, *T. harzianum*, *T. koningiopsis*, *T. lentiforme*, *T. viride*, *T. virens*, *T. longibrachiatum*, *T. aureoviride*, *T. erinaceum*, *T. endophyticum*, além de isolados classificados como *Trichoderma* sp. (Pedro et al., 2012; Dilley, 2014, 2017; Junges et al., 2016; Figueira, 2018; Silva et al., 2018; Alvarado Moreno, 2021; Christmann et al., 2023). Na estufa agrícola, foram registradas duas espécies, *T. asperellum* e *T. harzianum* (Moreira et al., 2021; Pinto et al., 2023), as mesmas também avaliadas em laboratório (Moreira et al., 2021), onde foram estudadas duas espécies. Ao todo, considerando os diferentes ambientes, foram estudadas 15 espécies distintas de *Trichoderma*, com destaque para *T. asperellum* e *T. harzianum*, recorrentes em praticamente todos os ambientes, o que demonstra seu potencial de aplicação em diferentes condições experimentais.

Diversos estudos demonstraram os efeitos benéficos do uso de *Trichoderma* spp. no manejo da antracnose do feijoeiro. Entre os principais efeitos observados está a redução da severidade da antracnose, relatada em sete estudos (Dilley, 2014; Aguiar et al., 2014; Stefanello, 2015; Dilley, 2017; Christmann et al., 2022; Christmann et al., 2023; Pinto et al., 2023). Outro efeito importante é a inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum*, evidenciada em cinco estudos (Pedro et al., 2012; Stefanello, 2015; Moreira et al., 2021; Farias et al., 2021; Christmann et al., 2022). Além disso, seis estudos abordaram a indução de resistência sistêmica e o aumento da atividade enzimática em plantas tratadas com *Trichoderma* spp. (Pedro et al., 2012; Dilley, 2014; Stefanello, 2015; Figueira, 2018; Silva et al., 2018; Christmann et al., 2022), demonstrando o papel desses microrganismos como indutores de defesa vegetal.

O controle biológico com *Trichoderma* é uma alternativa promissora, mas não é universalmente eficaz por si só. Em alguns estudos, o efeito do bioagente foi limitado

ou dependente de condições específicas, como a raça do patógeno ou o ambiente de cultivo, ou a combinação com outras práticas agrícolas (Beladeli et al., 2021; Pinto et al., 2023). A associação com outras práticas, como o uso de indutores de resistência ou defensivos alternativos, como o fosfato de potássio, pode potencializar seus efeitos (Aguiar et al., 2014; Figueira, 2018; Silva et al., 2018).

A seleção adequada da cultivar também é crucial para o sucesso do biocontrole. Cultivares como IPR Tuiuiú, IPR Quero-Quero e Pérola têm demonstrado bons resultados em diversas pesquisas (Pedro et al., 2012; Alvarado Moreno, 2021; Christmann et al., 2023; Pinto et al., 2023). Além disso, o uso de *Trichoderma* como tratamento de sementes se mostrou eficaz para a introdução e o estabelecimento inicial do bioagente no sistema radicular, contribuindo para o controle da antracnose (Pedro et al., 2012; Moreira et al., 2021).

O uso integrado de *Trichoderma* com outras práticas, como a aplicação conjunta com fosfato de potássio ou indutores de resistência, pode melhorar ainda mais os resultados, promovendo um controle mais eficaz da doença (Aguiar et al., 2014; Silva et al., 2018; Figueira, 2018). Outro ponto importante é o monitoramento da raça do patógeno na região, pois a eficácia do controle biológico depende da compatibilidade entre a cepa de *Trichoderma* e a raça de *Colletotrichum lindemuthianum* presente (Pedro et al., 2012; Dildey, 2017; Christmann et al., 2022).

Adicionalmente, o uso de *Trichoderma* não apenas ajuda no controle da antracnose, mas também promove o crescimento das plantas, trazendo benefícios agronômicos além da redução da severidade da doença (Pedro et al., 2012; Dildey, 2014).

4.2.2 Bactérias (*Bacillus*, *Pantoea*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*) relatadas no controle da antracnose no feijão

Diversas bactérias demonstraram potencial no controle de *C. lindemuthianum* no feijoeiro. Matos et al. (2024) observaram que cepas de *Acinetobacter* (LR1, C74, RA4) e *Pantoea* (RPT1, C23) promoveram a inibição do crescimento micelial da raça C89, evidenciando atividade antagônica significativa.

De forma semelhante, Lemes et al. (2021) relataram que isolados pertencentes aos gêneros *Serratia*, *Dickeya* e *Nissabacter* não apenas inibiram o crescimento micelial da mesma raça, mas também contribuíram para a promoção do

crescimento das plantas. Martins et al. (2019) utilizaram duas cepas de *Bacillus amyloliquefaciens* (ALB629 e UFLA285) contra o isolado de *C. lindemuthianum* (Lv165), e os resultados indicaram redução no número de esporos e inibição do crescimento micelial, com destaque para a cultivar Pérola, que apresentou boa resposta ao tratamento. Harms (2016) também relatou efeitos positivos com o uso de *Bacillus subtilis* e *Bacillus thuringiensis*, que resultaram em inibição do crescimento micelial e aumento da produtividade na cultivar IPR Uirapuru. A combinação de *Trichoderma spp.* com *Bacillus subtilis* foi testada por Junges et al. (2016), demonstrando eficácia na indução de resistência na cultivar Minuano, testada contra *C. lindemuthianum* (UFSM36). Anacker et al. (2013), por sua vez, utilizaram *Pseudomonas veronii* (cepa DFs513) e um consórcio de *Bacillus* e *Pseudomonas* (C01), observando redução significativa na incidência e severidade da doença na cultivar BRS Valente quando a aplicação foi realizada 24 horas antes ou após a inoculação com o patógeno.

Oliveira (1991) demonstrou que *Bacillus subtilis* foi capaz de induzir resistência ao *C. lindemuthianum* (raça 65) em várias cultivares tradicionais, incluindo Lustroso, Aeté-3, Carioca Pitoco, Paininha, Carioca Comum e Bico de Ouro.

Os estudos analisados demonstram que o uso de bactérias como agentes de controle biológico contra *C. lindemuthianum* apresenta resultados promissores, especialmente quando associado a estratégias como indução de resistência. A eficácia observada varia de acordo com a espécie e a cepa do bioagente, a raça do patógeno e, em alguns casos, a cultivar utilizada, sugerindo que a interação entre esses fatores é determinante para o sucesso do controle (Anacker et al., 2013; Martins et al., 2019; Lemes et al., 2021; Matos et al., 2024). Cepas de *Bacillus*, amplamente estudadas, mostraram-se eficazes tanto na inibição direta do patógeno quanto na indução de mecanismos de defesa das plantas. Por exemplo, *Bacillus amyloliquefaciens* (cepas ALB629 e UFLA285) foi eficaz na redução do número de esporos e no crescimento micelial de *C. lindemuthianum* (Martins et al., 2019). Já *Bacillus subtilis* e *Bacillus thuringiensis* demonstraram, além da inibição do fungo, um aumento na produtividade da cultivar IPR Uirapuru (Harms, 2016).

A atuação conjunta entre diferentes gêneros bacterianos, como nos casos envolvendo *Pseudomonas veronii*, *Dickeya* e *Serratia*, mostra que consórcios microbianos podem ampliar o espectro de ação e conferir maior estabilidade ao sistema de controle biológico, principalmente quando se trata da indução de

resistência (Anacker et al., 2013; Lemes et al., 2021). A resposta diferenciada das cultivares também deve ser considerada. Enquanto cultivares modernas como Pérola e IPR Uirapuru responderam positivamente aos tratamentos (Harms, 2016; Martins et al., 2019), genótipos mais antigos como Lustroso e Carioca Pitoco também demonstraram potencial de resposta ao tratamento com *Bacillus subtilis*, indicando que a escolha do material genético pode ampliar a eficiência do biocontrole (Oliveira et al., 1991). O momento da aplicação dos bioagentes também foi decisivo em alguns trabalhos. Anacker et al. (2013) observaram redução significativa da severidade da doença na cultivar BRS Valente quando o tratamento bacteriano foi aplicado 24 horas antes ou após a inoculação do patógeno, reforçando a importância do tempo no uso do controle biológico. Junges et al. (2016) também relataram sucesso na indução de resistência utilizando a combinação de *Trichoderma spp.* e *Bacillus subtilis* na cultivar Minuano, ampliando o espectro de atuação contra a antracnose e mostrando a sinergia entre diferentes tipos de bioagentes.

A partir dos resultados apresentados, é possível identificar estratégias viáveis para aplicação no campo, especialmente voltadas ao controle biológico da antracnose no feijoeiro. O uso de bactérias como *Bacillus* e *Pseudomonas* tem se mostrado uma prática eficaz, especialmente quando aplicadas no tratamento de sementes. Essa forma de aplicação é simples, de baixo custo e favorece a colonização inicial das raízes, promovendo não apenas a redução da severidade da doença, mas também a indução de resistência sistêmica na planta (Oliveira et al., 1991; Martins et al., 2019). Outro ponto importante para o sucesso da prática no campo é a escolha da cultivar. Algumas cultivares têm demonstrado maior responsividade ao uso de bioagentes, como Pérola, IPR Uirapuru, Minuano, Lustroso e Carioca Pitoco, as quais apresentaram menor severidade da antracnose e, em alguns casos, aumento de produtividade (Oliveira et al., 1991; Harms, 2016; Junges et al., 2016). A seleção de cultivares compatíveis com as cepas utilizadas é, portanto, um fator determinante.

Além disso, o uso de consórcios bacterianos – ou seja, a combinação de diferentes gêneros ou cepas, como *Pseudomonas* e *Bacillus* – pode potencializar os efeitos benéficos, garantindo maior amplitude de ação e estabilidade no controle da doença mesmo em condições variáveis de campo. Essa prática pode ser especialmente vantajosa para produtores que enfrentam diferentes raças do patógeno ou condições climáticas desfavoráveis. Outro aspecto fundamental diz respeito ao momento da aplicação. Os melhores resultados foram observados quando os

bioagentes foram aplicados previamente ou logo após a exposição ao patógeno, aproveitando o tempo necessário para que a planta ative seus mecanismos de defesa (Anacker et al., 2013). Isso exige planejamento e atenção ao calendário de cultivo e às condições ambientais.

Por fim, é importante destacar que algumas cepas de bactérias oferecem ainda benefícios agronômicos adicionais, como a promoção do crescimento das plantas. Isso significa que o uso do controle biológico pode não apenas reduzir perdas por doenças, mas também contribuir para o aumento da produtividade de forma sustentável (Harms, 2016; Lemes et al., 2021).

Dessa forma, o controle biológico com bactérias representa uma alternativa prática e promissora, desde que o produtor considere fatores como a escolha da cultivar, o momento da aplicação e o uso de combinações de cepas para alcançar resultados mais consistentes no manejo da antracnose.

