

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

LARA VITÓRIA DIAS PAGLIARANI

AVALIAÇÃO DA ESPECIFICIDADE DE ISOLADOS FÚNGICOS PATOGÊNICOS
AO CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*Eleusine indica*)

Monte Carmelo

2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

LARA VITÓRIA DIAS PAGLIARANI

AVALIAÇÃO DA ESPECIFICIDADE DE ISOLADOS FÚNGICOS PATOGÊNICOS
AO CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*Eleusine indica*)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia, Campus
Monte Carmelo, como requisito necessário para
a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira

Monte Carmelo,
Banca Examinadora:

Bruno Sérgio Vieira – UFU

André Luiz Firmino – UFU

Maria Olivia Queiroz Silva Soares- UFU

Monte Carmelo

2026

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus pela força, sabedoria e serenidade concedidas ao longo de toda a minha caminhada na universidade. Sua presença foi essencial para que eu mantivesse a fé e a determinação diante dos desafios e conquistas

Aos meus pais, Sílvio e Cláudia, que dedico todo e qualquer sucesso meu, que sob sol e chuva me fizeram chegar até aqui. Assim, expresso minha mais profunda gratidão pelo amor incondicional, apoio constante e pela confiança depositada em mim. Espero que, com este diploma, eu consiga retribuir todas as abdições que vocês fizeram para que eu pudesse realizar o meu sonho.

Deixo minha menção também aos meus irmãos Caio Cesar e Victor Pagliarani, que sempre me serviram de exemplo para cada dia querer continuar. E não posso deixar de manifestar minha gratidão a minha prima Ana Camilla Dias que sempre foi para mim, minha figura de irmã que sempre me apoiou e ajudou em minha vida. Ao meu primo Gustavo César e a minha tia Luiza Helena que me orientaram durante todo o processo do meu trabalho, toda a minha gratidão

Não posso deixar de mencionar aqui, as duas meninas que me mostraram o significado de amor verdadeiro, minhas sobrinhas Valentina e Isadora, toda luta vencida neste processo foi para vocês poderem desfrutar da parte mais linda do mundo.

Ao meu orientador, professor Bruno Sérgio Vieira, manifesto minha imensa gratidão pela orientação, pela paciência e pelos ensinamentos transmitidos com sabedoria.

Não há como deixar de mencionar as pessoas que caminharam ao meu lado durante todo este processo e foram fundamentais para que eu continuasse, mesmo nos momentos mais difíceis. Agradeço, de coração, a todos que seguraram minha mão e nunca a soltaram. Em especial cito aqui Ivania Beatriz de Almeida, que esteve comigo sempre e me mostrou que um amigo é aquele que enxerga o melhor em você, mesmo quando você não consegue ver.

Deixo minhas palavras para Lauren Augusta, minha primeira amiga da faculdade onde sua presença neste processo foi essencial para me manter firme, seu apoio fez total diferença. Menciono também Kamila Kristina Gomes, que me mostrou que amizade não se mede com o tempo, mas sim com a sinceridade de sentimentos presente nela, obrigada por todo companheirismo e momentos juntas.

Não poderia deixar de mencionar aqueles que estiveram ao meu lado em todos os momentos e foram essenciais para que eu segue firme nesta jornada. Sou profundamente grata aos meus amigos Humberto Luiz, Gabriel Turatti, Lavinia Fernandes, Maria Júlia Zanandreia, Júlia Gallo, Evelyn Muller, Isabela Fonseca, Iara Sabrine, Isadora Diamante e Pedro dos Anjos pela presença constante, pelas risadas, pelo apoio nas horas difíceis e pela força compartilhada nos dias de incerteza. A amizade de vocês tornou este percurso mais leve, verdadeiro e inesquecível.

Deixo minha menção a Ana Laura Bernardes Moreira que por três anos dividimos o apartamento 201, obrigada por tudo, sempre terá minha consideração por todos os momentos que tivemos juntas.

Carrego também em meu coração a lembrança e o exemplo da minha querida avó, Mariana Pagliarani, cuja presença permanece viva em mim.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU), agradeço pela formação acadêmica de excelência, pelo corpo docente comprometido e pelas oportunidades que contribuíram significativamente para minha formação.

Ao Núcleo de Controle Biológico (NCBio), registro meu profundo agradecimento pelo acolhimento, pelo espaço de aprendizado e pelas experiências que ampliaram minha visão científica e profissional. Estendo meu reconhecimento a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a execução deste trabalho e para o fortalecimento das pesquisas com bio-herbicidas.

Ao Centro de Incubação de Empreendimentos Populares Solidários (CIEPS), coordenado pela professora Dra. Ana Carolina Siquieroli, agradeço pelo apoio institucional e pela atuação inspiradora na promoção da agricultura sustentável e cooperativa, fortalecendo o vínculo entre pesquisa, extensão e desenvolvimento regional.

À Concampo manifesto gratidão pela parceria e pela colaboração que contribuíram de maneira significativa para minha construção pessoal, reafirmando a importância da integração entre o meio acadêmico e o setor produtivo.

Encerro este momento de agradecimento com o coração cheio de gratidão. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio e cada ensinamento recebido fizeram desta caminhada uma experiência única e inesquecível.

RESUMO

As plantas daninhas representam um grande desafio para a agricultura devido à interferência negativa na produtividade e qualidade das culturas. Entre elas, o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) destaca-se como uma das mais problemáticas no Brasil, competindo por luz, água, nutrientes e espaço. Para controlar essa planta invasora, o manejo químico com herbicidas é amplamente utilizado. Contudo, o uso intensivo desses produtos tem levado ao desenvolvimento de resistência em diversas espécies, exigindo alternativas mais sustentáveis, como o controle biológico. O controle biológico é uma prática sustentável que utiliza organismos vivos, como fungos, para suprimir plantas específicas. Nesse contexto, isolados fúngicos obtidos de plantas de capim-pé-de-galinha com lesões necróticas em três estados brasileiros foram obtidos e preservados em uma coleção de culturas no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia – LAMIF. Este projeto visa avaliar isolados fúngicos do gênero *Bipolaris* para o desenvolvimento de um bio-herbicida seletivo contra o capim-pé-de-galinha. Para isso, após confirmar a patogenicidade dos isolados, os testes de especificidade foram realizados em 15 espécies vegetais cultivadas. As condições ideais para o desenvolvimento do fungo foram avaliadas, e as plantas foram inoculadas com discos de micélio dos isolados, sendo mantidas em ambiente controlado de temperatura e umidade. As avaliações ocorreram aos 7, 14 e 21 dias após a inoculação, observando-se a presença ou ausência de sintomas nas plantas. Os resultados deste estudo são promissores, indicando que os isolados do fungo *Bipolaris* demonstraram boa especificidade nos testes realizados. Dentre eles, o isolado identificado como Beini013 se destacou como o mais seletivo, revelando um potencial considerável para ser desenvolvido como um bio-herbicida à base de fungos para o manejo do capim-pé-de-galinha (*E. indica*).

Palavras-chave: Controle alternativo, Controle inundativo, Manejo sustentável, Mico-herbicida, Plantas infestantes

ABSTRACT

Weeds represent a major challenge for agriculture due to their negative interference with crop productivity and quality. Among them, goosegrass (*Eleusine indica*) stands out as one of the most problematic in Brazil, competing for light, water, nutrients, and space. To control these invasive plants, chemical management with herbicides is widely used. However, the intensive use of these products has led to the development of resistance in various species, demanding more sustainable alternatives, such as biological control. Biological control is a sustainable practice that uses living organisms, such as fungi, to suppress specific plants. In this context, fungal isolates obtained from goosegrass plants with necrotic lesions in three Brazilian states were collected and preserved in a culture collection at the Microbiology and Phytopathology Laboratory – LAMIF. This project aims to evaluate fungal isolates of the genus *Bipolaris* for the development of a selective bioherbicide against goosegrass. To achieve this, after confirming the pathogenicity of the isolates, specificity tests were carried out on 15 cultivated plant species. The ideal conditions for fungal development were evaluated, and the plants were inoculated with mycelial discs of the isolates, being kept in a controlled environment for temperature and humidity. Evaluations occurred at 7, 14, and 21 days after inoculation, observing the presence or absence of symptoms on the plants. The results of this study are promising, indicating that the *Bipolaris* fungal isolates demonstrated good specificity in the tests performed. Among them, the isolate identified as Beini013 stood out as the most selective, revealing considerable potential to be developed as a fungus-based bioherbicide for the management of goosegrass (*E. indica*).

Keywords: Alternative Control, Inundative Control, Sustainable management, Myco-herbicide, Weeds.

Sumário

1.INTRODUÇÃO	8
2. JUSTIFICATIVA	12
3. OBJETIVO GERAL	13
3.1 Objetivos específicos	13
4.REFÊRENCIAL TEÓRICO	14
4.1 Definição de plantas daninhas	14
4.2 Plantas daninhas e seu Impacto na Produção Agrícola.....	14
4.3 Problemática da resistência.....	15
4.4 Capim pé-de-galinha e sua resistência a herbicidas.....	16
4.5 Controle biológico como alternativa sustentável.....	17
4.6 Bio-herbicidas e o manejo de plantas daninhas	18
4.7 Gênero Bipolaris	19
5. MATERIAL E MÉTODOS	20
5.1 Origem dos isolados fúngicos.....	20
5.2 Recuperação dos isolados'	21
5.4 Teste de Especificidade em culturas agronômicas	22
5.6 Local de condução do Experimento e período.....	24
5.7 Delineamento do experimento	24
7.RESULTADOS	25
7.1 Avaliação da especificidade dos isolados fúngicos.....	25
8.CONCLUSÃO	30
9. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da agricultura, as plantas daninhas estão entre os maiores obstáculos à produtividade e à qualidade das lavouras, desafiando os produtores a buscarem constantemente formas de controle. Segundo Aldrich (1984), planta daninha trata-se de “uma planta originada de um ambiente natural em resposta a mudanças no ambiente, que evoluiu e continua evoluindo como um organismo que interfere com o desenvolvimento das culturas e atividades associadas”. De forma semelhante, Cardoso (2000) define as plantas daninhas como espécies vegetais que crescem em locais indesejados e interferem nas atividades humanas, sendo, portanto, consideradas um dos principais desafios à agricultura moderna.

