



SELEÇÃO DE LEVEDURAS COM POTENCIAL BIOCONTROLADOR DE
CORYNESPORA CASSIICOLA NA CULTURA DA SOJA, COMO ESTRATÉGIA
EDUCATIVA E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

JOSÉ DA SILVA SANTANA

RECIFE

2025

*SELEÇÃO DE LEVEDURAS COM POTENCIAL BIOCONTROLADOR DE
CORYNESPORA CASSIICOLA NA CULTURA DA SOJA, COMO ESTRATÉGIA
EDUCATIVA E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL*

AUTOR: JOSÉ DA SILVA SANTANA

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas, como requisito parcial obtenção
do título de licenciatura em Ciências
Biológicas.

Orientador(a): Delson Laranjeira

RECIFE

2025

INSERIR AQUI A FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

S232s Santana, José da Silva.
Seleção de leveduras com potencial biocontrolador de *corynespora cassicola* na cultura da soja, como estratégia educativa e sustentável / José da Silva Santana. – Recife, 2025.
38 f.; il.

Orientador(a): Delson Laranjeira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Impactos ambientais. 2. Leveduras. 3. Ciências - Estudo e ensino . 4. Educação I. Laranjeira, Delson, orient.
II. Título

CDD 574

JOSÉ DA SILVA SANTANA

SELEÇÃO DE LEVEDURAS COM POTENCIAL BIOCONTROLADOR DE CORYNESPORA
CASSIICOLA NA CULTURA DA SOJA, COMO ESTRATÉGIA EDUCATIVA E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Ciências Biológicas da Universidade
Federal Rural de Pernambuco, como
requisito parcial para obtenção do título de
Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 11 / 02 / 2026

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr DELSON LARANJEIRA

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dra. CRISTIANE MARIA VARELA DE ARAUJO

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Neri Antonio Biazus Junior

Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, apresentando elevada importância econômica e social. No entanto, sua produtividade tem sido afetada pela incidência de doenças fúngicas, com destaque para a mancha-alvo, causada por *Corynespora cassiicola*. O controle dessa doença é realizado, majoritariamente, por meio do uso de fungicidas químicos, prática associada a impactos ambientais, riscos à saúde humana e ao desenvolvimento de resistência do patógeno. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial biocontrolador de isolados de leveduras frente a dois isolados de *C. cassiicola* (748 e 769), por meio de testes de confronto direto *in vitro*. Os resultados evidenciaram diferenças significativas entre os isolados de leveduras quanto à capacidade de inibição do crescimento micelial do patógeno, destacando-se o isolado 683, que apresentou maior eficiência antagonista em ambos os ensaios realizados. Conclui-se que o uso de leveduras constitui uma estratégia viável para o controle biológico de *C. cassiicola*, sendo necessários estudos futuros, especialmente em condições *in vivo* e de campo, para avaliar sua eficiência, persistência e mecanismos de ação, bem como sua integração a programas de manejo integrado de doenças. Como etapa complementar, foi elaborada uma cartilha educativa alinhada à Base Nacional Comum Curricular, com o objetivo de divulgar os resultados da pesquisa de forma acessível e contribuir para o ensino de Biologia e a educação ambiental. A cartilha foi avaliada por professores da área, que reconheceram seu potencial pedagógico, apontando a necessidade de pequenos ajustes na linguagem e na organização visual para ampliar sua aplicabilidade no contexto escolar.

Palavras-chave: *impactos ambientais, leveduras, ensino de ciências, educação.*

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is one of the main agricultural crops in Brazil, presenting high economic and social importance. However, its productivity has been affected by the incidence of fungal diseases, especially target spot, caused by *Corynespora cassiicola*. The control of this disease is predominantly carried out through the use of chemical fungicides, a practice associated with environmental impacts, risks to human health, and the development of pathogen resistance. In this context, the present study aimed to evaluate the biocontrol potential of yeast isolates against two isolates of *C. cassiicola* (748 and 769) through in vitro direct confrontation assays. The results showed significant differences among yeast isolates regarding their ability to inhibit the mycelial growth of the pathogen, with isolate 683 standing out for presenting the highest antagonistic efficiency in both assays. It is concluded that the use of yeasts represents a viable strategy for the biological control of *C. cassiicola*; however, further studies are required, especially under in vivo and field conditions, to evaluate their efficiency, persistence, and mechanisms of action, as well as their integration into integrated disease management programs. As a complementary step, an educational booklet aligned with the Brazilian National Common Core Curriculum was developed to disseminate the research results in an accessible manner and contribute to Biology teaching and environmental education. The booklet was evaluated by Biology teachers, who recognized its pedagogical potential while suggesting minor adjustments in language and visual organization to enhance its applicability in the school context.

Keywords: environmental impacts; yeasts; science education; education.