4.2.3 Outros microrganismos relatados na literatura para o controle biológico da antracnose no feijão

Diversos estudos investigaram o uso de outros microrganismos no controle da antracnose em feijoeiro. Mota et al. (2021) observaram que o fungo *Induratia spp.* inibiu o crescimento de diferentes raças de *Colletotrichum lindemuthianum* (65, 73, 81 e 89), promovendo redução significativa na severidade da doença na cultivar Pérola. Oliveira et al. (2019) demonstraram que o cogumelo comestível *Lentinula edodes* (shiitake) reduziu a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e aumentou a atividade de enzimas relacionadas à defesa na cultivar IPR Uirapuru. Campos et al. (2004; 2009) e Fernandes et al. (2009) utilizaram raças avirulentas de *C. lindemuthianum* como agentes indutores de resistência, obtendo controle eficaz da doença em cultivares como AB 136, Carioca Macanudo, Rio Tibagi e em 21 genótipos de feijão-preto e carioca. Baldo et al. (2008) e Assi et al. (2005) utilizaram *Pycnoporus sanguineus* (Orelha-de-pau), um fungo saprófita, que apresentou múltiplas formas de ação: indução de resistência (local e sistêmica), atividade antimicrobiana direta e inibição da germinação de esporos e do crescimento micelial na cultivar IAPAR 81.

Os resultados obtidos com o uso de microrganismos no controle da antracnose do feijoeiro revelam estratégias promissoras para aplicação no campo. O fungo *Induratia spp.*, por exemplo, demonstrou eficiência na inibição de diferentes

raças do patógeno (*C. lindemuthianum*), com destaque para a redução da severidade da doença na cultivar Pérola, o que confirma o seu potencial, conforme já mencionado, como ferramenta complementar no manejo integrado da antracnose (Zambolim, 2000; Mota et al., 2021; Tinoco, Silva e Rocha, 2023). De forma semelhante, *Lentinula edodes* apresentou resultados positivos ao reduzir a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e ao aumentar a atividade de enzimas relacionadas à defesa vegetal, como quitinase e β-1,3-glucanase, indicando não apenas ação direta contra o patógeno, mas também estímulo ao sistema de defesa da planta (Oliveira et al., 2019).

Para os produtores, essas evidências apontam para a viabilidade do uso de bioinsumos e agentes alternativos como parte do manejo integrado da antracnose (Zambolim, 2000; Tinoco, Silva e Rocha, 2023). A escolha de cultivares responsivas, como Pérola, IPR Uirapuru, AB 136, Carioca Macanudo, Rio Tibagi e IAPAR 81, pode potencializar os efeitos dessas estratégias. Além disso, práticas como a aplicação de cogumelos ou extratos microbianos, acessíveis e de menor impacto ambiental, alinharam-se às demandas atuais por sistemas produtivos mais sustentáveis. A integração dessas práticas com monitoramento fitossanitário e rotação de cultivares pode representar um avanço significativo na redução das perdas por antracnose, especialmente em áreas onde o uso de defensivos químicos é limitado por custo ou por questões ambientais.

4.3 O uso da ferramenta SYRCLE's Risk of Bias Tool

O resultado da implementação da ferramenta SYRCLE's Risk of Bias Tool foi a inclusão de 12 publicados para a análise da revisão sistemática e, a partir desses a seleção dos incluídos para a meta-análise. O coeficiente *kappa*, métrica da concordância entre os avaliadores, para cada artigo pode ser observado no gráfico da figura 13.

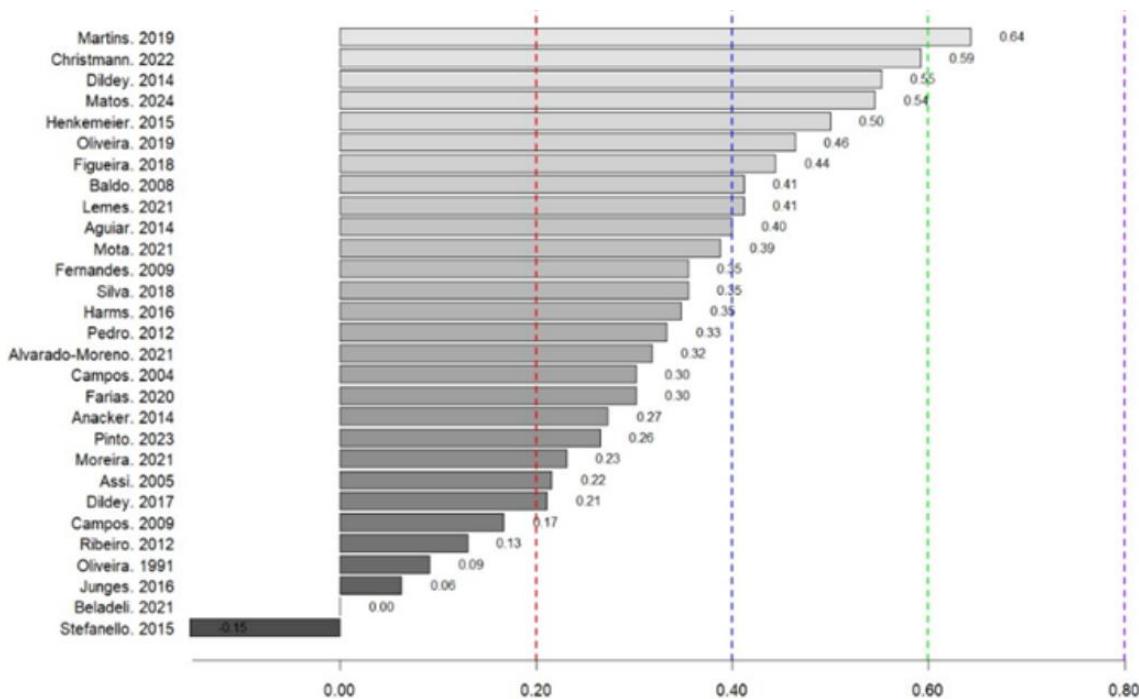


Figura 11: Coeficiente κ entre dois avaliadores para os textos incluídos. Para a classificação da força de concordância tem-se: menor que 0,00 – concordância pobre; de 0,00 a 0,20 – concordância leve; de 0,21 a 0,40 – concordância razoável; de 0,41 a 0,60 concordância moderada; de 0,61 a 0,80 – concordância substancial e de 0,81 a 1,00 – concordância quase perfeita

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Essas avaliações foram submetidas ao teste de hipóteses, tendo sido consideradas as seguintes proposições:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \kappa = 0 \text{ (Não há concordância além do acaso)} \\ H_a: \kappa > 0 \text{ (Há concordância significativa)} \end{array} \right.$$

Há evidência, pelo gráfico da figura 14, de concordância significativa entre os avaliadores ao nível de 1% sobre os textos de Martins (2019) e Dildey (2014). É possível notar, no mesmo gráfico, que há concordância real ao nível de 5% em oito publicados (Dildey, 2014; Henkemeier, 2015; Figueira, 2018; Silva, 2018; Oliveira, 2019; Martins, 2019; Christmann, 2022; Matos, 2024). Observa-se a concordância, significativa ao nível de 10%, entre os avaliadores sobre 12 estudos (Fernandes, 2009; Pedro et al., 2012; Dildey, 2014; Henkemeier, 2015; Figueira, 2018; Silva, 2018;

Oliveira, 2019; Martins, 2019; Alvarado Moreno, 2021; Lemes, 2021; Christmann, 2022; Matos, 2024).

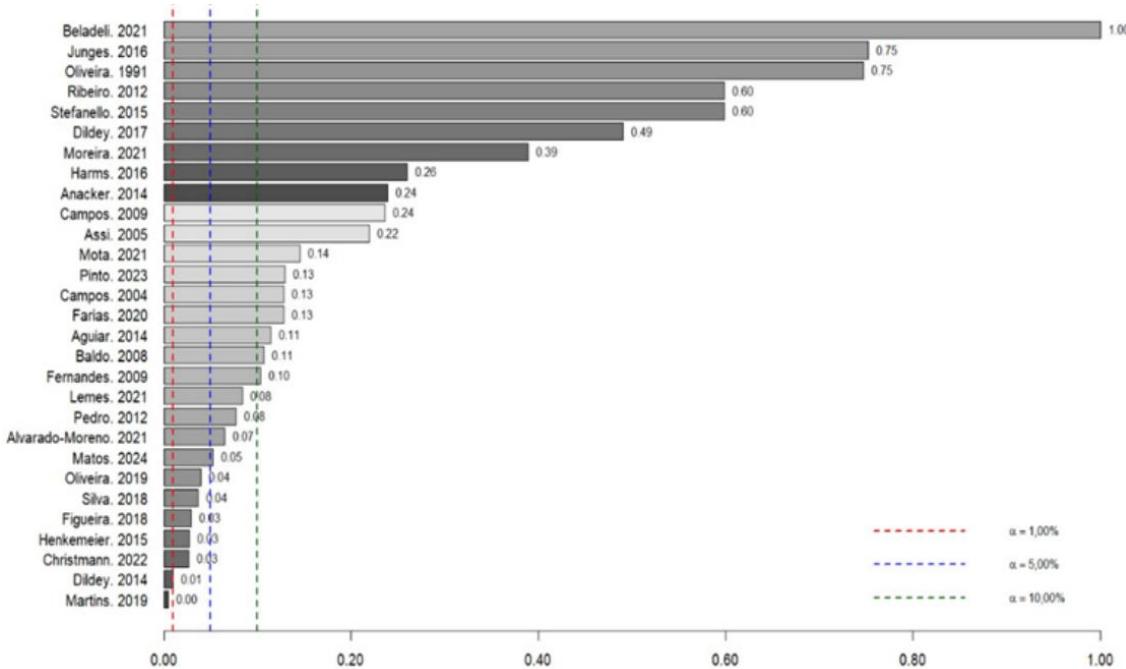


Figura 12: p-valor para cada coeficiente *kappa*

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.4 Meta-análise

Dentre os 28 textos publicados e analisados, 12 foram incluídos pela avaliação da qualidade metodológica realizada entre dois avaliadores que utilizaram a ferramenta SYRCLE's Risk of Bias Tool, os que foram identificados com p-valor < 0,10 (Figura 14) . Como o *Trichoderma* é o microorganismo empregado em 7 dos 12 selecionados optou-se por avaliar, dentre esses 7, aqueles que seriam incluídos na meta-análise.

4.4.1 Estudos que foram incluídos na meta-análise

Observando-se a nova proposta de estrutura de hierarquia das evidências de Murad et al. (2016) e a análoga proposta por este trabalho para a área da produção vegetal (Figura 5, p.24), definiu-se que para a inclusão na meta-análise fossem selecionados os textos que realizaram experimentos em ambientes de campo e casa de vegetação ou estufa agrícola, excluindo-se os que continha exclusivamente

esperimentação *in vitro*. Outro fator que direcionou a seleção dos estudos foi a identificação daqueles que utilizaram o controle químico (produto comercial) como tratamento controle, pois interessa ao estudo a comparação entre o uso do biocontrole e o produto químico já reconhecido como efetivo na literatura. Finalmente os textos que continham amostra inferior a 10 comparações (Tratamento/Controle) foram excluídos por comprometerem a precisão em uma meta-análise restando 3 autores distribuídos em 2 estabelecimentos e por 5 parâmetros para esta análise, conforme o Tabela 14 (Donato e Donato, 2019).

As variáveis observadas nesta meta-análise foram produtividade (em kg/ha), incidência da doença (em porcentagem), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade da doença (porcentagem e em escala de nível).

Tabela 14: Meta-análise global das cinco variáveis em dois estabelecimentos dos ensaios conduzidos por três autores.