Em escala global, a presença de plantas daninhas impacta negativamente diversos sistemas agrícolas, uma vez que essas espécies competem de forma intensa com as culturas por recursos essenciais, como luz, água, nutrientes e espaço. Tal competição pode reduzir significativamente o crescimento, a biomassa e a produtividade das lavouras (Fontes et al., 2003; Wilson, 1988). De acordo com Gallandt e Weiner (2015), a competição é o fator biológico mais importante na redução do rendimento das culturas. Embora essa disputa seja prejudicial para ambas as partes, as plantas daninhas tendem a exercer maior efeito negativo sobre as culturas, sobretudo em razão do melhoramento genético o que frequentemente reduz a competitividade das plantas cultivadas (Pitelli, 1985).

Diante dos expressivos prejuízos econômicos causados por essas plantas, diferentes estratégias de manejo vêm sendo adotadas. Entre elas, destacam-se o manejo cultural, que aproveita características das próprias culturas, como arranjo e densidade de plantio; o manejo mecânico, com operações de aração e gradagem; e o manejo físico, que inclui práticas como a cobertura do solo (Fontes e Gonçalves, 2009). Apesar da variedade de métodos, o controle químico por meio de herbicidas ainda é o mais utilizado em todo o mundo (Lacerda, 2021)

Diante da pressão por maior produtividade no campo, o controle de plantas daninhas precisou se tornar mais rápido e eficiente. Nesse cenário, destacaram-se dois herbicidas sistêmicos: o 2,4-D e o glifosato. Amplamente adotados no Brasil, esses produtos se tornaram a base do plantio direto, o maior sistema do mundo, aplicados

sozinhos ou em combinação. Sua ampla eficácia e o bom custo-benefício, comparado a outras opções, explicam sua rápida difusão na agricultura nacional (Matte et al., 2017).

Atualmente, o glifosato é o herbicida mais utilizado no mundo, tanto por volume aplicado quanto por área tratada (Agostini et al., 2020). Esse modelo, trouxe um efeito colateral expressivo. Entre 2010 e 2020, o consumo de herbicidas no país saltou de 157,5 mil para 329,7 mil toneladas anuais de ingrediente ativo; um aumento de 128% enquanto a área agrícola cresceu apenas 24% no mesmo período (Embrapa Meio Ambiente; Universidade do Rio Verde). Esse entressaque está diretamente ligado a um problema central: o surgimento de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, sendo o glifosato o principal associado a casos de resistência em escala global (Powles 2008).

Com a queda na eficácia do controle químico, tornou-se necessário buscar novas moléculas, elevando os custos de produção. Esse cenário foi agravado pelo uso repetido e, muitas vezes, tecnicamente inadequado desses produtos com aplicações em doses ou épocas incorretas, o que acelerou a seleção de biótipos resistentes. Esse risco de resistência já havia sido alertado por Burnside (1992), que apontava a necessidade urgente de revisão das estratégias de manejo e o desenvolvimento de culturas tolerantes a herbicidas.

A resistência de plantas a herbicidas pode surgir de duas formas: de modo natural, por meio de seleção, ou através de técnicas biotecnológicas. De acordo com a revista *Weed Science* (1999), a resistência pode ser definida como a capacidade que uma planta adquire de sobreviver a doses de herbicidas que antes seriam letais. Esse fenômeno tornou-se um grande desafio para a agricultura, uma vez que o número limitado de herbicidas disponíveis no mercado reduz a eficácia do controle de plantas daninhas.

No Brasil, os primeiros registros de resistência foram documentados ainda na década de 1990. Pesquisas de Ponchio et al. (1996) e Christoffoleti et al. (1996) relataram biótipos de picão-preto resistentes, enquanto Gazziero et al. (1998) identificaram o mesmo fenômeno em amendoim-bravo. Já para o capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), os casos iniciais foram reportados por Gazziero et al. (1997) no Paraná e por Vidal & Fleck (1997) no Rio Grande do Sul. Essas ocorrências estão diretamente ligadas ao uso contínuo de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação uma prática que exerce forte pressão de seleção e favorece o surgimento de biótipos resistentes (Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000).

Nesse contexto, o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) é reconhecido como uma das principais plantas daninhas em nível mundial. Suas características fisiológicas e adaptativas, como o metabolismo fotossintético do tipo C4, o rápido crescimento e a elevada produção de sementes capazes de germinar sob diferentes condições de solo quanto à salinidade, pH, compactação e temperatura conferem a essa espécie elevada competitividade (Ismail et al., 2002; Chauhan e Johnson, 2008; Takano et al., 2016a).

Essas características do capim-pé-de-galinha contribuíram para sua ampla disseminação no Brasil, tornando-o uma das plantas daninhas mais problemáticas do país. O baixo índice de controle dessa planta daninha, pode causar potenciais perdas de produtividade de até 80% nas lavouras de soja e milho (Agrolink, 2023).

A adoção recorrente de estratégias inadequadas de manejo do capim-pé-de-galinha culminou na seleção de biótipos resistentes a diversas classes de herbicidas no Brasil. A espécie já demonstrou capacidade de desenvolver resistência a múltiplos mecanismos de ação, especificamente no contexto nacional, o primeiro caso de resistência foi documentado em 2003, afetando herbicidas inibidores da ACCase (Vidal et al., 2006).

Cerca de uma década após a introdução da soja RR, a pressão de seleção exercida pelo uso intensivo do glifosato resultou no primeiro registro de resistência a este herbicida (inibidores da EPSPS) no país (Takano et al., 2017). Recentemente, a situação tornou-se ainda mais complexa com a confirmação do primeiro caso de resistência múltipla simultânea aos inibidores da EPSPS (glifosato) e da ACCase (Correia et al., 2022), evidenciando a crescente adaptação desta espécie.

Diante desse contexto, o controle biológico consolidou-se como uma alternativa sustentável no manejo agrícola. Definido como a utilização de organismos vivos como insetos, fungos, bactérias, vírus ou seus compostos, para suprimir populações de pragas por meio de predação, parasitismo ou competição (Fontes, 2020), essa abordagem ganhou espaço impulsionada pela resistência de plantas daninhas a herbicidas, pela escassez de novas moléculas sintéticas e pelo rigor crescente das legislações ambientais (Vieira; Barreto; Nechet, 2018).

No Brasil, os primeiros estudos na área foram iniciados pela Embrapa Meio Ambiente em 1986, quando ainda quase não existiam produtos biológicos comercialmente disponíveis. Segundo dados da CropLife (2021), o setor de bioinsumos, no entanto, expandiu-se rapidamente, atingindo uma movimentação estimada de R\$ 1,8

bilhão em 2021, com crescimento de 33%, o que evidencia sua consolidação no panorama agrícola nacional.

O conceito de controle biológico pode ser dividido em duas abordagens principais: o método clássico e o método inoculativo. No Controle biológico, o método clássico baseia-se na introdução de um inimigo natural proveniente do centro de origem da praga, buscando o estabelecimento permanente do agente e o controle autossustentável, com mínima necessidade de intervenções posteriores (Barreto, 2009). Em contraste, o método inoculativo ou inundativo envolve a seleção de fitopatógenos, geralmente fungos, sua multiplicação em larga escala e aplicação direcionada, de forma semelhante a um herbicida, visando reduzir rapidamente a população da planta-alvo (Barreto, 2009). Neste trabalho, adotou-se o método inundativo, devido à possibilidade da produção massal e aplicação controlada do agente biológico, proporcionando maior previsibilidade e eficiência no manejo da espécie infestante.

Segundo Barreto (2009), o desenvolvimento de um produto fitossanitário natural pelo método inundativo segue etapas sequenciais bem definidas. O processo inicia com a seleção da planta-alvo e extensiva revisão bibliográfica sobre seus inimigos naturais, visando embasar a viabilidade da pesquisa e captar financiamento para o desenvolvimento industrial e comercial do futuro produto. Em seguida, realizam-se coletas de campo para prospecção de fungos fitopatogênicos com potencial como micoherbicidas, priorizando linhagens cultiváveis *in vitro*. Os isolados promissores são submetidos a testes de agressividade e selecionados conforme sua eficiência.

Uma etapa crucial consiste na avaliação da especificidade desses fungos frente a culturas agrícolas relevantes, assegurando que não representem riscos às plantas cultivadas na área de aplicação. Posteriormente, estuda-se a produção em larga escala do agente selecionado, incluindo condições ideais de desenvolvimento, compatibilidade com outros produtos fitossanitários de uso corrente e, finalmente, a comprovação da eficácia da formulação. Concluídas essas etapas, procede-se ao registro e licenciamento do produto para comercialização.

Neste trabalho os fungos estudados com potencial para se tornarem bio-herbicidas pertencem ao gênero *Bipolaris*. Este gênero é um grupo de fungos ascomicetos conhecidos por causar doenças foliares em diversas culturas agrícolas, como milho, arroz, trigo e sorgo. Esses fungos são responsáveis por manchas foliares características, que se manifestam como lesões necróticas, elípticas ou alongadas, de coloração marrom-escura

a preta, frequentemente circundadas por halos amarelados (Agrários, 2005). Essas manchas podem reduzir a área fotossintética das plantas, impactando negativamente o crescimento e a produtividade das culturas.