Autores, ano	Variável	Estabelecimento	N	GI	$I^2(%)$	RR	IC	p-valor
Christmann (2022) e Henkemeier (2015)	Produtividade	Campo	110	109	46,81	1,00	[0,99;1,00]	0,5351
Christmann (2022)	Incidência	Campo	98	97	0,00	0,87	[0,78;0,98]	0,0190
Christmann (2022)	AACPD Severidade.	Campo	112	111	0,00	0,96	[0,92;1,00]	0,0706
Henkemeier (2015)	Severidade (%)	Campo	52	51	0,00	1,47	[0,87; 2,50]	0,1484
Silva et al. (2018)	Severidade	Casa de vegetação	16	15	0,00	1,02	[0,50; 2,07]	0,9669

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

4.4.2 Produtividade

Gasparotto et al. (2023, p. 451) afirmam que produtividade “é a taxa de produção, biomassa criada numa dada área ou ecossistema, por determinado período de tempo”.

A meta-análise conduzida para a variável produtividade contou com 110 estudos comparativos entre tratamento biológico (*Trichoderma spp.*) e o controle químico (Acibenzolar-S-Metílico (Bion®) e Hidróxido de fentina (Mertin®)), por Christmann (2022) ou o tratamento biológico (*Trichoderma spp.*) e o controle químico (Piraclostrobina (75g.i.a./ha) e Piraclostrobina (6,5 g.i.a./ha⁻¹) + metconazole (4g.i.a./ha⁻¹), por Henkemeier (2015), após a retirada de dados de dois experimentos conduzidos por Christmann (2022) em que um deles na Fazenda Escola Capão da Onça em que houve a interferência de plantas daninhas que levou a não colheita da cultivar IPR Quero-quero bem como a supressão desses dados. E como os dados, dessa mesma autora, sobre a colheita da cultivar IPR Tuiuiu apresentaram valores discrepantes quando comparados aos demais dados para a mesma cultivar e localidade, este estudo decidiu pela exclusão desses dados. Outros dados excluídos correspondem a colheita na fazenda Xaxim, pela mesma autora, em que, por ocasião da safra (setembro 2020), não houve condições ideais (climáticas: temperatura e humidade relativa do ar) para o desenvolvimento e proliferação do fungo fitopatológico prejudicando os dados do experimento. Com isso os 110 estudos já correspondem ao número excluídos os dados desses dois experimentos e assim o efeito médio estimado, obtido pelo modelo de efeitos aleatórios, foi de RR = 1,00 (IC 95%: 0,99–1,00), indicando ausência de diferença significativa entre o tratamento e o controle.

$$\begin{cases} H_0: RR = 1 \\ H_a: RR \neq 1 \end{cases}$$

Como o p-valor global $p = 0,5351$ reforça essa evidência, sugerindo que, em média, o uso do tratamento biológico não resultou em incremento e nem redução de produtividade sob as condições experimentais analisadas (Rodrigues e Ziegelmann, 2010). (Tabela 15)

O valor de $I^2 = 46,81\%$ indica heterogeneidade moderada entre os estudos individuais e revela que pode ser atribuída a diferenças reais nas condições experimentais e não apenas ao acaso. Essa variação é esperada em estudos

agronômicos, especialmente quando envolvem experimentos conduzidos em diferentes regiões, com distintas condições edafoclimáticas, genótipos de feijoeiro, manejos culturais e níveis de incidência de doenças. Apesar disso, a heterogeneidade observada não foi estatisticamente significativa, sugerindo que as diferenças entre os estudos não comprometem a consistência geral do efeito combinado (Pereira e Galvão, 2014; Rodrigues e Ziegelmann, 2010).

Tabela 15: Dados da meta-análise sobre a variável produtividade

Métricas da Meta-análise	Valores	p-valor
Risco Relativo (efeito sumário) com IC 95% (SE = 0,0063)	1, 00 [0,99;1,00]	0,5351
I^2 (teste de heterogeneidade total/ variabilidade total)	46,81%	<0,0001
Q(df109) (teste para heterogeneidade)	205,7171	<0,0001
τ^2 (SE = 0,0006) (Quantidade estimada de heterogeneidade total)	0,0020	<0,0001
Modelo de efeito aleatório (N = 110, τ^2 : REML)		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A ausência de efeito significativo sobre a produtividade pode estar relacionada a fatores como interações ambientais, níveis de fertilidade do solo, épocas de cultivo e intensidade de estresses bióticos ou abióticos nas áreas avaliadas. Em muitos casos, práticas de manejo que visam ao controle de doenças ou à melhoria da sanidade vegetal não necessariamente se traduzem em aumentos imediatos de produtividade, mas contribuem para estabilidade produtiva e redução de riscos de perdas em condições adversas.

O gráfico de floresta evidencia ampla variação nos intervalos de confiança entre os estudos individuais, reforçando que o efeito do tratamento sobre a produtividade foi inconsistente entre os experimentos. Contudo, o efeito global sintetizado demonstra que, de modo geral, o tratamento não proporcionou ganhos expressivos de rendimento, mantendo-se equivalente ao controle (Figura 15).

Esses resultados indicam que, sob as condições avaliadas, o tratamento estudado não exerce efeito significativo sobre a produtividade média, embora possa ter papel importante em outros parâmetros agronômicos, como redução da incidência ou severidade de doenças. Também se observa o uso do *Trichoderma spp.* como alternativa viável ao produto químico sem prejuízo a produtividade. O que contribui para uma produção sustentável sem agressão ao meio ambiente.

Estudos futuros com padronização metodológica e maior diversidade de ambientes de cultivo poderão auxiliar na melhor compreensão da relação entre os fatores de manejo e o desempenho produtivo da cultura.

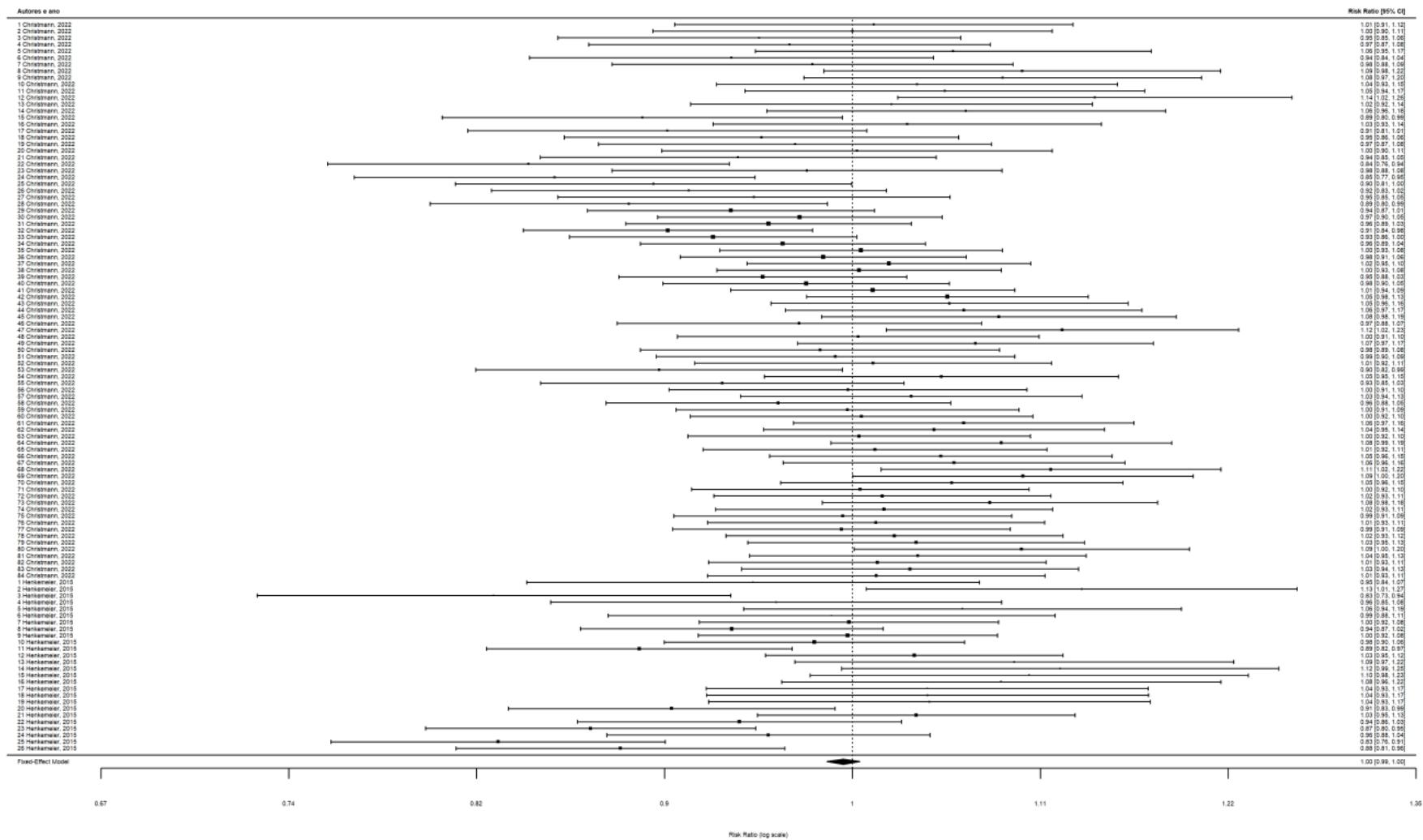


Figura 13: Parcelas florestais para a variável produtividade investigada por Christmann (2022) e Henkemeier (2015) nos ensaios em campo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.4.3 Incidência

O conceito de incidência da doença, de acordo com o Gasparotto et al. (2023, p. 299), “é a proporção ou porcentagem de plantas ou de órgãos doentes”.

A condução da meta-análise para a variável incidência da doença contou com 98 estudos comparativos entre o tratamento com o uso de *Trichoderma spp.* e o controle químico (Acibenzolar-S-Metílico (Bion®) e Hidróxido de fentina (Mertin®), Christmann (2022) revela que o efeito médio estimado foi de RR = 0,87[0,78;0,98] conforme Tabela 16 (Rodrigues e Ziegelmann, 2010).

Tabela 16: Dados da meta-análise sobre a variável incidência da doença.

Métricas da Meta-análise	Valores	p-valor
Risco Relativo (efeito sumário) com IC 95% (SE = 0,0584)	0,87 [0,78;0,98]	0,0190
I ² (teste de heterogeneidade total/ variabilidade total)	0,00%	1,0000
Q(df109) (teste para heterogeneidade)	13,2516	1,0000
τ ² (SE = 0,0437) (Quantidade estimada de heterogeneidade total)	0,00	1,0000
Modelo de efeito aleatório (N = 98, τ ² : REML)		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

$$\begin{cases} H_0: RR = 1 \\ H_a: RR \neq 1 \end{cases}$$

Como p-valor = 0,0190 entende-se que existe diferença estatística significativa para a variável incidência da doença. O efeito estimado aponta para uma redução de 13% na incidência da doença quando aplicado o controle biológico. Como o intervalo de confiança não chega no 1 entende-se que o valor real é de redução da incidência da doença. A análise de heterogeneidade entre os estudos resultou em I² = 0%, indicando ausência de variabilidade significativa entre os efeitos verdadeiros estimados. Embora o gráfico de floresta, Figura 16, apresente alguma dispersão visual nas estimativas individuais, essa variação é explicada essencialmente pelo erro amostral e não por diferenças reais entre os experimentos. Outro aspecto observado no gráfico da Figura 16 é que cada estudo individual tem intervalo de confiança que cruza a linha vertical do 1, o que sinaliza não haver diferença significativa entre cada tratamento biológico e o respectivo tratamento controle (químico). Mas o efeito

sumário demonstrou essa diferença significativa pela redução da incidência da antracnose indicando o uso do *Trichoderma* como estratégia de manejo.

O teste de Cochran (Q) também não foi significativo, confirmando a homogeneidade estatística dos resultados e demonstrando que os estudos apresentaram efeitos consistentes quanto à direção e magnitude do risco relativo (RR). Isso sugere que o comportamento da incidência da doença foi semelhante entre diferentes condições experimentais, locais e safras. Apesar de a ausência de heterogeneidade ser desejável, é importante destacar que valores baixos de I^2 podem ocorrer em função do número reduzido de estudos ou da baixa variação entre os dados, o que limita a potência do teste. Por essa razão, manteve-se o modelo de efeitos aleatórios, que fornece maior robustez e permite generalizar os resultados para diferentes ambientes de cultivo e condições edafoclimáticas.

De forma geral, os resultados demonstram alta consistência entre os experimentos e indicam que o efeito do tratamento é estável e reproduzível.

Em termos agronômicos, o risco relativo (RR) inferior a 1 evidencia que o tratamento com o uso do *Trichoderma spp.* reduziu significativamente a incidência da doença em comparação ao controle químico. Isso significa que a probabilidade de ocorrência da doença foi menor nas parcelas tratadas, sugerindo eficiência biológica consistente e potencial de aplicação prática no manejo fitossanitário da cultura.

Portanto, os resultados desta meta-análise indicam eficácia e estabilidade do tratamento no controle da doença, reforçando sua viabilidade como estratégia integrada de manejo em diferentes contextos experimentais e produtivos. Ressalta-se a necessidade da ampliação das pesquisas sobre essa temática, incluindo mais ensaios de campo em diferentes regiões afim de confirmar a eficácia dessa estratégia de controle da doença.

O gráfico da Figura 17 relaciona o efeito médio estimado *Log Risk Ratio* com o erro-padrão e este efeito sumário é representado pela linha vertical. Como se observa, a distribuição dos pontos em torno desta linha indica uma disposição simétrica dos estudos, o que sugere ausência de viés de publicação. Nota-se ainda que, quanto mais elevado o ponto no gráfico, menor é o erro-padrão e, portanto, maior a precisão da estimativa individual em relação ao efeito médio. A forma como os estudos se distribuem demonstra uma amostragem representativa, com resultados consistentes, não havendo indícios de falta de trabalhos de pequeno porte com

resultados negativos — condição que, caso presente, caracterizaria viés de publicação.

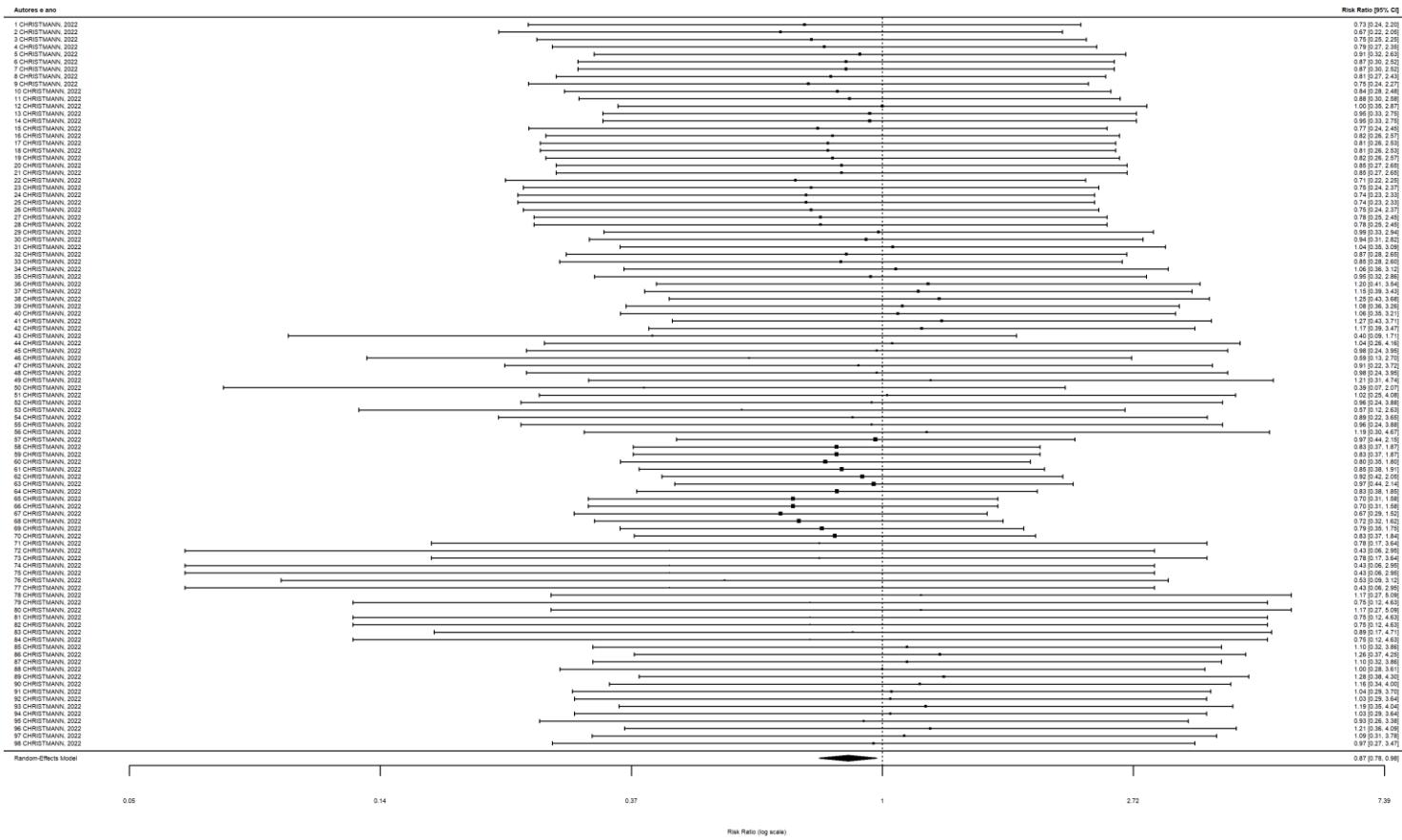


Figura 14: Parcelas florestais para a variável incidência da doença investigada nos ensaios em campo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

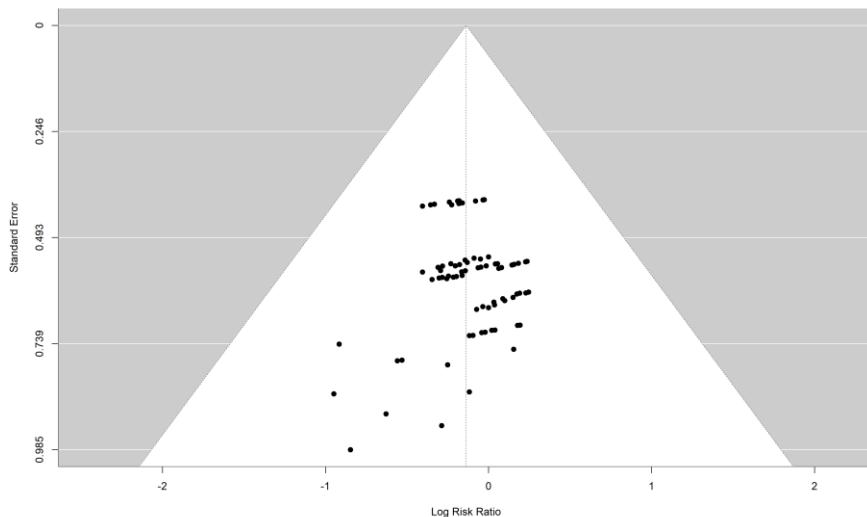


Figura 15: Funil para os dados da variável de incidência da doença.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.4.4 Severidade em AACPD (Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença)

A meta-análise referente à variável severidade em AACPD reuniu 112 estudos comparativos entre o tratamento com o uso de *Trichoderma spp.* e o controle químico (Acibenzolar-S-Metílico (Bion®) e Hidróxido de fentina (Mertin®)), conforme preconiza Christmann (2022), e demonstrou que o efeito médio estimado foi de RR = 0,96[0,92;1,00] (Rodrigues e Ziegelmann, 2010).

Tabela 17: Dados da meta-análise sobre a variável severidade em AACPD.

Métricas da Meta-análise	Valores	p-valor
Risco Relativo (efeito sumário) com IC 95% (SE = 0,0218)	0,96 [0,92;1,00]	0,0706
I ² (teste de heterogeneidade total/ variabilidade total)	0,00%	1,0000
Q(df109) (teste para heterogeneidade)	23,1817	1,0000
τ ² (SE = 0,0067) (Quantidade estimada de heterogeneidade total)	0,00	1,0000
Modelo de efeito aleatório (N = 112, τ ² : REML)		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

$$\begin{cases} H_0: RR = 1 \\ H_a: RR \neq 1 \end{cases}$$

Verificou-se p-valor = 0,0706 para a variável severidade em AACPD, o que conduz a afirmação de que estatisticamente é igual a 1. Portanto, não houve diferença

estatística significativa entre o biocontrole e o controle químico em seus efeitos sobre o feijoeiro no controle da severidade da antracnose medido em AACPD. O teste $I^2 = 0,0\%$ sugere dados homogêneos indicando a representatividade do efeito médio sobre os estudos (comparações tratamento/controle) (Gráfico da Figura 18). Assim, pode-se inferir que o uso do *Trichoderma spp.* no controle da severidade da antracnose pode ser empregado como substituto do controle químico para a redução da AACPD.