Além disso, *Bipolaris* spp. também infectam plantas daninhas, como o capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), causando manchas foliares semelhantes e, em alguns casos, levando à morte da planta (Charudattan, 2001). Essa capacidade de patogenicidade contra espécies invasoras tem despertado interesse no potencial de *Bipolaris* como agente de biocontrole, podendo ser explorado como um bio-herbicida sustentável para o manejo de plantas daninhas, reduzindo a dependência de herbicidas químicos (Fabriess, 2025).

2. JUSTIFICATIVA

O manejo eficiente de plantas daninhas é fundamental para garantir a produção de alimentos em grande quantidade e com qualidade. O controle dessas plantas indesejadas deve ser sustentável, integrando diferentes métodos, para melhorar a competitividade das culturas em relação às espécies invasoras.

Nesse contexto, surge uma proposta de desenvolvimento de bio-herbicidas, que oferecem uma alternativa ao controle de plantas daninhas, resistentes ao manejo químico, proporcionando um controle eficaz sem causar danos ao meio ambiente. Visto que o controle biológico é o método mais bem-sucedido, tanto economicamente como ambientalmente (Lenteren, 1997; Lenteren et al., 2018), e é uma ferramenta fundamental para a sustentabilidade agrícola.

Um dos maiores problemas gerado com a resistência de plantas invasoras ao controle químico é o aumento de gastos para o controle das daninhas. No período de 1994 a 1998 as vendas de herbicidas passaram de 775,762 milhões para 1,368,723 bilhões (+76,43%), o que representa, atualmente, mais da metade do total do volume de negócios do setor (Oliveira Jr, 2017). Atrelado a essa problemática, é necessário mencionar a quantidade restrita de opções de herbicidas pré-emergentes para plantas daninhas, o que torna os produtores vulneráveis ao controle, pois alguns deles só podem ser aplicados depois que a lavoura está instalada, e com o solo úmido, deixando muitas vezes os produtores vulneráveis para o controle de plantas daninhas.

Um fato preocupante é que a utilização dos defensivos agrícolas pode se acumular nos ecossistemas aquáticos em elevadas concentrações nos organismos ao longo de todo o nível trófico. Desse modo, o ser humano também pode ser prejudicado, por estar no topo da cadeia alimentar, visto que peixes e outros organismos aquáticos fazem parte da alimentação humana (Belchior et.al., 2014).

Outro fator que deve ser citado é que a competição imposta por plantas daninhas pode causar perdas expressivas de produtividade em diversas culturas. Estudos demonstram reduções de 96,9% na produção de arroz (Silva e Durigan, 2009), 35,8% no feijão (Borchardt et al., 2011), 46,0% na soja (Nepomuceno et al., 2007), 65,0% no milho (Gantoli et al., 2013) e 31,0% no trigo (Agostinetto et al., 2008).

Logo, o manejo eficiente de plantas daninhas é essencial para garantir a sustentabilidade e a produtividade agrícola, especialmente diante dos desafios impostos pela resistência, problemas ambientais, problemas com a saúde humana, escassez de produtos e aumento de preço para o controle de daninhas. O desenvolvimento de bio-herbicidas surge como uma solução promissora, oferecendo controle eficaz das plantas sem os impactos negativos ao meio ambiente.

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é avaliar a especificidade de isolados fúngicos do gênero *Bipolaris* patogênicos ao capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), investigando sua capacidade de infectar culturas de interesse agrônomo.

3.1 Objetivos específicos

- 1) Avaliar a especificidade dos isolados Beini013 e Bei020 do gênero *Bipolaris* em espécies de interesse agrônomo, determinando a ocorrência ou não de sintomas após inoculação.
- 2) Indicar qual isolado é mais promissor para desenvolvimento futuro de um bio-herbicidas seletivo para o manejo do capim-pé-de-galinha.

4. REFÊRENCIAL TEÓRICO

4.1 Definição de plantas daninhas

A definição de "planta daninha" pode ser considerada bem flexível de se conceituar. De forma bastante ampla, Shaw (1956) já a definia simplesmente como "toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada". Direcionando mais o foco para o setor agropecuário, Blanco (1972) propõe um conceito mais específico, caracterizando como "toda e qualquer planta que germine espontaneamente em áreas de interesse humano e que, de alguma forma, interfira de maneira prejudicial nas atividades agropecuárias".

Seja qual for a definição adotada, é o conjunto de características dessas plantas que as torna um desafio tão difícil para o produtor rural lidar. Elas possuem uma notável eficiência reprodutiva, que se manifesta em uma alta adaptabilidade para germinar nos mais diversos ambientes, combinada com a longa longevidade e dormência de suas sementes, o que permite uma germinação descontínua no tempo e no espaço. Somam-se a isso seu rápido crescimento inicial e vigoroso e sua transição acelerada para a fase reprodutiva. Essas plantas ainda se destacam pela produção massiva de propágulos, pela capacidade de emití-los continuamente sob condições favoráveis e mesmo sob estresse, e por mecanismos reprodutivos versáteis que incluem autopolinização, polinização cruzada ou ambas. Por fim, a produção de propágulos com estruturas físicas variadas garante a essas invasoras um eficiente sistema de dispersão, capaz de alcançar tanto curtas quanto longas distâncias (Fontes et al., 2003).

4.2 Plantas daninhas e seu Impacto na Produção Agrícola

As plantas daninhas são consideradas como um dos principais desafios para a agricultura, uma vez que competem diretamente com as culturas por recursos essenciais como água, luz, nutrientes e espaço. Além desta competição, as invasoras podem desencadear uma série de outras problemáticas, tais como atuar como hospedeiras de pragas e patógenos, exercer efeitos alelopáticos, apresentar toxicidade para animais e seres humanos, e até mesmo depreciar o valor da terra (Vasconcelos; Silva; Lima, 2012, p. 3).

Além dos prejuízos diretos, essas plantas comprometem a eficiência agrícola como um todo. Elas elevam os custos de produção, prejudicam a qualidade do produto final, reduzindo seu valor comercial e podem dificultar ou mesmo inviabilizar a operação de colheita (Vasconcelos; Silva; Lima, 2012, p. 3).

A ocorrência de plantas daninhas em áreas agrícolas pode levar a uma significativa redução da produtividade, com prejuízos que, em casos extremos, resultam na perda total da lavoura (Fontes et al., 2003a).

A gravidade do problema é ressaltada por Muzik (1970, citado por Pitelli, 1987), que afirma que essas plantas causam mais danos à agricultura do que as pragas e doenças. Em paralelo com o próprio homem pode ser o grande responsável pela evolução e disseminação dessas espécies.

4.3 Definição do termo resistência

O surgimento das plantas daninhas representa um processo evolutivo dinâmico, no qual essas espécies se adaptaram continuamente às variações ambientais naturais e às interferências humanas. Essa pressão seletiva intensificou-se com a modernização da agricultura, especialmente com o uso crescente do controle químico, favorecendo a seleção de biótipos resistentes (Christoffoleti et al., 1994; Burside, 1992). Resistência a herbicidas é a capacidade hereditária de uma planta sobreviver e se reproduzir após a exposição a uma dose de herbicida que normalmente seria letal ao tipo selvagem (Weed science society of America, 1998), sendo um fenômeno natural acelerado pelo uso repetitivo de herbicidas (Christoffoleti et al., 1994).

A resistência pode ser classificada em cruzada e múltipla. A resistência cruzada ocorre quando uma única mutação, geralmente no sítio de ação do herbicida, confere resistência a diferentes produtos que atuam no mesmo alvo, ainda que pertençam a grupos químicos distintos, com variação conforme o biótipo (Powles; Preston, 1998). A resistência múltipla, por sua vez, resulta da acumulação de dois ou mais mecanismos distintos, permitindo à planta sobreviver a herbicidas de diferentes mecanismos de ação, o que torna o controle extremamente complexo (Varga, 2006).

Entre os principais mecanismos de resistência destaca-se a alteração no sítio de ação, originada por mutações no DNA que modificam a proteína-alvo do herbicida,

impedindo sua ligação e mantendo a enzima funcional, conferindo resistência a esse e a outros herbicidas com o mesmo alvo (Betts et al., 1992). Outro mecanismo importante é a metabolização acelerada do herbicida, na qual a planta promove sua detoxificação por reações como hidrólise e oxidação, formando conjugados com glutathione (GSH) e aminoácidos, resultando em compostos inativos e de fácil armazenamento ou eliminação (Kreuz et al., 1996; Vargas, 2006). A compartimentalização também contribui para a resistência, isolando o herbicida em compartimentos celulares inertes, como o vacúolo, reduzindo sua concentração no sítio de ação, podendo atuar de forma independente ou sinérgica à metabolização (Vargas, 2006).

A resistência é um resultado da seleção natural de indivíduos que já possuem características vantajosas, não sendo induzida diretamente pelo herbicida. A aplicação repetida elimina plantas suscetíveis e favorece a multiplicação de biótipos resistentes, especialmente com o uso de produtos eficazes e persistentes (Mortimer, 1998). A variabilidade genética, ampliada por mutações naturais, fornece a base para o surgimento desses indivíduos resistentes (Brewbaker, 1969; Jasieniuk et al., 1996). Em populações grandes e sob pressão contínua de seleção, a evolução da resistência torna-se praticamente inevitável (Maxwell; Mortimer, 1994).

Portanto, a resistência surge a partir da seleção natural de indivíduos que, por acaso, já possuíam essa característica vantajosa, e não porque o herbicida tenha "criado" a mutação.

4.4 Capim pé-de-galinha e sua resistência a herbicidas

O capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) destaca-se globalmente como uma das plantas daninhas mais agressivas (Takano, 2016). Essa daninha é uma espécie monocotiledônea da família Poaceae, distribuída pelas regiões tropicais, subtropicais e temperadas do mundo e encontrada em praticamente todas as regiões produtoras do Brasil (Kissmann; Groth, 1997). No país, esta gramínea perene e entouceirada, dotada de um robusto sistema radicular, prolifera em todo o território, sendo particularmente problemática em solos compactados, como os encontrados em áreas de plantio direto e em acostamentos de estradas (Lorenzi, 2000; Arrieta et al., 2009; Moreira; Bragança, 2010).