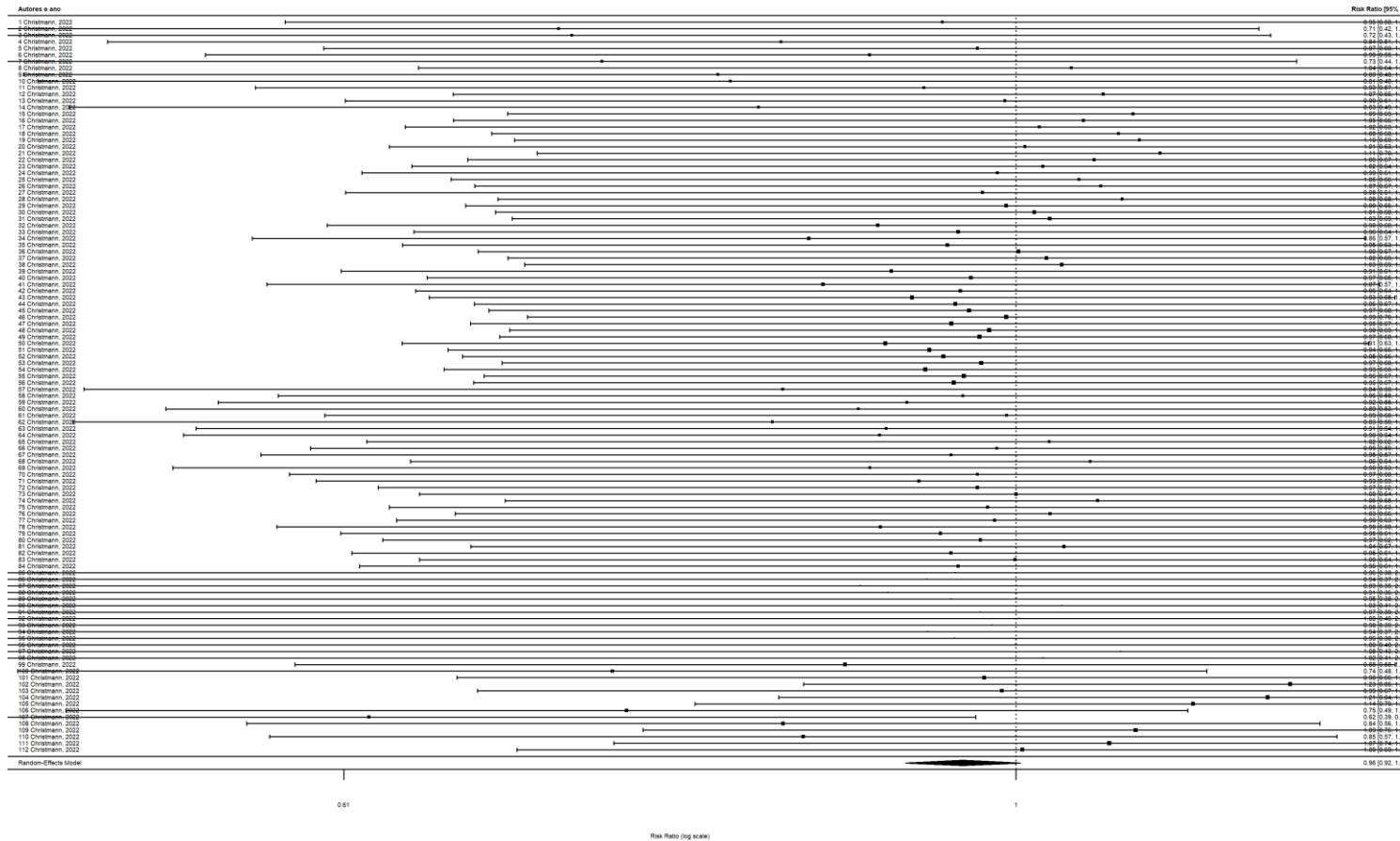


Figura 16: Parcelas florestais para a variável severidade medida em AACPD investigada nos ensaios em campo.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.4.5 Severidade em porcentagem

Para a severidade, medida em porcentagem, Gasparotto et al. (2023, p. 506) definem como “proporção (ou porcentagem) de área foliar ou de volume de tecido doente.”

Henkemeier (2015) optou por utilizar a métrica da severidade em porcentagem e conta-se, para a meta-análise, com 52 estudos comparativos entre tratamento biológico (*Trichoderma spp.*) e o controle químico (Piraclostrobina (75g.i.a./ha) e Piraclostrobina (6,5 g.i.a./ha⁻¹) + metconazole (4g.i.a./ha⁻¹)) (Henkemeier, 2015). Nota-se que a medida do efeito médio é de 1,47 com um extenso intervalo de confiança IC[0,87;2,50]. Apesar de o efeito médio indicar tendência desfavorável ao controle biológico, seu intervalo de confiança cruza a linha vertical do 1 (Figura 19), demonstrando que não há diferença estatisticamente significativa entre o controle biológico e o controle químico para a variável severidade (Tabela 18).

Tabela 18: Dados da meta-análise sobre a variável severidade em porcentagem.

Métricas da Meta-análise	Valores	p-valor
Risco Relativo (efeito sumário) com IC 95% (SE = 0,2688)	1,47 [0,87;2,50]	0,1484
I ² (teste de heterogeneidade total/ variabilidade total)	0,00%	1,0000
Q(df51) (teste para heterogeneidade)	0,5315	1,0000
τ ² (SE = 0,4756) (Quantidade estimada de heterogeneidade total)	0,00	1,0000
Modelo de efeito aleatório (N = 52, τ ² : REML)		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

$$\begin{cases} H_0: RR = 1 \\ H_a: RR \neq 1 \end{cases}$$

Sendo p-valor = 0,1484 pode-se deduzir que $H_0 = 1$ e, assim os tratamentos não diferem estatisticamente. O teste $I^2= 0\%$ indica homogeneidade dos dados e, portanto, que o efeito médio representa o conjunto dos dados.

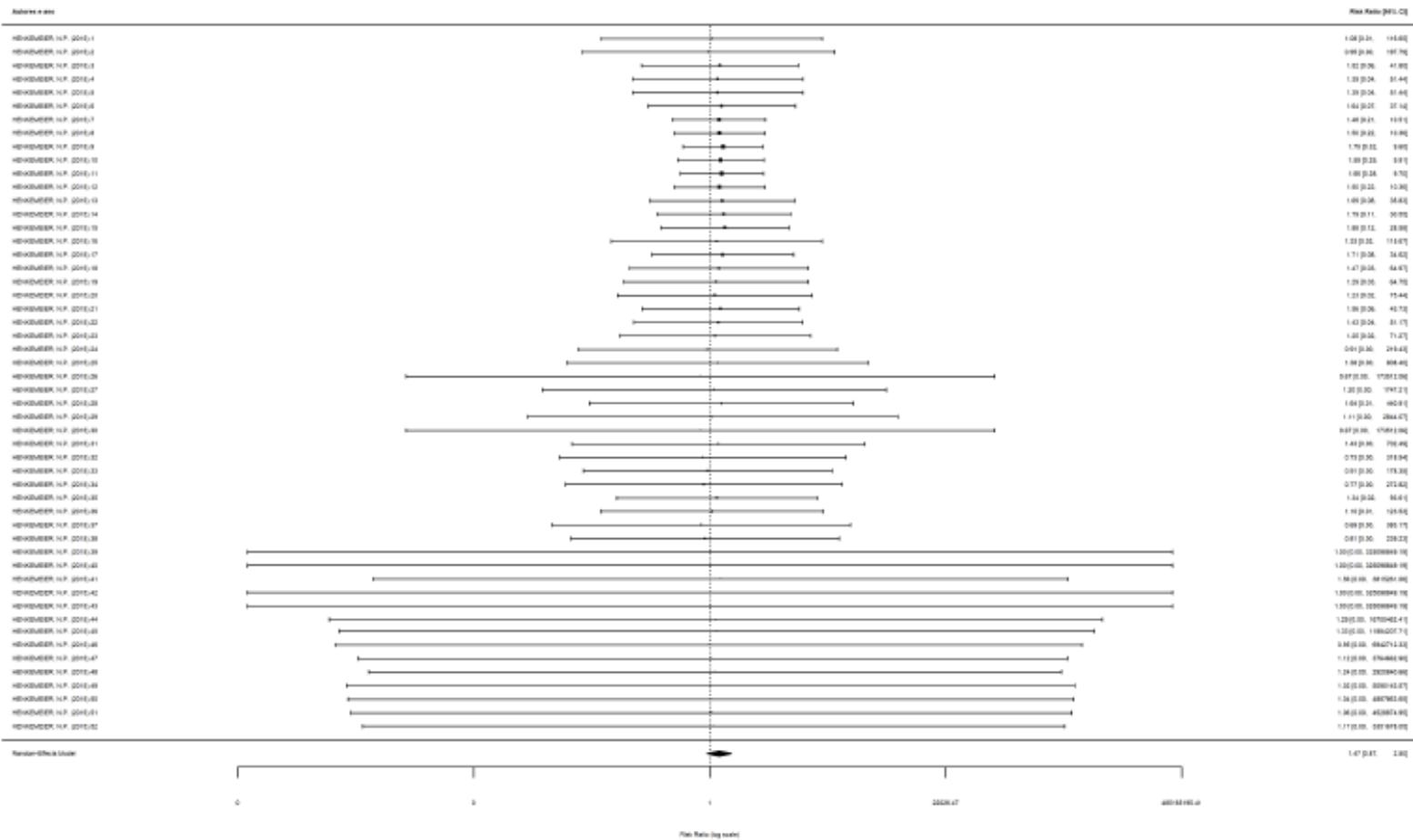


Figura 17: Florestas da variável severidade em porcentagem.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.4.6 Severidade em casa de vegetação

Sendo a severidade, em casa de vegetação, Silva et al. (2018) decide pela métrica da escala de nível de severidade adotada por Rava et al. (1993) e a meta-análise é conduzida com 16 estudos comparativos entre tratamento biológico (*Trichoderma spp.*) e o controle químico (BION® - Acibenzolar-S-methyl, BABA - Amino-butyric acid, Chitosan, Salicylic acid) (Silva et al., 2018).

Pode-se observar que o efeito sumário é de 1,02, com um intervalo de confiança de [0,50;2,07], cruzando a linha vertical do um, significando ausência de diferença significativa entre os tratamentos do controle biológico e o controle químico. Isto é, não há diferença estatística entre o nível de severidade nas plantas submetidas ao tratamento de controle biológico com o *Trichoderma spp.* e o controle químico, comercial (Tabela 19 e Figura 20).

Tabela 19: Dados da meta-análise sobre a variável severidade em ambiente de casa de vegetação.

Métricas da Meta-análise	Valores	p-valor
Risco Relativo (efeito sumário) com IC 95% (SE = 0,3638)	1,02 [0,50;2,07]	0,9669
I^2 (teste de heterogeneidade total/ variabilidade total)	0,00%	1,0000
$Q(df15)$ (teste para heterogeneidade)	0,0473	1,0000
τ^2 (SE = 0,7564) (Quantidade estimada de heterogeneidade total)	0,00	1,0000
Modelo de efeito aleatório (N = 16, τ^2 : REML)		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

$$\begin{cases} H_0: RR = 1 \\ H_a: RR \neq 1 \end{cases}$$

O p-valor sendo 0,9669 pode-se deduzir que o efeito médio (RR) é igual a 1, isto é, não se rejeita H_0 . A estatística I^2 , teste de heterogeneidade, resultou em 0% o que demonstra um quadro de homogeneidade entre os estudos primários.