O controle químico, representado principalmente pelo glifosato e pelos inibidores da enzima ACCase, consolidou-se como uma ferramenta eficaz e seletiva no manejo pós-emergente do capim-pé-de-galinha (Nunes, 2020). No entanto, a dependência e a aplicação recorrente desses mecanismos de ação, sem a integração com outras práticas de manejo, têm impulsionado a seleção de biótipos resistentes (Vargas et al., 2016). O primeiro caso de resistência a inibidores da ACCase no mundo foi registrado na Malásia em 1990, e o primeiro caso de resistência múltipla a inibidores da ACCase e da EPSPS (glifosato) na mesma espécie ocorreu em 1997 (Heap, 2023). No cenário nacional, o primeiro registro de resistência, documentado em 2003, foi a inibidores da ACCase (Vidal et al., 2006). Posteriormente, em 2016, foi confirmado o primeiro caso de resistência ao glifosato (Takano et al., 2017), e, mais recentemente, o primeiro caso de resistência múltipla a ambos os mecanismos (Correia et al., 2022).

4.5 Controle biológico como alternativa sustentável

O controle biológico constitui um fenômeno natural de regulação populacional de plantas e animais por meio de seus inimigos naturais, os quais atuam como agentes de mortalidade biótica. Todas as espécies possuem antagonistas naturais que atacam seus diversos estágios de desenvolvimento, incluindo grupos taxonomicamente diversificados como insetos, vírus, fungos, bactérias, nematoides, ácaros, aves e mamíferos (Parra et al., 2002).

No contexto do Controle biológico, destacam-se duas principais abordagens: o método clássico e o método inundativo. O método clássico baseia-se na introdução de inimigos naturais oriundos da região de origem da praga ou planta daninha, visando ao seu estabelecimento permanente e à regulação autossustentável das populações ao longo do tempo. Por envolver a liberação de organismos fora de sua área natural de ocorrência, essa estratégia requer avaliações de risco ambiental e protocolos de biossegurança. Em contraste, o controle biológico inundativo consiste na produção massal e na liberação repetida de agentes biológicos, geralmente para obtenção de supressão rápida da população-alvo, sem expectativa de estabelecimento permanente no ambiente. Assim, enquanto o método clássico apresenta efeito duradouro e menor necessidade de intervenções futuras, o inundativo demanda reaplicações periódicas, assemelhando-se operacionalmente ao controle químico (Daff, 2021). O marco histórico do controle biológico clássico remonta à década de 1880, quando o sucesso do controle do pulgão-

branco (*Icerya purchasi* Maskell) na Califórnia foi alcançado através da introdução do coccinelídeo *Rodolia cardinalis* (Mulsant), trazido da Austrália em 1888. Em apenas dois anos, esse agente de controle estabeleceu-se e proporcionou controle total da praga, demonstrando o potencial dessa estratégia (Parra et al., 2002).

No contexto brasileiro, os primeiros estudos nesta área foram iniciados pela Embrapa Meio Ambiente em 1986. Este marco representou o início do desenvolvimento de pesquisas que posteriormente possibilitariam a consolidação do controle biológico como alternativa sustentável no manejo de pragas e doenças.

4.6 Bio-herbicidas e o manejo de plantas daninhas

O controle de plantas daninhas destaca-se entre as principais problemáticas enfrentadas pelos produtores de alimentos mundialmente (Costa et al., 2017). Neste contexto, o uso de organismos vivos como estratégia de controle tem despertado crescente interesse por apresentar reduzido impacto ambiental, custo acessível e eficácia comparável à obtida com herbicidas no sistema convencional.

A utilização de fungos, bactérias, vírus e insetos para o controle de plantas daninhas enquadra-se na perspectiva do controle biológico, sendo usualmente denominada como bio-herbicida (Bittencourt; Franzener, 2013; Galonet al., 2016). Entretanto, organismos vivos exigem cuidados específicos relacionados às condições de cultivo, conservação e estocagem, uma vez que cada organismo possui condições ótimas de desenvolvimento que irão proporcionar maior viabilidade e eficácia (Machado et al., 2013; Moraes et al., 2014).

Apesar de ainda escassos, existem relatos promissores sobre o uso de vírus e bactérias no controle de plantas daninhas. Charudattan e Hiebert (2007) relatam que *Solanum viarum*, popularmente conhecida como joá-bravo, pode ser controlada pelo vírus *Tobacco mild green mosaic virus* (TMGMV) com eficiência de 98-99% quando aplicado com pulverizador de alta pressão. Este vírus induz resposta sistêmica e de hipersensibilidade na planta daninha, demonstrando potencial para utilização como bio-herbicida.

A adoção dessa abordagem integrada permite conciliar produtividade agrícola com preservação ambiental, posicionando os bio-herbicidas como componentes essenciais em estratégias de manejo que visam à segurança alimentar e à conservação dos recursos naturais.

4.7 Gênero *Bipolaris*

O gênero *Bipolaris* foi estabelecido por Shoemaker (1959). Ele compreende um grupo significativo de fungos filamentosos, com mais de 100 espécies catalogadas, muitas delas de distribuição global e relevância como fitopatógenos (Manamgoda et al., 2014; Sun et al., 2020). Esses microrganismos, de natureza saprófita, estão comumente associados a doenças como manchas foliares, podridões de raiz e colo, afetando especialmente culturas de grande valor econômico da família Poaceae, como trigo, milho, arroz e sorgo (Sivanesan, 1987; Berbee et al., 1999; Manamgoda, 2014; Al-Sadi et al., 2021).

Entre as espécies de maior impacto, destacam-se *B. oryzae*, *B. maydis* e *B. sorokiniana*, que infectam, respectivamente, arroz, milho, sorgo e trigo, demonstrando notável adaptabilidade e ampla distribuição, o que resulta em perdas expressivas nas lavouras (Al-Sadi et al., 2021). Um exemplo relevante é *B. bicolor*, relatado como patógeno em cerca de 70 espécies de hospedeiras em diversas regiões do mundo, com capacidade de sobreviver como saprófita ou infectar sementes de plantas cultivadas (Farr & Rossman, 2013; Morejon et al., 2006). Além disso, espécies do gênero são responsáveis por doenças graves em cereais como a cevada, causando manchas foliares, e também podem afetar trigo e outras gramíneas (Kobayashi & Pires, 2011).

Os fungos desse grupo caracterizam-se pela produção de conídios multicelulares, geralmente de formato fusiforme, coloração marrom e com septação transversal. Os conidióforos podem apresentar-se simples ou ramificados, e as colônias apresentam crescimento rápido quando cultivadas em meio batata-dextrose-água (PDA), exibindo coloração que varia entre marrom-oliva e cinza (Manamgoda et al., 2014).

A identificação morfológica do gênero *Bipolaris* baseia-se predominantemente na análise das características dos conídios, os quais podem apresentar de três a sete septos, com hilo proeminente e formato obclavado ou elíptico. Adicionalmente, a presença de clamidósporos pode ser observada em algumas espécies, constituindo um critério complementar importante para a diferenciação entre as espécies do gênero (Pinheiro, 2004).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Origem dos isolados fúngicos

O grupo de pesquisa do Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia – LAMIF coletou plantas de capim-pé-de-galinha com sintomas de necrose foliar nas cidades: Monte Carmelo (MG), Holambra (SP), Piracicaba (SP) e Guataporá (SP). Em seguida, os fungos foram isolados de lesões foliares no capim-pé-de-galinha, utilizando placas de Petri com meio de cultura batata-dextrose-água (BDA). Após a obtenção de culturas puras os isolados fúngicos foram depositados na coleção de fungos do LAMIF e armazenados em estoques de glicerol 10% a -80 °C e também em soluções de água destilada. Os isolados previamente identificados por morfologia receberam o código BEI (Biocontrol *Eleusine indica*), no entanto, para aqueles que as estruturas fúngicas não foram possíveis de observar e a identificação não foi realizada e receberam o código BEINI (Biocontrol *Eleusine indica* Não Identificado).

Após a obtenção da coleção foram realizados testes de patogenicidade com os isolados obtidos. Para tal, os fungos obtidos foram inoculados em plantas saudáveis de capim-pé-de-galinha utilizando discos de micélio. Após o surgimento dos sintomas, foi realizado o re-isolamento, confirmando assim, a patogenicidade dos isolados. Do total, 28 isolados fitopatogênicos foram selecionados e seguiram para testes de identificação molecular e testes de biocontrole em pós-emergência (Fabbis, 2025). Para o trabalho de especificidade, dois isolados fúngicos do gênero *Bipolaris* foram selecionados: BEI 020 e BEINI 013. (Figura 1).

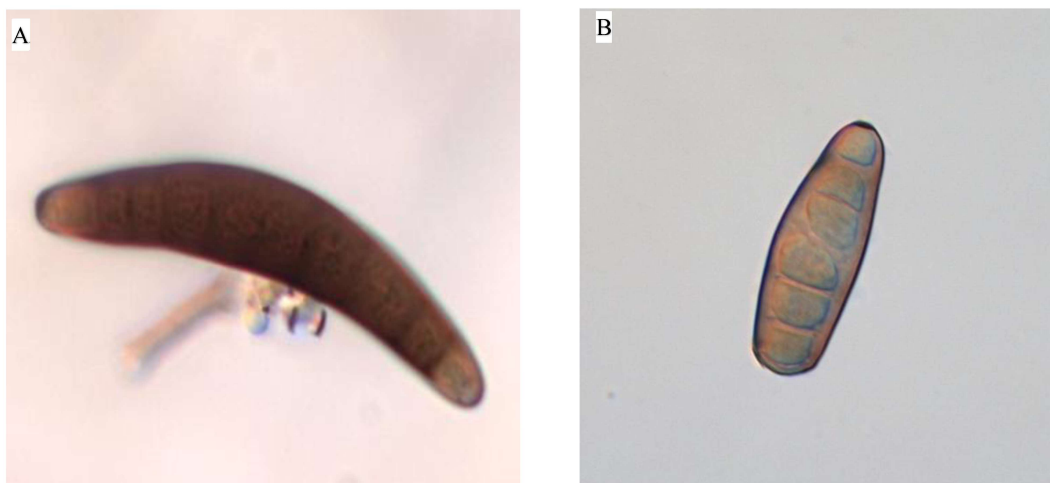


Figura 1. Estrutura reprodutiva da fase assexuada do gênero *Bipolaris*, denominado conídios. **A.** conídio do isolado BEINI013. **B** conídio do isolado BEI020. (Fonte: A autora, 2026).

5.2 Recuperação dos isolados

Os fungos utilizados no experimento foram retirados do ultrafreezer, onde são mantidos em tubos criogênicos para preservação. Para reativá-los, cada isolado foi transferido para placas de Petri contendo o meio de cultura BDA e colocados em BOD a 25°C, com um ciclo de 12 horas de luz (Figura 2).

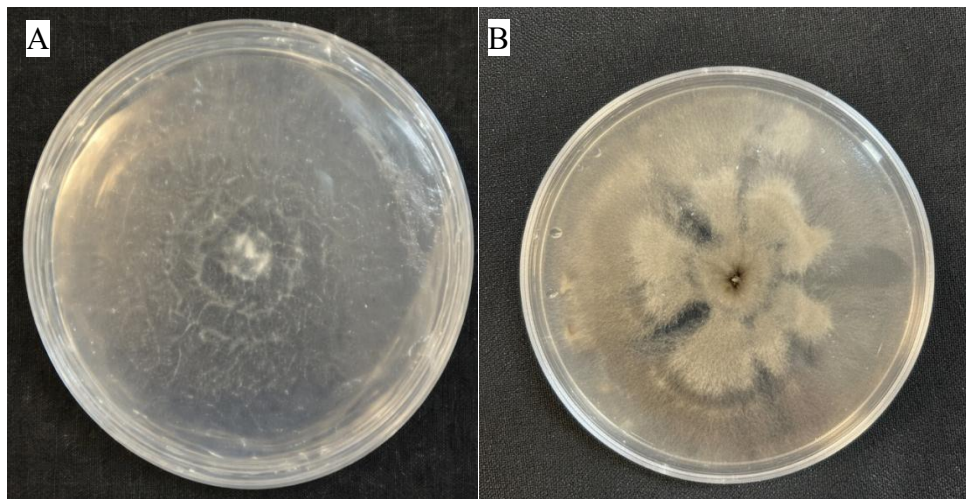


Figura 2. Placas das colônias com 7 dias de desenvolvimento. **A** Isolado BEI020 em meio de cultura BDA. **B.** Isolado BEINI013 inoculado em meio de cultura BDA (Fonte: A autora, 2025).

5.3 Cultivo das culturas agronômicas

Para determinar a capacidade dos isolados Bei020 e Beini013 em causar sintomas de necrose em culturas, foram selecionadas 15 espécies de interesse agrônomo para inoculação: alface (*Lactuca sativa*), aveia (*Avena sativa*), algodão (*Gossypium hirsutum*), arroz (*Oryza sativa*), beterraba (*Beta vulgaris*), café (*Coffea arabica*), cana de açúcar (*Saccharum officinarum*), cenoura (*Daucus carota*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), milheto (*Pennisetum glaucum*), soja (*Glycine max*), Sorgo (*Sorghum bicolor*), tomate (*Solanum lycopersicum*) e trigo (*Triticum aestivum*). Após a seleção das culturas, foram semeadas sementes de uso comercial adquiridas em casa agropecuária. Cada vaso continha solo autoclavado na proporção de 2:1 (solo:areia) onde foram

depositadas cinco sementes e adicionado ureia como adubo. Após o desenvolvimento inicial, realizou-se o desbaste, deixando apenas uma planta por vaso. O tempo de crescimento variou entre as espécies, devido às características individuais de cada uma em relação à taxa de crescimento ao longo dos dias após a semeadura

5.4 Teste de Especificidade em culturas agronômicas

As inoculações foram realizadas nas folhas e hastes das culturas testadas, utilizando discos de micélio dos isolados, Bei020 e Beini013 cultivados por sete dias em BDA na BOD a 25°C. A inoculação foi realizada em plantas com dois a quatro pares de folhas verdadeiras e, em seguida, recortado discos das colônias com canudos esterilizados. Em seguida, esses discos foram depositados sobre as folhas, e a quantidade de discos inoculados foi estabelecida proporcionalmente ao tamanho da folha (Figura 3)



Figura 3: Inoculação de *Bipolaris* spp. em culturas agronômicas. **A.** inoculação dos discos de micélios em mudas de Café. **B.** Realização da inoculação das testemunhas em plantas de sorgo. (Fonte: A autora, 2024)

Após as inoculações as plantas foram mantidas em câmara úmida (plástico umedecido com água destilada esterilizada) por 48 horas para oferecer as condições ideais de umidade e temperatura necessárias para a germinação e desenvolvimento dos fungos. Após a retirada da câmara úmida foram feitas as avaliações aos 7, 14 e 21 dias após a inoculação. (Figura 4)



Figura 4: Culturas após a inoculação submetidas à câmara úmida por 48 horas.
(Fonte: A autora, 2024)

5.5 Avaliações do experimento

As avaliações foram conduzidas observando a presença ou ausência de sintomas nas folhas inoculadas (Figura 5).



Figura 5. Método de avaliação do experimento. **A** presença de um sintoma tendo a patogenicidade positiva. **B** não apresenta sintomas, sendo uma associação negativa
(Fonte: A autora, 2024)

Para confirmar a associação entre os sintomas observados e o isolado fúngico foram realizados isolamentos indiretos a partir das lesões foliares. Depois de 5 a 7 dias foram observados o crescimento de colônias fúngicas nas placas de Petri com BDA (Figura 6). Para confirmar a identidade das colônias obtida observadas características

visuais do crescimento micelial e estruturas fúngicas sob microscopia, a fim de verificar se correspondem aos isolados originalmente inoculados.

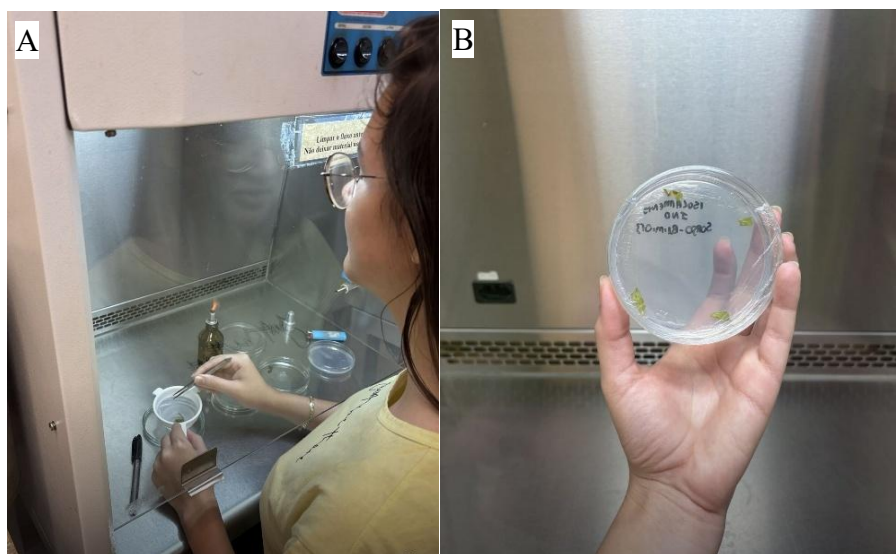


Figura 6. Realização do isolamento indireto para confirmação patógeno-hospedeiro. **A.** Demonstra a metodologia usada para a confirmação do patógeno-Hospedeiro, que consiste na técnica do isolamento indireto. **B.** Placa com fragmentos de tecidos após o teste de isolamento indireto. (Fonte: A autora, 2025).

5.6 Local de condução do Experimento e período

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia - LAMIF, localizado na Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil, durante o período de junho/2024 a fevereiro/2025.

5.7 Delineamento do experimento

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado utilizando 3 repetições para cada tratamento. Plantas inoculadas apenas com discos de meio BDA constituíram-se do controle negativo do teste.

7. RESULTADOS

7.1 Avaliação da especificidade dos isolados fúngicos

Apenas o isolado Beini013 não apresentou sintomas em nenhuma das culturas testadas, diferente do isolado Bei020 que foi sintomático em algumas culturas: Arroz (*Oryza sativa*), cana de açúcar (*Saccharum officinarum*), cenoura (*Daucus carota*), sorgo (*Sorghum bicolor*), Trigo (*Triticum aestivum*).

Logo, pode-se constatar que os isolado de *Bipolaris* sp. (Bei020) que foi sintomático em seis culturas diferentes, podendo ser observados nas figuras 7, demonstrou uma baixa capacidade de ser específico apenas ao *Eleusine indica*.