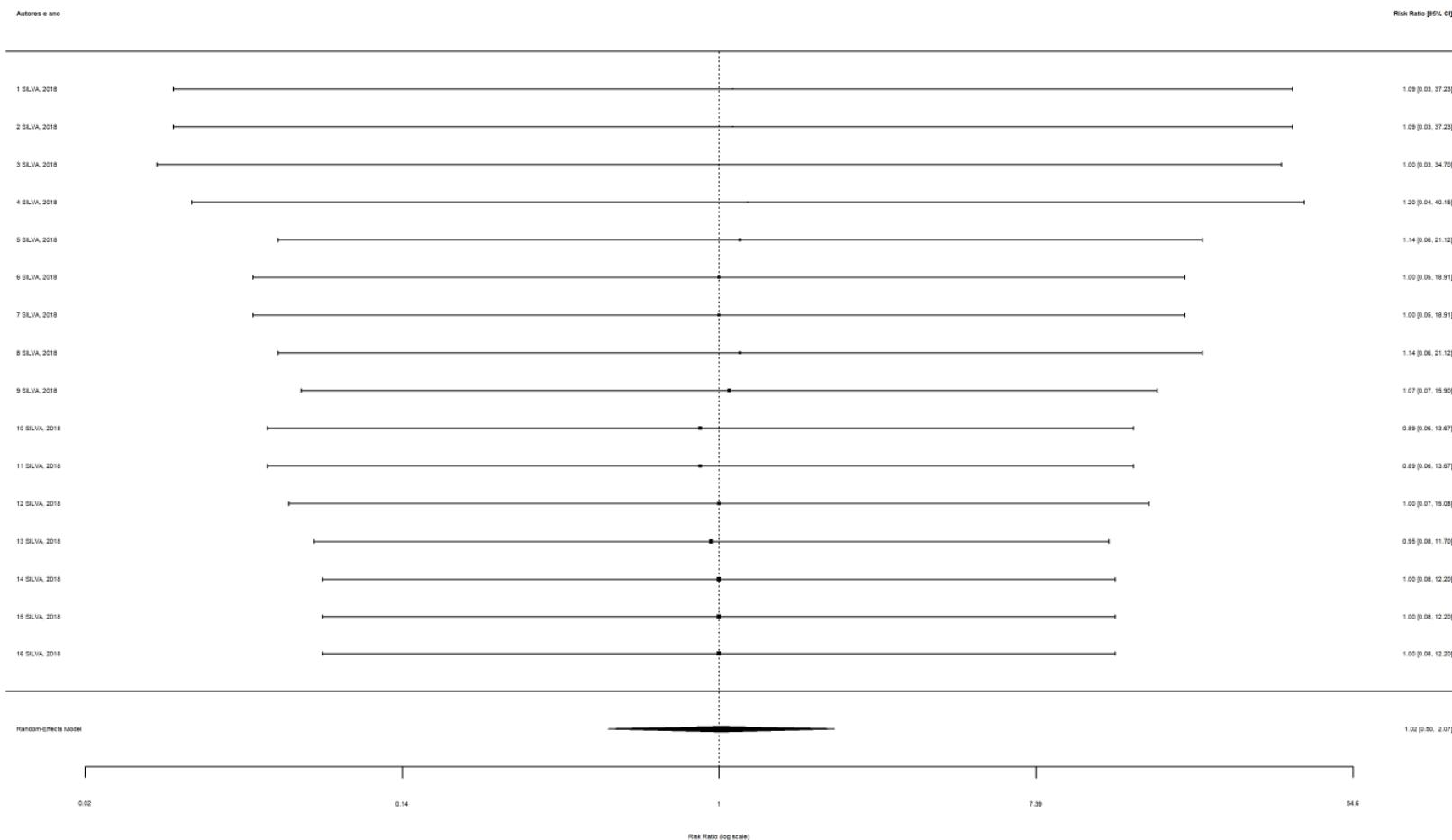


Figura 18: Parcelas florestais da variável severidade em notas de nível Rava et al. (1993) em casa de vegetação.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

5 CONCLUSÃO

O *Trichoderma spp.* é o gênero de fungo mais utilizado em pesquisas sobre biocontrole da antracnose no cultivo do feijão.

O uso do *Trichoderma* na literatura estende-se desde o tratamento das sementes, passando pela indução da resistência ativando enzimas relacionadas a defesa e à promoção de crescimento atuando, inclusive, de forma terapêutica, isto é, reduzindo os sintomas da antracnose nas plantas.

Nos estudos selecionados o uso do *Trichoderma* foi testado nas cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) IPR Tuiuiú, IPR Quero-Quero, Veloz, Uirapuru, Esteio, IPR Tangará, Pérola, Urutau, IPR Colibri, Minuano, IAPAR 81, Branquinho, feijão-fava e feijão-caupi.

De acordo com a meta-análise o uso do *Trichoderma* demonstra potencial para reduzir a incidência da incidência da antracnose, podendo ser empregado como ferramenta em programas de manejo integrado.

Os resultados evidenciam que, entre as variáveis avaliadas, apenas a incidência apresentou redução estatisticamente significativa, indicando um efeito benéfico consistente e homogêneo do biocontrole na diminuição da ocorrência da doença sob condições de campo. As demais variáveis — produtividade e severidade (nas diferentes métricas avaliadas) — não apresentaram efeito significativo, embora tenham demonstrado baixa heterogeneidade e tendência de estabilização entre os estudos. Esse padrão sugere coerência metodológica nas investigações e reforça a confiabilidade do conjunto de evidências. Assim, conclui-se que o tratamento exerce impacto pontual e seguro sobre a incidência, sem reduzir a produtividade da cultura e sem gerar inconsistências entre os experimentos analisados.

Além disso, observa-se que o uso de *Trichoderma* não interferiu significativamente na produtividade, apresentando efeito neutro tanto para aumento quanto para redução quando comparado ao controle químico. Esse resultado reforça seu potencial para integrar estratégias sustentáveis de manejo, sem prejuízo ao rendimento agrícola.

Entre os 28 estudos incluídos na síntese qualitativa, cinco avaliaram bactérias do gênero *Bacillus*, evidenciando resultados promissores tanto no controle da antracnose quanto na promoção do crescimento vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, P.E.V., Bonaldo, S.M., Moraes, S.R.G. (2014) Avaliação de *Trichoderma spp.* na cultura de feijão, em Antracnose, Mela e Nematoide das Galhas. Scientific Eletronic Archives, 7:17-25. DOI 10.36560/722014106.
- Akobeng, A.K. (2005a) Principles of evidence based medicine. Archives of Disease in Childhood, 90:837-840. DOI 10.1136/adc.2005.071761. Disponível em <https://adc.bmjjournals.com/content/90/8/837.long>. Acesso em 19 de julho de 2022.
- Akobeng, A.K. (2005b) Understanding systematic reviews and meta-analysis. Archives of Disease in Childhood, 90:845-848. DOI 10.1136/adc.2004.058230. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1720526/pdf/v090p00845.pdf>. Acesso em 19 de julho de 2022.
- Alvarado-Moreno, H.L. (2021) Endophytic *Trichoderma spp.* for the control of common bean anthracnose. Doutorado em Microbiologia Agrícola - Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa - MG, 121p.
- Anacker, L.F. (2013) Controle biológico do crescimento bacteriano comum e da antracnose em folhas de feijão pela pulverização de bactérias. Mestrado em Fitopatologia - Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, 70p.
- Andrade, M.J.B., Carvalho, A.J., Vieira, N.M.B. (2006) Exigências edafoclimáticas. In: Vieira, C., Paula Júnio, T.J., Borém, A. Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas. 2. ed. Viçosa - MG: Editora UFV, p.76-86.
- Angioli, S.A., Rau, D., Attene, G., Nanni, L., Belucci, E., Logozzo, G., Negri, V., Spagnoletti Zeuli, P.L., Papa, R. (2010) Beans in Europe: origin and structure of the European landraces of *Phaseolus vulgaris L.* Theoretical and Applied Genetics, 121:829-843. DOI 10.1007/s00122-010-1353-2.
- Assi, L. (2005) Controle de *Colletotrichum lindemuthianum* na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) pelo extrato do cogumelo *Pycnoporus sanguineus*. Mestrado

em Agronomia - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 51p.

Badeli, M.N., Costa, A.C.T., Missio, V.C., Duarte Júnior, J.B., Gênero, J.F.S. (2021) Aplicação de fungicidas e *Trichoderma asperellum* para o manejo de doenças do feijoeiro na safra das águas. *Brazilian Journal of Development*, 7(3):25143-25161. DOI <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-291>.

Balardin, R.S., Gulart, C. (2018) Interação patógeno hospedeiro e a variabilidade de *Colletotrichum lindemuthianum*. In: Dalla Pria, M.D., Silva, O.C. (org.). Cultura do feijão: doenças e controle. Ponta Grossa: UEPG, p.171-193.

Baldo, M. (2008) Aspectos histológicos e bioquímicos da indução de resistência em feijoeiro e atividade antifúngica por derivados de *Pycnoporus sanguineus*. Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 86p.

Barbosa, F.R., Gonzaga, A.C. (2012) Informações técnicas para cultivo do feijoeiro comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 247p.

Barbosa Filho, V.C. (2024) Revisão sistemática com metanálise. Cenas Educacionais, 7:e18349-e18349. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.13766182>.

Beladeli, M.N., Costa, A.C.T. da, Missio, V.C., Duarte Júnior, J.B., Gênero, J.F. de S. (2021) Aplicação de fungicidas e *Trichoderma asperellum* para o manejo de doenças do feijoeiro na safra das águas. *Brazilian Journal of Development*, 7(3):25143-25161. DOI 10.34117/bjdv7n3-291.

Bettiol, W., Morandi, M.A.B. (2009) Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: Bettiol, W., Morandi, M.A.B. (org.). Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariuna: EMBRAPA Meio Ambiente, p.8-14.

Bianchini, A., Maringoni, A.C., Carneiro, B.S.M.T.B.G. (1997) Doenças do feijoeiro. In: Kimati, H., Amorin, I., Bergamin Filho, A., Camargo, I.E.A., Rezende, J.A.M. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, p.353-376.

Bisen, K., Keswani, C., Patel, J.S., Singh, H.B. (2016) *Trichoderma* spp.: efficient inducers of systemic resistance in plants. In: Choudhary, D.K., Varma, A. Microbial-mediated induced systemic resistance in plants. Singapore: Springer Science, p.185-195. DOI 10.1007/978-981-10-0388-2_12.

Bonett, L.P., Gonçalves-Vidigal, M.C., Schuelter, A.R., Vidigal Filho, P.S., Gonela, A., Lacanollo, G. F. (2006) Divergência genética em germoplasma de feijoeiro comum coletado no Estado do Paraná, Brasil. Semina: Ciências Agrárias, 27(4):547-560. DOI <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2006v27n4p547>.

Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J.P.T., Rothstein, H.R. (2009) Effect sizes based on binary data (2X2 Tables). In: Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J.P.T., Rothstein, H.R. (ed.). Introduction to meta-analysis. Boca Raton: John Wiley & Sons, p.33-39.

Brasil (2014a) Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e metanálise de estudos de acurácia diagnóstica. Brasília - DF: Ministério da Saúde, 116p.

Brasil (2014b) Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretrizes metodológicas: sistema GRADE: manual de graduação da qualidade da evidência e força de recomendação para tomada de decisão em saúde. Brasília - DF: Ministério da Saúde.

Cabral, J.F.M., Cassaro, S., Chimello, A.M., Favare, L.G., Araújo, M.S.B., Neves, L.G. (2024) The complexity of anthracnose in beans: relevant aspects of genetic and genomic resistance. Diversitas Journal, 9(1):477-497. Disponível em

https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2798/2510. Acesso em 19 de setembro de 2024.

Campbell Collaboration (2021) Everything the world knows to solve vital problems in one place. London: Campbell Collaboration. Disponível em <https://www.campbellcollaboration.org>. Acesso em 16 de outubro de 2025.

Campos, A.D., Ferreira, A.G., Hampe, M.M.V., Antunes, I.F., Brancão, N., Silveira, E.P., Osório, V.A., Augustin, E. (2004) Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39(7):637-643.

Campos, A.D., Hampe, M.M.V., Ferreira, A.G., Antunes, I.F., Castro, L.A.S. (2009) Indução de resistência sistêmica à antracnose em feijoeiro-comum pela raça delta avirulenta de *Colletotrichum lindemuthianum*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 44(1):15-21.

Canale, M.C., Ribeiro, L.P., Castilhos, R.V., Wordell Filho, J.A. (2020) Pragas e doenças do feijão: diagnose, danos e estratégias de manejo. Florianópolis: Epagri.

Carbonell, S.A.M., Chiorato, A.F., Bezerra, L.M.C. (2021) A planta e o grão de feijão e as formas de apresentação aos consumidores. In: Ferreira, C.M., Barrigossi, J.A.F. (ed.). Arroz e feijão tradição e segurança alimentar. Brasília - DF: Embrapa, 164p.