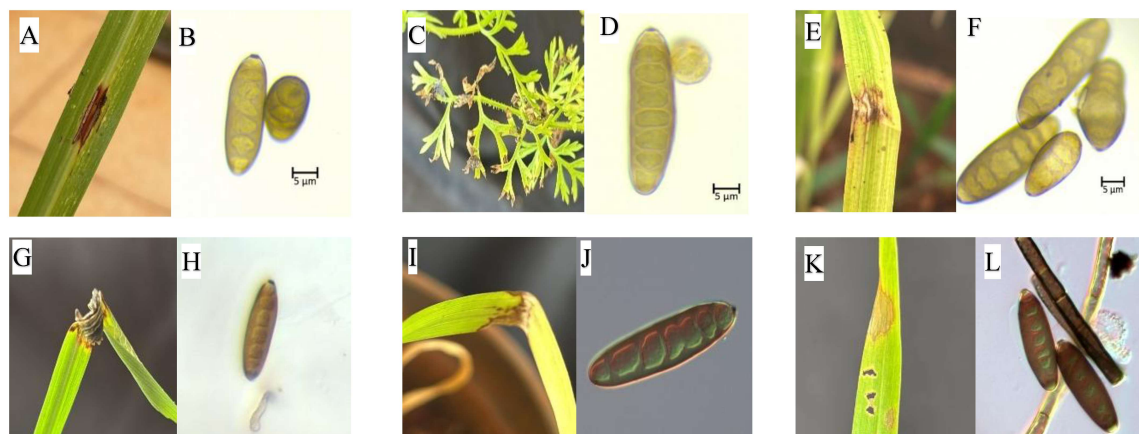


FIGURA 7. - Lesões foliares causadas pelo isolado Bei020 nas culturas. **A.** Lesão foliar causada na Cana de Açúcar. **B.** são os conídios de *Bipolaris* sp. observados por meio da análise microscópica. **C.** lesões foliares causadas em cenoura **D.** são os conídios de *Bipolaris* sp. observados por meio da análise microscópica. **E.** lesões foliares causadas pelo isolado Bei020 em Arroz. **F.** são os conídios de *Bipolaris* sp. observados por meio da análise microscópica. **G.** lesões foliares causadas em trigo. **H.** são os conídios de *Bipolaris* sp. observados por meio da análise microscópica. **I.** lesões foliares causadas pelo isolado Bei020 em Sorgo. **J.** são os conídios de *Bipolaris* sp. observados por meio da análise microscópica. **K.** lesões foliares causadas pelo isolado Bei020 em Milheto. **L** conídios de *Bipolaris* sp. observados por meio da análise microscópica das estruturas fúngicas. fonte: a autora (2025)



Figura 8. Plantas inoculadas com apenas meio de cultura BDA, sendo o controle negativos do experimento. **A.** Controle negativo do Arroz. **B.** controle negativo da Cana de açúcar. **C.** Controle negativo da cenoura. **D.** controle negativo Milheto. **E.** controle negativo do sorgo. **F.** controle negativo do trigo. Fonte: a autora (2025).

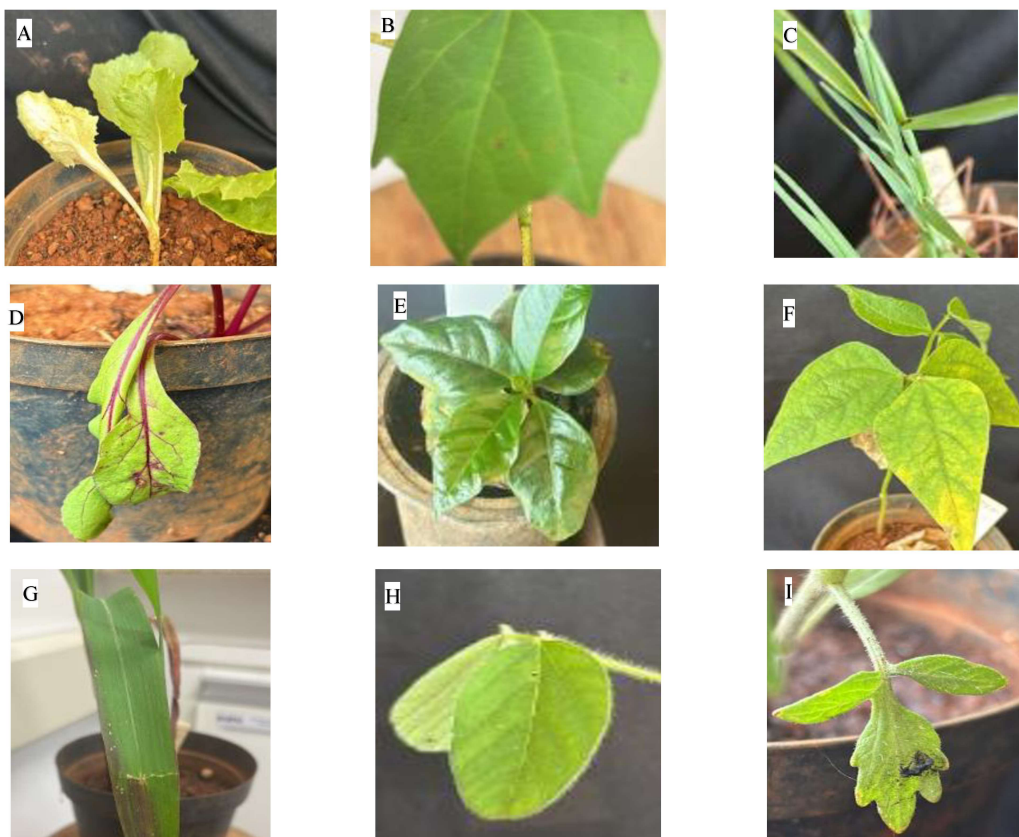


Figura 9. Plantas inoculadas com Bei020 que não apresentaram sintomas **A.** Planta sem sintomas da alface. **B.** Planta sem sintomas do algodão. **C.** Planta sem sintomas da Aveia

D. Planta sem sintomas da Beterraba. **E.** Planta sem sintomas do café. **F.** Planta sem sintomas do feijão. **G.** Planta sem sintomas do milho. **H.** Planta sem sintomas da soja. **I.** Planta sem sintomas do tomate. Fonte: a autora (2025).

Já o isolado (Beini013) foi específico ao capim-pé-de-galinha quando testado em espécies de plantas cultivadas, sendo o isolado o qual não causou sintomas nas espécies de plantas testadas, demonstrando sua alta capacidade de ser específico. (Figura 10).



FIGURA 10. - Lesões foliares causadas pelo isolado Beini013 nas culturas. **A.** Cultura do Alface inoculada sem lesões **B.** Testemunha do experimento **C.** Cultura do algodão inoculada sem lesões **D.** Testemunha do experimento **E.** Cultura do arroz inoculado sem lesões. **F.** Testemunha do experimento. **G.** Cultura da aveia inoculada sem lesões **H.**

Testemunha do experimento. **I.** Cultura da beterraba inoculada sem lesões **J** Testemunha do experimento. **K** Cultura do Café inoculado sem lesões. **L** Testemunha do experimento. **M** cultura da Cana de Açúcar, sem lesões. **N** Testemunha do experimento. **O.** Cultura da cenoura inoculada, sem lesões. **P.** Testemunha do experimento **Q.** Cultura do feijão inoculado, sem lesões. **R.** testemunha do experimento. **S.** Cultura do milho inoculado, sem lesões. **T.** testemunha do experimento. **U.** cultura da soja inoculada, sem lesões. **V.** testemunha do experimento. **W** cultura do sorgo inoculada, sem lesões. **X** testemunha do experimento. **Y.** cultura do tomate inoculado, sem lesões. **Z.** testemunha do experimento. **AA.** Cultura do trigo inoculado, sem lesões. **BB.** Testemunha do experimento.

fonte: a autora (2025)

Nos testes de inoculação realizados, o isolado Bei020 demonstrou baixa especificidade e elevada capacidade de causar sintomas em espécies pertencentes à família Poaceae, grupo que inclui o capim-pé-de-galinha (*E. indica*). Esse comportamento pode estar relacionado à identidade taxonômica do isolado, uma vez que foi identificado como possivelmente pertencente à espécie *Bipolaris crotonis* (Figura 10). De acordo com Sivanesan (1985) e Manamgoda et al. (2014), *B. crotonis* foi inicialmente descrita em folhas em decomposição de *Croton* sp. (Euphorbiaceae), sendo posteriormente registrada infectando *E. indica* (Poaceae) (Tan et al., 2014; Bhunjun et al., 2020). Tais registros reforçam a ampla adaptabilidade e o potencial patogênico dessa espécie sobre gramíneas, fato também evidenciado por sua associação à doença do ponto preto no trigo (*T. aestivum*) na Planície do Norte da China (Xu et al., 2018). Dessa forma, a ocorrência de sintomas acentuados em espécies da família Poaceae pode ser explicada pela afinidade de *B. crotonis* por hospedeiros desse grupo botânico.

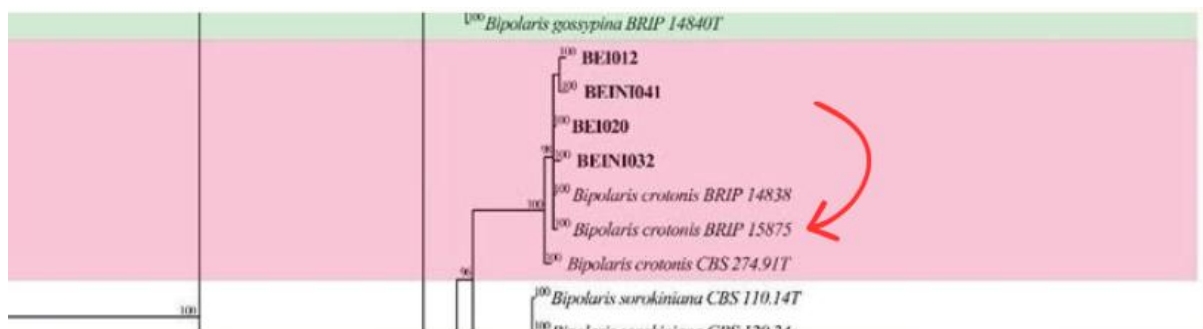


Figura 11. Análise filogenética Bessiana dos isolados fúngicos fitopatogênicos associados à *Eleusine indica* (Fonte: Cláudia Fabriss, 2024).