Centre for Reviews and Dissemination. (2009) CRD's guidance for undertaking reviews in health care. York: University of York. Disponível em https://www.york.ac.uk/media/crd/Systematic_Reviews.pdf. Acesso em 27 de agosto de 2022.

Christmann, P.E.T.P. (2022) Controle biológico da antracnose na cultura do feijão com espécies de *Trichoderma*. Doutorado em Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Ponta Grossa, 107p.

Christmann, P.E.T.P., Dalla Pria, M., Scortegagna, P.V. (2023) Control of *Colletotrichum lindemuthianum* in common bean cultivars with *Trichoderma spp* in a

greenhouse and detached leaf. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, 16(8):13825-13837. DOI 10.55905/revconv.16n.8-292.

Cochrane, A.L. (1972) Effectiveness and efficiency: random reflections on health services. London: Nuffield Provincial Hospitals Trust.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. (2023) Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2022/23, n.10, décimo primeiro levantamento - Feijão. Brasília - DF: CONAB. Disponível em https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/11o-levantamento-safra-2022-23/e-book_boletim-de-safras-11o-levantamento.pdf. Acesso em 23 de setembro de 2023.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. (2025) Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.12, safra 2024/25, n.11 décimo primeiro levantamento – Feijão. Brasília - DF: CONAB. Disponível em https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/11o-levantamento-safra-2024-25/e-book_boletim-de-safras-11o-levantamento-2025.pdf. Acesso em 23 de agosto de 2025.

Cordeiro, A., Oliveira, G.M., Rentería, J.M., Guimarães, C.A., Grupo de Estudo de Revisão Sistemática do Rio de Janeiro. (2007) Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 34:428-431.

Costa, A.B., Fontanari, A.M.V., Zoltowski, A.P. (2022) Como escrever um artigo de revisão sistemática: um guia atualizado. In: Sampaio, M.I.C., Sabadini, A.A.Z.P., Koller, S.H. (org.). Produção científica: um guia prático. São Paulo: EDUSP, cap.6. DOI <https://doi.org/10.11606/9786587596280>.

Costa, J.C.B., Bezerra, J.L., Santos Filho, L.P., Alves, M.C., Moura, E.M. (2009) Controle biológico da vassoura-de-bruxa do cacaueiro na Bahia, Brasil. In: Bettoli, W., Morandi, M.A.B. (org.). Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p.245-266.

Dalla Pria, M., Silva, O.C. (2018) Antracnose. In: Dalla Pria, M., Silva, O.C. Cultura do feijão: doenças e controle. Ponta Grossa: Editora UEPG, p.49-56.

De-La-Torre-Ugarte-Guanilo, M.C., Takahashi, R.F., Bertolozzi, M.R. (2011) Revisão sistemática: noções gerais. Revista da Escola de Enfermagem da USP, 45(5). DOI <https://doi.org/10.1590/S0080-62342011000500033>.

Debouck, D.G. (1991) Systematic and morphology. In: Schoonhoven, A. van, Voystest, O. (ed.). Common beans: research for crop improvement. Wallingford: CAB; Cali: CIAT, p.55-118.

Dildey, O.D.F. (2014) Interação *Trichoderma*-feijoeiro e seus efeitos na fisiologia e indução de resistência contra antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*). Mestrado em Produção Vegetal - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unoeste, Marechal Cândido Rondon, 76p.

Dildey, O.D.F. (2017) Indução de resistência à antracnose do feijoeiro por frações de filtrado de cultura e extrato de micélio de *Trichoderma longibrachiatum*. Doutorado em Produção Vegetal - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unoeste, Marechal Cândido Rondon, 99p.

Donato, H., Donato, M. (2019) Etapas para a realização de uma revisão sistemática. Acta Médica Portuguesa, 32(3):227-235. DOI <https://doi.org/10.20344/amp.11923>. Disponível em <https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/11923>. Acesso em 5 de julho de 2025.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018) Fenologia do feijoeiro e manejo fitotécnico. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/322636172_Fenologia_do_feijoeiro_e_manejo_fitotecnico_Common.Bean.Phenology_and.crop.management. Acesso em 19 de julho de 2022.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Arroz e Feijão. (2023) Dados conjunturais da produção de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Brasil (1985 a 2022): área, produção e rendimento. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. Disponível em <https://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>. Acesso em 6 de março de 2024.

Fancelli, A.L., Dourado Neto, D. (2007) Produção de feijão. Piracicaba: Livroceres, 386p.

Farias, O.R., Cruz, J.M.F.L., Duarte, I.G. (2020) Controle de *Colletotrichum truncatum* do feijão fava (*Phaseolus lunatus*) por *Trichoderma spp.* Caderno de Ciências Agrárias, 12:1-6. DOI <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.18464>. Disponível em <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/18464>. Acesso em 14 de junho de 2025.

Fernandes, R.A.M.L. (2009) Indução de resistência a partir de isolados avirulentos de *Colletotrichum lindemuthianum* e uso de misturas de cultivares no controle da antracnose do feijão. Doutorado em Fitopatologia - Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, Pelotas.

Figueira, E.P.P. (2018) Alterações fisiológicas, anatômicas e produtivas do feijoeiro induzidas por *Trichoderma spp.* e fosfato de potássio em resposta ao ataque de *Colletotrichum lindemuthianum*. Doutorado em Produção Vegetal - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 118p.

Figueira, E.P.P., Kuhn, O.J., Martinazzo-Portz, T., Stangarlin, J.R., Pereira, M.D.P., Lampugnani, C. (2020) Histochemical changes induced by *Trichoderma spp.* and potassium phosphite in common bean (*Phaseolus vulgaris*) in response to the attack by *Colletotrichum lindemuthianum*. Semina: Ciências Agrárias, 41(3):811-828. DOI <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n3p811>.

Fleiss, J.L., Cohen, J., Everitt, B.S. (1969) Large sample standard errors of kappa and weighted kappa. Psychological Bulletin, 72(5):323-327.

Furlan, S.H. (2012) Guia de identificação de doenças do feijoeiro. Campinas: APTA - Instituto Biológico, 109p.

Gadaga, S.J.C., Abreu, M.S., Resende, M.L.V., Ribeiro Júnior, P.M. (2017) Phosphites for the control of anthracnose in common bean. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 52(1):36-44.

Galvão, C.M., Sawada, N.O., Mendes, I.A.C. (2003) A busca das melhores evidências. Revista da Escola de Enfermagem da USP, 37(4):43-50. DOI <https://doi.org/10.1590/S0080-62342003000400005>.

Galvão, T.F., Pereira, M.G. (2014) Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. Epidemiologia e Serviços de Saúde, 23(1):183-184. Disponível em http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742014000100018&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 8 de julho de 2022.

Gan, P., Narusaka, M., Narusaka, Y., O'Connell, R.J., Narusaka, Y., Takano, Y., Kubo, Y., Shirasu, K. (2013) Comparative genomic and transcriptomic analyses reveal the hemibiotrophic stage shift of *Colletotrichum* fungi. New Phytologist, 197(4):1236-1249. DOI: 10.1111/nph.12085.

Gasparotto, L., Pereira, J.C.R., Hanada, R.E., Cares, J.E., Araújo, J.C.A., Ângelo, P.C.S. (2023) Glossário de fitopatologia. 4. ed. Brasília - DF: Embrapa, 598p.

Gonçalves, J.G.R. (2008) Estabilidade fenotípica do feijoeiro com uso de genótipos suplementares em análise AMMI. Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 103f.

Guyatt, G., Rennie, D. (1993) Users' guides to the medical literature. JAMA: the Journal of the American Medical Association, 270:2096-2097. DOI 10.1001/jama.270.17.2096.

Harmam, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. (2004) Trichoderma species: opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2:43-56. DOI 10.1038/nrmicro797.

Harms, M.G. (2016) Controle da antracnose em feijão com produtos alternativos. Doutorado em Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Ponta Grossa, 75p.

Henkemeier, N.P. (2015) Associação entre feijoeiro e isolados de *Trichoderma sp.* no desenvolvimento, produtividade e severidade de antracnose e crescimento bacteriano comum. Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 54f.

Higgins, J.P.T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M.J., Welch, V.A. (ed.). (2024) Manual Cochrane para revisões sistemáticas de intervenções. Versão 6.5. London: Cochrane. Disponível em <https://www.cochrane.org/authors/handbooks-and-manuals/handbook>. Acesso em 10 de outubro de 2024.

Hooijmans, C.R., Rovers, M.M., De Vries, R.B., Leenaars, M., Ritskes-Hoitinga, M., Langendam, M.W. (2014) SYRCLE's risk of bias tool for animal studies. *BMC Medical Research Methodology*, 14(43). DOI: 10.1186/1471-2288-14-43.

Junges, E. (2016) Indução de resistência à antracnose em feijoeiro por *Trichoderma harzianum* e *Bacillus subtilis*. Doutorado em Agronomia - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 63p.

Landis, J.R., Koch, G.G. (1977) The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1):159-174. DOI 10.2307/2529310.

Leite, A.M., Silva, C.R., Siqueira, T.A., Oliveira, T.C., Oliveira, A.J., Santos, A.A.C., Duarte, W.M., Almici, M.S., Ambrózio, V.C., Silva, V.P., Barelli, M.A.A. (2021) Reação de acessos tradicionais de feijão comum à *Colletotrichum lindemuthianum*. *Research, Society and Development*, 10(15). DOI <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i15.23629>.

Disponível em <https://share.google/xFs2DUGotsub6ULAO>. Acesso em 16 de outubro de 2025.

Lemes, C.G.C., Cordeiro, I.F., Paula, C.H. de, Silva, A.K., Carmo, F.F. do, Kamino, L.H.Y., Carvalho, F.M.S., Caicedo, J.C., Ferro, J.Á., Moreira, L.M. (2021) Potenciais bioinoculantes para agricultura sustentável prospectados em cavernas ferruginosas do Quadrilátero Ferrífero/Brasil. *Sustainability*, 13(16):9354. DOI <https://doi.org/10.3390/su13169354>.

Li, M., Gao, Q., Yu, T. (2023) Kappa statistic considerations in evaluating inter-rater reliability between two raters: which, when and context matters. *BMC Cancer*, 23(799). DOI <https://doi.org/10.1186/s12885-023-11325-z>.

Lu, X., Miao, J., Shen, D., Dou, D. (2022) Proteinaceous effector discovery and characterization in plant pathogenic *Colletotrichum* fungi. *Frontiers in Microbiology*, 13:914035. DOI [10.3389/fmicb.2022.914035](https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.914035).

Marenco, R.A., Lopes, N.F. (2009) *Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. 3. ed. Viçosa - MG: Editora UFV, 486p.

Martins, S.J., Faria, A.F., Pedrazzo, M.P., Cunha, M.G., Rocha, M.R., Medeiros, F.H.V. (2019) Microbial volatiles organic compounds control anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biological Control*, 131:36-42. DOI [10.1016/j.biocontrol.2019.01.003](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.01.003). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964418306534>. Acesso em 16 de maio de 2025.

Matos, R.C., Silva, S.A. da, Cordeiro, I.F., Sanchez, A., Damasceno, M.R.A., Cachuite, L., Kajitani, G.S., Barbosa, J.J., Queiroz, M.V. (2024) Prospecção de novos agentes potenciais de biocontrole contra *Colletotrichum lindemuthianum*, o agente causal da antracnose do feijão. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24:7298-7312. DOI <https://doi.org/10.1007/s42729-024-02041-z>.

Mazin, S.C., Martinez, E.Z. (2009) Métodos estatísticos em metanálise I: introdução. Revista Brasileira de Biometria, 27(2):139-160.

Mesquita, F.R., Corrêa, A.D., Abreu, C.M.P., Lima, R.A.Z., Abreu, A.F.B. (2007) Linhagens de feijão (*phaseolus vulgaris L.*): composição química e digestibilidade protéica. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 31(4). Disponível em <https://www.scielo.br/j/cagro/a/fb3mk5Dhf5ndNqWMcTP5vpN/>. Acesso em 29 de fevereiro de 2024.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G. (2009) For the PRISMA group: preferred reporting Items for systematic reviews and meta-analyses the PRISMA statement. Annals of Internal Medicine, 151:65-94. DOI 10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135.

Morais, E.S., Menelau, A.S. (2017) Análise do mercado de feijão comum. Revista de Política Agrícola, 1:81-92.

Moreira, T.F. (2021) Qualidade fisiológica e avaliação de bioproductos no controle de *Colletotrichum lindemuthianum* em sementes de feijão - comum. Mestrado em Agricultura e Ambiente - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Frederico Westphalen, 75p.

Mota, S.F., Pádua, P.F. de, Ferreira, A.N., Gomes, L.B.W., Dias, M., Souza, E.A., Pereira, O.L., Cardoso, P. (2021) Biological control of common bean diseases using endophytic *Induratia* spp. Biological Control, 159:104629. DOI 10.1016/j.biocontrol.2021.104629.

Moura, A.D., Brito, L.M. (2015) Aspectos socioeconômicos. In: Carneiro, J.E., Paula Junior, T.J., Borém, A. (ed.). Feijão do plantio a colheita. Viçosa - MG: Editora UFV, cap. 2, p.16-36.

Murad, M.H., Asi, N., Alsawas, M., Alsawas, M., Alahdab, T. (2016) Nova pirâmide de evidências. BMJ Medicina Baseada em Evidências, 21:125-127. DOI <https://doi.org/10.1136/ebmed-2016-110401>.

O'Connell, R.J., Thon, M., Hacquard, S., Amyotte, S.G., Kleemann, J., Torres, M.F., Damm, U., Buiate, E.A., Epstein, L., Alkan, N., Altmüller, J., Alvarado-Balderrama, L., Bauser, C.A., Becker, C., Birren, B.W., Chen, Z., Choi, J., Crouch, J.A., Duvick, J.P., Farman, M.A., Gan, P., Heiman, D., Henrissat, B., Howard, R.J., Vaillancourt, L.J. (2012) Lifestyle transitions in plant pathogenic *Colletotrichum* fungi deciphered by genome and transcriptome analyses. *Nature Genetics*, 44:1060-1065. DOI 10.1038/ng.2372.

Oliveira, A.C., Menegassi, T., Maia, A.J., Faria, C.M.D.R., Garcia, C. (2019) Lentinula edodes extract in the control and induction of resistance to common bean pathogens. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14(4). DOI 10.5039/agraria.v14i4a6900.

Oliveira, L.F.C., Sarmento, P.H.L., Oliveira, M.G.C. (2023) Fenologia. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/fenologia?>. Acesso em 13 de outubro de 2025.

Oliveira, M.G.C., Oliveira, L.F.C., Wendland, A., Guimarães, C.M., Quintela, E.D., Barbosa, F.R., Carvalho, M.C.S., Lobo Júnior, M., Silveira, P.M. (2018) Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos. Brasília - DF: Embrapa.

Oliveira, S.M.A. (1991) Transmissão de *Colletotrichum lindemuthianum* (SACC & MAGN.) SCRIBNER por sementes de feijoeiro (*Phaseolus Vulgaris L.*) e seu controle através de tratamento químico e biológico. Doutorado em Fitopatologia - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ, Piracicaba, 72f.

Padder, B.A., Sharma, P.N., Awale, H.E., Kelly, J.D. (2017) *Colletotrichum Lindemuthianum*: the causal agent of bean anthracnose. *Journal of Plant Pathology*, 99(2):317-330. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/44686776>. Acesso em 26 de setembro de 2024.

Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J.,

Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., Moher, D. (2021) The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Research Methods and Reporting*, 372(71). DOI <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.

Paula Júnior, T.J. de, Vieira, R.F., Teixeira, H., Lobo Junior, M., Wendland, A. (2015) Doenças do feijoeiro: estratégias integradas de manejo. In: Carneiro, J.E., Paula Júnior, T.J. de, Borém, A. (ed.). Feijão: do plantio à colheita. Viçosa - MG: Editora UFV, cap. 11, p.270-299.

Pedro, E.A.E., Harakava, R., Lucon, C.M.M., Guzzo, S.D. (2012) Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(11):1589-1595. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012001100005>. Disponível em <https://www.scielo.br/j/pab/a/zyPkc5pmTsLQQLxYqdhH36C/abstract/?lang=pt>. Acesso em 14 de junho de 2025.

Pereira, M.G., Galvão, T.F. (2014) Heterogeneidade e viés de publicação em revisões sistemáticas. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 23(4):775-778. DOI 10.5123/S1679-49742014000400021.

Pinto, R.R. (2023) Controle alternativo da antracnose do feijoeiro com indutores de resistência bióticos e abióticos. Mestrado em Agricultura e Ambiente - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Frederico Westphalen, 71f.

Posse, S.C.P., Souza, E.M.R., Silva, G.M., Fasolo, L.M., Silva, M.B., Rocha, M.A.M. (2010) Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira: 2009-2011. Vitória: Incaper, 245p.

R Core Team (2025) R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em <https://www.R-project.org/>. Acesso em 14 de junho de 2025.

Ramalho, M.A.P., Abreu, A.F.B. (2011) Cultivares. In: Vieira, C., Paula Júnior, T.J., Borém, A. (ed.). Feijão. 2. ed. atual. e ampl. Viçosa - MG: Editora UFV, p.67-86.

Rava, C.A., Molina, J., Kauffmann, M., Briones, I. (1993) Determinacion de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* en Nicaragua. Fitopatología Brasileira, 18:388-391.

Rezende, G.A., Coelho, A.B., Travassos, G.F. (2022) Consumo domiciliar de arroz e feijão no Brasil. Revista de Política Agrícola, 31(2):71-86.

Rezende, J.A.M., Massola Júnior, N.S., Bedendo, I.P. (2018) Conceito de doença, sintomatologia e diagnose. In: Amorim, L., Bergamin Filho, A., Rezende, J.A.M. (ed.). Manual de fitopatologia: princípios e conceitos (Vol. 1). Ouro Fino: Agronômica Ceres, cap. 3.

Rodrigues, C.L., Ziegelmann, P.K. (2010) Metanálise: um guia prático. Revista HCPA & Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 30(4):436-447. Disponível em https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-834369?utm_source. Acesso em 10 de março de 2025.

Roever, L. (2017) Comprendendo os estudos de revisão sistemática. Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica, 15(2):127-130.

Romero, G., González, S., Royero, W., González, A. (2024) Morphological and transcriptional analysis of *Colletotrichum lindemuthianum* race 7 during early stages of infection in common bean. Genetics and Molecular Biology, 47(1):e20220263. DOI 10.1590/1678-4685-GMB-2022-0263.

Sackett, D.L., Rosenberg, W.M.C., Gray, J.A.M., Haynes, R.B., Richardson, W.S. (1996) Evidence based medicine: what it is and what it isn't. BMJ, 312(7023):71-72. DOI 10.1136/bmj.312.7023.71.

Santos, C.M.C., Pimenta, C.A.M., Nobre, M.R.C. (2007) A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. Revista Latino-Americana de Enfermagem, 15:508-511. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v15n3/pt_v15n3a23.pdf. Acesso em 3 de setembro de 2024.

Santos, J.B. dos, Gavilanes, M.L., Vieira, R.F., Pinheiro, L.R. (2015) Botânica. In: Carneiro, J.E., Paula Júnior, T.J. de, Borém, A. (ed.). Feijão: do plantio à colheita. Viçosa - MG: Editora UFV, cap. 3, p.38-66.

Silva, J.M., Medeiros, M.B.C.L., Oliveira, T.C., Medeiros, E.V., Souza-Motta, M.C., Moreira, K.A. (2018) Resistance inducers and biochemical mechanisms in the control of anthracnose in cowpea. Ciencia e Investigación Agraria, 45(3):290-300. DOI 10.7764/rcia.v45i3.1962. Disponível em <https://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v45n3/0718-1620-ciagr-45-03-0290.pdf>. Acesso em 14 de junho de 2025.

Silva, O.F., Wander, A.E. (2013) O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão.

Singh, S.P., Gepts, P., Debouck, D.G. (1991) Races of common bean (*Phaseolus vulgaris* Fabaceae). Economic Botany, 45(3):379-396. DOI 10.1007/BF02887079.

Souza, C.M.D., Alcantara, C.B.D. (2020) Cruzamento entre as cultivares de feijão BRS - Majestoso e IAC - imperador pelo método da hidratação. Revista Educação, Saúde & Meio Ambiente, 1(7):117-127.

Stefanello, V.F.V. (2015) Antagonismo a *Colletotrichum lindemuthianum* e ativação de mecanismos de defesa em feijoeiro-comum desencadeados por *Trichoderma spp.* Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 84f.

Tinoco, T.J., Silva, P.L., Rocha, A.P.S. (2023) Manejo integrado de pragas e doenças em sistemas agrícolas. Revista Contemporânea, 3(11). DOI 10.56083/RCV3N11-135. Disponível em

<https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/2233/1604>.
Acesso em 21 de janeiro de 2024.

Tsushima, A., Narusaka, M., Gan, P., Kumakura, N., Hiroyama, R., Kato, N., Takahashi, S., Takano, Y., Narusaka, Y., Shirasu, K. (2021) The conserved *Colletotrichum* spp. effector candidate CEC3 induces nuclear expansion and cell death in plants. *Frontiers in Microbiology*, 12:682155. DOI 10.3389/fmicb.2021.682155.

Viechtbauer, W. (2010) Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software*, 36(3):1-48. DOI <https://doi.org/10.18637/jss.v036.i03>.

Vieira, R.F., Vieira, C., Vieira, R.F. (2001) Leguminosas graníferas. Viçosa - MG: Editora UFV.

Wendland, A., Lobo Junior, M., Faria, J.C. (2018) Manual de identificação das principais doenças do feijoeiro-comum. Brasília - DF: Embrapa, 49p. Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1102266>. Acesso em 10 outubro de 2022.

Wendland, A., Moreira, A.S., Bianchini, A., Giampan, J.S., Lobo-Junior, M. (2016) Doenças do feijoeiro. In: Amorin, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, p.383-396.

Wickham, H. (2016) ggplot2: elegant graphics for data analysis. New York: Springer-Verlag. DOI 10.1007/978-3-319-24277-4.

Yesuf, M., Sangchote, S. (2007) Survival and transmission of *Colletotrichum lindemuthianum* from naturally infected common bean seeds to the seedlings. *Tropical Science*, 47(2):96-103. DOI 10.1002/ts.202.

Zambolim, L. (2000) Manejo integrado: doenças, pragas e plantas daninhas. Viçosa - MG: Editora UFV, 416p.