Tabela 3- Avaliação da especificidade dos dois isolados fúngicos associados ao capim Pé de galinha em relação as espécies das famílias botânicas

Família botânica	Culturas	Bei020	Beini013	Total
Asteraceae	Alface – <i>Lactuca sativa</i>	-	-	0
Amaranthaceae	Beterraba – <i>Beta vulgaris</i>	-	-	0
Apiaceae	Cenoura – <i>Daucus carota subsp. sativus</i>	+	-	1
Fabaceae	Feijão – <i>Phaseolus vulgaris</i>	-	-	0
	Soja – <i>Glycine max</i>	-	-	0
Malvaceae	Algodão – <i>Gossypium hirsutum</i>	-	-	0
Poaceae	Arroz – <i>Oryza sativa</i>	+	-	5
	Aveia – <i>Avena sativa</i>	+	-	
	Cana-de-açúcar – <i>Saccharum officinarum</i>	+	-	
	Milho – <i>Zea mays</i>	-	-	
	Milheto – <i>Pennisetum glaucum</i>	+	-	
	Sorgo – <i>Sorghum bicolor</i>	+	-	
	Trigo – <i>Triticum aestivum</i>	+	-	
Rubiaceae	Café – <i>Coffea arabica</i>	-	-	0
Solanaceae	Tomate – <i>Solanum lycopersicum</i>	-	-	0

Fonte: A autora (2025).

(+) aparecimento de sintoma da doença.

(-) ausência de sintoma da doença

Foi possível constatar que o isolado Beini013 apresentou maior especificidade ao capim-pé-de-galinha, uma vez que não causou sintomas nas demais espécies avaliadas, destacando-se como o mais promissor para o desenvolvimento de um possível bio-herbicida, por ainda não ter identidade taxonômica, este isolado se mostra promissor como um novo relato. (Figura 12).

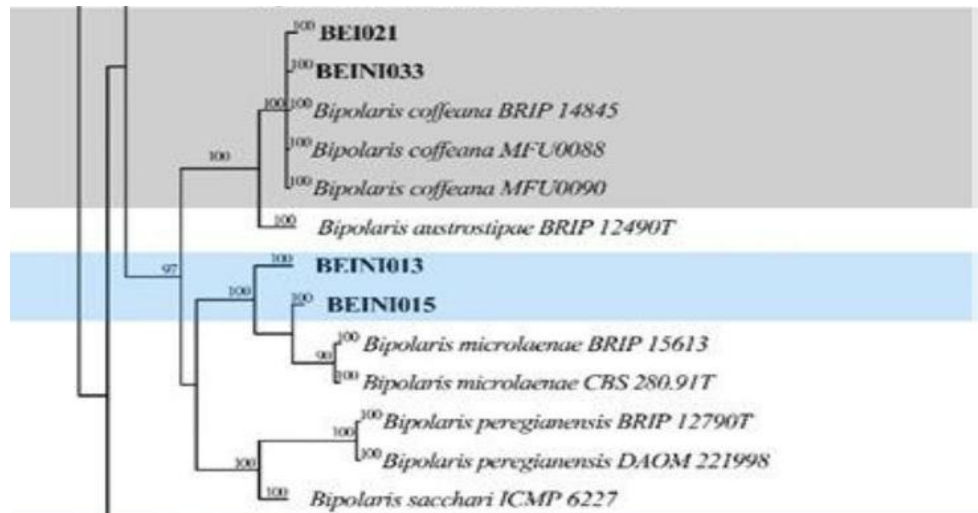


Figura 12. Análise filogenética Bessiana dos isolados fúngicos fitopatogênicos associados à *Eleusine indica*, enfatizando o isolado Bei013 que não se adequa em nenhum clado, podendo ser um novo relato. (Fonte: Cláudia Fabriss, 2024)

8. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo são promissores, indicando que os isolados do fungo *Bipolaris* demonstraram boa especificidade nos testes realizados. Dentre eles, o isolado identificado como Beini013 se destacou como o único específico, revelando um potencial considerável para ser desenvolvido como um bio-herbicida à base de fungo para o manejo do capim-pé-de-galinha (*Eleusina indica*).

O significativo avanço representado por essas descobertas no mundo do controle biológico, ainda sim é importante ressaltar que a pesquisa ainda está em fase de desenvolvimento. Para que um produto comercial seguro e eficaz seja formulado a partir de um desses fungos, torna-se fundamental a realização de estudos adicionais e mais aprofundados para confirmar a sua eficiência.

9. REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F. S. et al. Impacto econômico da resistência de plantas a herbicidas no Brasil. **Circular Técnica**, v. 132, p. 1-12, 2017.

-AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEGLER, C. E.; TIRONI, S. P.; SANTOS, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.

-AGOSTINI, R. et al. Mecanismos de ação de herbicidas e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, e020201, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.7824/rbh.v19.2020.e020201> Acesso em: 9 out. 2025.

-AGRIOS, G. N. Plant Pathology. 5th ed. Elsevier Academic Press, 2005.

-AGROLINK. Capim-pé-de-galinha resistente a herbicidas se torna um problema de proporções continentais. Agrolink, 2023. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br>. Acesso em: 29 jan. 2025.

-ALDRICH, R. J. Weed–Crop Ecology: Principles in Weed Management. North Scituate: Breton Publishers, 1984. 465 p.

-BARRETO, R. W. Controle biológico de plantas com fitopatógenos. In: BETTIOL, W.; BELCHIOR, D. C. V.; SOUZA SARAIVA, A.; LÓPEZ, A. M. C.; SCHEIDT, G. N. Impactos dos agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. Embrapa. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164063/1/Impactos-de-agrotoxicos-sobre-o-meio-ambiente.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2024.

-BETTS, K. J.; EHLKE, N. J.; WYSE, D. L.; GRONWALD, J. W.; SOMERS, D. A. Mechanism of inheritance of diclofop resistance in italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Weed Science*, Champaign, v. 40, n. 2, p. 184-189, 1992.

-BHUNJUN, C. S. et al. A polyphasic approach to delineate species in *Bipolaris*. *Fungal Diversity*, [S. l.], v. 102, p. 225-256, 2020. DOI: 10.1007/s13225-020-00446-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13225-020-00446-6>. Acesso em: 6 out. 2025.

-BITTENCOURT, H. H.; FRANZENER, G. Potenciais agentes de controle biológico de plantas espontâneas em agroecossistemas no estado do Paraná. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 158-162, 2013

-BLANCO, H.G. - A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. *O Biológico*, 38(10): 343-50, 1972

-BORCHARDT, L.; JAKELAITIS, A.; VALADÃO, F. C. A.; VENTUROSIO, L. A. C.; SANTOS, C. L. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 725-734, 2011.

-BROSNA, J. T.; NISHIMOTO, R. K.; DEFRANK, J. Capim-de-ganso resistente à metribuzina (*Eleusine indica*) em grama bermuda. **Tecnologia de Ervas Daninhas**, v. 22, p. 675-678, 2008.

- BREWBAKER, J. L. Genética na agricultura. São Paulo: USP, 1969. 217 p.

- BURNSIDE, O. C. Justificativa para o desenvolvimento de culturas resistentes a herbicidas. **Tecnologia de Ervas Daninhas**, v. 621-625, 1992.
- CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Org.). **Agricultura & Meio Ambiente: a busca pela sustentabilidade**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2022.
- CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 264 p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).
- CARVALHO, F. T.; VELINI, E. D. Períodos de interferência de plantas na cultura da soja: I - cultivar IAC-11. **Planta Daninha**, v. 3, p. 317-322, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-83582001000300002>.
- CHARUDATTAN, R. Biological control of weeds by means of plant pathogens: significance for integrated weed management in modern agro-ecology. *BioControl*, v. 46, p. 229-260, 2001.
- CHARUDATTAN, R.; HIEBERT, E. A plant virus as a bioherbicide for tropical soda apple, *Solanum viarum*. *Outlooks on Pest Management*, v. 18, n. 4, p. 167-171, 2007.
- CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Ecologia de germinação de capim-ganso (*Eleusine indica*): **uma importante erva daninha do arroz de sequeiro**. *Weed Science*, v. 56, n. 5, p. 699-706, 2008.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Imidazolinone resistant *Bidens pilosa* biotypes in Brazilian soybean areas. In: **MEETING OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA**, 36., 1996, Norfolk. Anais[...] Champaign: WSSA, 1996. p. 10
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas aparentes ao herbicida glifosato. **Planta Daninha**, v. 3, p. 507-515, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-83582003000300020>.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. da. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, p. 13-20, 1994.
- CORDEAU, S.; TRIOLET, M.; WAYMAN, S.; STEINBERG, C.; GUILLEMIN, J. P. Bioherbicides: Dead in the water? A review of the existing products for integrated weed management. *Crop Protection*, v. 87, p. 44-49, 2016.
- CORREIA, N. M. et al. First report of multiple resistance of goosegrass to herbicides in Brazil. *Advances in Weed Science*, Londrina, v. 40, e020200079, 2022.
- COSTA, N. V.; Rodrigues-Costa, A. C. P.; Coelho, E. M. P.; Ferreira, S. D.; Barbosa, J. A. Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 17, n. 1, p. 25-44, jan./mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v17i1.522>.

- CROP LIFE BRASIL. Dados de mercado de bioinsumos no Brasil: estudo 2021. [S.l.]: CropLife Brasil, 2021. In: EMBRAPA. **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1143066/1/Bioinsumos-na-cultura-da-soja.pdf>. Acesso em: 25 out. 2025.
- DE OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. Embrapa Milho e Sorgo-Livro técnico (INFOTECA-E), 2018.
- EMBRAPA. Controle biológico contribui para redução do uso de defensivos agrícolas. Brasília, DF: Embrapa, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/1489381/control-biologico-contribui-para-reducao-de-uso-de-defensivos-agricolas>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- EMBRAPA. Estudo revela que uso de herbicidas no Brasil cresceu 128% entre 2010 e 2020. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/search-news/-/noticia/101797650/estudo-revela-que-o-uso-de-herbicidas-no-brasil-cresceu-128-entre-2010-e-2020>. Acesso em: 18 set. 2025.
- FABBRIS, C. et al. Diversidade e distribuição espacial de fungos fitopatogênicos como agentes de controle biológico para capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*). Agricultura, v. 15, p. 1721, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agricultura1516172>. Acesso em: 24 set. 2025.
- FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Disponível em: <http://nt.ars-grin.gov/fungalatabases/>. Acesso em: 6 jul. 2025
- FONTES, J. R. A. **Manejo integrado de plantas daninhas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. (Documentos, 113).
- FONTES, J. R. A.; GONÇALVES, J. R. P. **Manejo integrado de plantas específicas**. In: Sem título. 2009. (Nota: Título incompleto. Verifique a fonte original.)
- GANTOLI, G.; AYALA, V. R.; GERHARDS, R. Determination of the Critical Period for Weed Control in Corn. Weed Technology, v. 27, n. 1, p. 63-71, 2013.
- GAZZIERO, D. L. P. et al. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima ALS. **Planta Daninha**, v. 16, p. 118-125, 1998
- HEAP, I. International survey of herbicide resistant weeds. 2023. Disponível em: <http://www.weedscience.org>. Acesso em: 3 set. 2025
- ISMAIL, B. S. et al. Germinação e emergência de plântulas de biótipos de capim-pé-de-galinha resistentes e suscetíveis ao glifosato (*Eleusine indica*). **Controle biológico de ervas daninhas**, v. 2, p. 177-185, 2002.

- JASIENIUK, M.; BRÛLÉ-BABEL, A. L.; MORRISON, I. N. The evolution and genetics of herbicide resistance in weeds. **Weed Science**, Champaign, v. 44, n. 1, p. 176-193, 1996.
- KOBAYASTI, L.; PIRES, A. P. Survey of fungi in wheat seeds. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, p. 572-578, 2011
- KREUZ, K.; TOMMASINI, R.; MARTINOIA, E. Old enzymes for a new job. *Plant Physiology*, Rockville, v. 111, p. 349-353, 1996.
- LACERDA, Mábio Chrisley. Controle químico de plantas daninhas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/controle-quimico-de-plantas-daninhas>. Acesso em: 18 set. 2025..
- LENTEREN, J. C. van. Benefits and risks of introducing exotic macro biological control agents into Europe. *EPPO Bulletin*, v. 27, n. 1, p. 15-27, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1997.tb00611.x>. Acesso em: 24 set. 2024.
- LENTEREN, J. C. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl*, v. 63, n. 1, p. 39-59, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>. Acesso em: 24 set. 2024.
- LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608 p.
- MACHADO, A. C. R.; MOCHI, A.; MONTEIRO, A. C. Crop optimization and pre-steps standardization to get a *Bipolaris euphorbiae*-based bioherbicide. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 4, p. 392-399, 2013.
- MANAMGODA D. S., ROSSMAN A. Y., CASTLEBURY L. A., CROUS P. W., MADRID H., CHUKEATIROTE E. & HYDE K.D. The genus *Bipolaris*. *Studies in Mycology*, [s. l.], v. 79, n. 1, p. 221–288, 2014.
- MANAMGODA, D. S. et al. **The genus *Bipolaris*. *Studies in Mycology***, [S. l.], v. 79, p. 221-288, 2014. DOI: 10.1016/j.simyco.2014.10.002. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.10.002>. Acesso em: 6 out. 2025.
- MATTE, W. D.; SILVA, V. F. V.; MACHADO, F. G.; OLIVEIRA JR., R. S. 2,4-D: Polêmico desde sempre, imprescindível como nunca. **Revista Cultivar**. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/2-4-d-polemico-desde-sempre-imprescindivel-como-nunca>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- MAXWELL, B. D.; MORTIMER, A. M. Selection for herbicide resistance. In: POWLES, S. B.; HOLTUM, J. A. M. *Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry*. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 1-25.
- MERLADETE, A.-A. Capim-pé-de-galinha resistente a herbicidas se torna um problema de proporções continentais. **Portal Agrolink**, 19 out. 2023. Disponível em:

https://www.agrolink.com.br/noticias/capim-pe-de-galinha-resistente-a-herbicidas-se-torna-um-problema-de-proporcoes-continetais_484675. Acesso em: 21 nov. 2024.

-MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da. Trichoderma: uso na agricultura. 2019.

-MONQUEIRO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DIAS, C. T. S. Resistência de plantas aparentemente a herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**, v. 3, p. 419-425, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-83582000000300005>.

-MORANDI, M. A. B. (Orgs.). Biocontrole de doenças de planta: uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 101-128

-MORTIMER, A. M. Review of graminicide resistance. 1998. Disponível em: <http://ipmwww.ncsu.edu/orgs/hrac/monograph1.htm>.

-NEPOMUCENO, M.; ALVES, P. L. C. A.; DIAS, T. C. S.; PAVANI, M. C. M. D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007.

-OLIVEIRA, T. de. Levantamento, dose resposta e manejo de biótipos de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) com potencial de resistência múltipla a herbicidas inibidores de EPSPs e ACCase. 2020. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

-PARRA, José Roberto P. et al. Controle biológico: terminologia. Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, p. 1-16, 2002.

-PAULINA et al. Espécies de Trichoderma: nossos melhores aliados fúngicos no biocontrole de doenças de plantas — uma revisão. **Plantas**, v. 12, 2023.

-PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G.S. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: PERES, F.; MOREIRA, J. C. (Org.). **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. p. 21-41. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788575413173>.

-PETERSON, M. A. et al. 2,4-D passado, presente e futuro: uma revisão. **Weed Technology: um periódico da Weed Science Society of America**,

-PINHEIRO, C. S. Morfologia e identificação de fungos fitopatogênicos do gênero *Bipolaris*, 2004.

-PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 1-24, set. 1987.

- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 120, n. 129, p. 16-27, 1985.

- PONCHIO, J. A. R. et al. ALS enzyme assay from *Bidens pilosa* biotypes of the Brazilian soybean areas to determine the sensitive to imidazolinone and sulfonilurea herbicides. In: **MEETING OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA**, 36., 1996, Norfolk. Abstracts... Champaign: WSSA, 1996. p. 79.
- POWLES, S. B. Evolução de ervas daninhas resistentes ao glifosato ao redor do mundo: lições a serem aprendidas. **Ciência do Manejo de Pragas**, v. 64, p. 360-365, 2008.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). Identificação e manejo de plantas daninhas resistentes aos herbicidas. Londrina: SBCPD, 2000. 32 p.
- SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. II – Cultivar caiapó. *Bragantia*, v. 68, n. 2, p. 373-379, 2009.
- SIVANESAN A. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* and their teleomorphs. *Mycological Papers*, 158 (1987), pp. 1-261. 1987
- SIVANESAN, A. **Novas espécies de *Bipolaris***. *Transactions of the British Mycological Society*, London, v. 84, n. 3, p. 403-421, 1985. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007153685800243>. Acesso em: 28 out. 2025.
- TAKANO, H. K. et al. Controle químico de capim-pé-de-galinha resistente ao glifosato. *Planta Daninha*, v. e018176124, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-83582018360100055>
- TAKANO, H. K. et al. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes de capim-pé-de-galinha. **Planta Daninha**, v. 34, p. 249-258, 2016^a
- TAKANO, H. K. et al. Goosegrass resistant to glyphosate in Brazil. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 35, e017163071, 2017.
- TAKANO, H. K. et al. Resistência ao glifosato em capim-pé-de-galinha do Brasil. *Planta Daninha*, v. 35, e017163071, 2017.
- TAN, Y. P. et al. *Johnalcornia* gen. et. comb. nov. and nine new combinations in *Curvularia* based on molecular phylogenetic analysis. *Australasian Plant Disease Notes*, [S. l.], v. 9, p. 43, 2014. DOI: 10.1007/s13313-014-0315-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13313-014-0315-6>. Acesso em: 6 out. 2025.
- THUM, R. A.; SPERRY, B. P.; CHORAK, G. M.; LEON, R. G.; FERRELL, J. Confusão e ambiguidade em relação aos termos “resistência” e “tolerância” no manejo de plantas aquáticas. *Weed Science*, v. 71, n. 4, p. 279–283, 2023. DOI: 10.1017/wsc.2023.28.
- VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 22 p. (Embrapa Trigo.

Documentos Online, 58). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do58.htm.

-VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 8, n. 1, p. 01-06, jan./mar. 2012.

- VIDAL, R. A. et al. Resistência de Eleusine indica aos inibidores da ACCase. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 163-171, 2006

-VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Three weed species with confirmed resistance to herbicides in Brazil. In: WSSA MEETING, 1997, Orlando. Proceedings... [S. l.]: WSSA, 1997a. p. 100

-VIEIRA, Bruno Sérgio; BARRETO, Robert Weingart; NECHET, Kátia de Lima. Controle biológico de plantas daninhas com fungos fitopatogênicos. In: OLIVEIRA, Maurílio Fernandes de et al. (Ed.). **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. cap. 6, p. 113-126

-WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA (WSSA). Official WSSA definitions. [S. l.], 2024. Disponível em: <http://wssa.net/wssa/weed/resistance/herbicide-resistance-mechanisms/>. Acesso em: 24 set. 2024.

-WILSON, B.J. Shoot competition and root competition. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.25, n.2, p.279-296, 1988.

- XU, K. G. et al. Identification and pathogenicity of fungal pathogens causing black point on wheat in North China Plain. **Indian Journal of Microbiology**, [S. l.], v. 58, n. 2, p. 159-164, 2018. DOI: 10.1007/s12088-018-0709-1. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12088-018-0709-1>. Acesso em: 6 out. 2025.