Sumário

RESUMO.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVO GERAL.....	11
3 OBJETIVO ESPECÍFICOS	11
4 JUSTIFICATIVA	11
5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
5.1 SOJA.....	12
5.2 DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA	13
5.3 MANCHA ALVO.....	14
5.4 CONTROLE DE MANCHA ALVO	14
5.5 DIVULGAÇÃO EDUCACIONAL.....	15
6 METODOLOGIA	15
6.1 Obtenção dos isolados.....	15
6.2 Cultivo dos micro-organismos	16
6.3 Confronto direto <i>in vitro</i> pelo método de risca pesquisar	16
6.4 Teste de Confronto Direto In Vitro	16
6.5 Elaboração de Cartilha Educativa Alinhada às Diretrizes do Ensino...	17
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
7.1 Teste de Confronto Direto In Vitro	17
7.2 Resultados e Discussão.....	20
7.3 Elaboração de Cartilha Educativa Alinhada às Diretrizes do Ensino...	21
8 REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a soja é considerada uma das principais culturas agrícolas, desempenhando um papel estratégico tanto na economia quanto na segurança alimentar global FERREIRA et al. (2017). Segundo Silva et al. (2022), o cultivo da soja evoluiu de uma produção modesta para se tornar um dos pilares da agricultura na atualidade, com forte impacto sobre cadeias agroindustriais e logísticas. Além de sua importância como fonte de proteína vegetal e óleo comestível, a cultura se destaca pelo alto valor comercial e por sua alta importações e ampla utilização na alimentação animal e produção de biocombustíveis FERREIRA et al. (2017).

O agronegócio, como apontam Hirakuri et al. (2014), tem sua relevância geopolítica, dada sua estratégica no comércio internacional e sua capacidade influenciando diretamente diversos setores da economia como: transporte, indústria de óleos vegetais, ração animal, biotecnologia agrícola, exportações entre outros setores.

No cenário agrícola brasileiro, estados como Mato Grosso, Paraná, Goiás e Rio Grande do Sul figuram entre os maiores produtores, contribuindo para que o Brasil se consolidasse como líder mundial na produção e exportação da oleaginosa (EMBRAPA, 2021). Em adição houve a intensificação dos sistemas de produção e a expansão para novas fronteiras agrícolas, como o MATOPIBA, região que compreende os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. A baixa produção no MATOPIBA está ligada à infraestrutura precária, clima seco, solos pobres, pouca assistência técnica, conflitos fundiários, pressões ambientais e falta de investimentos ALMEIDA et al. (2016).

Porém essa região vem enfrentando alguns problemas fitossanitários. Entre as principais problemáticas enfrentados nas lavouras de soja, destaca-se a incidência crescente de doenças fúngicas, especialmente aquelas causadas por patógenos altamente adaptáveis e com ampla distribuição geográfica (Pelúzio et al., 2019).

A soja é afetada por diversas doenças, como ferrugem-asiática, mofo-branco, antracnose, mancha alvo e mancha-parda. Entre elas, a mancha alvo, causada por *Corynespora cassiicola*, tem se destacado como problema

emergente por sua capacidade de infectar vários hospedeiros e sobreviver no solo (Gomes et al., 2019). Os sintomas típicos incluem lesões foliares no centro geralmente e de coloração parda ou acinzentada, que evoluem para necrose e desfolha precoce, reduzindo a capacidade fotossintética da planta e impactando diretamente o rendimento da lavoura (Martins et al., 2020).

A variabilidade genética de *Corynespora cassiicola* representa outro problema significativo, visto que diferentes isolados podem apresentar respostas distintas ao controle químico, dificultando a padronização de estratégias de manejo. Além disso, o patógeno pode desenvolver mecanismos de resistência a fungicidas especialmente quando o uso desses produtos é realizado de forma contínua e sem nenhum período de repouso da área utilizada (Barros et al., 2018). Esse cenário exige alternativas mais sustentáveis e integradas para o controle da doença, que vão além do uso exclusivo de defensivos químicos.

A utilização do controle químico, apesar de ser o método mais amplamente utilizado, apresenta limitações importantes. Segundo Pereira et al. (2021), a aplicação excessiva de fungicidas contribui para a seleção de populações resistentes, além de representar um risco ambiental significativo, com contaminação de solos, cursos d'água e efeitos adversos sobre organismos não-alvo. Além disso, há preocupações crescentes com a exposição ocupacional dos trabalhadores rurais e a presença de resíduos em alimentos, o que reforça a necessidade de estratégias mais seguras e ecologicamente corretas.

Nesse contexto, o controle biológico tem ganhado força como uma alternativa esperançosa. Trata-se do uso de organismos vivos ou de seus metabólitos para suprimir a ação de patógenos, promovendo um equilíbrio mais natural no ambiente agrícola. Entre os agentes de biocontrole, as leveduras têm se destacado por sua versatilidade, facilidade de cultivo, e pela capacidade de atuar por diferentes mecanismos, como competição por nutrientes e espaço, produção de compostos antimicrobianos e indução de resistência sistêmica em plantas (Ferreira et al., 2021).

No Brasil, já tem pesquisas explorando o potencial de leveduras como antagonistas de fungos fitopatogênicos. Silva et al. (2022), por exemplo, demonstraram a eficácia de linhagens de *Metschnikowia pulcherrima* e *Candida oleophila* na inibição do crescimento de patógenos como *Botrytis cinerea* e

Colletotrichum gloeosporioides, com resultados promissores tanto *in vitro* quanto em condições de campo. A atuação dessas leveduras se dá, em grande parte, pela produção de substâncias voláteis, rápida colonização das superfícies vegetais e formação de biofilme, o que dificulta o estabelecimento dos patógenos.

Ainda que os estudos sobre o uso de leveduras no controle específico de *Corynespora cassiicola* sejam relativamente poucos, há indícios de que essas leveduras possam ser eficazes contra esse patógeno, especialmente quando utilizadas de forma integrada a outras estratégias de manejo. De acordo com Vidal et al. (2021), a adoção de agentes biológicos deve considerar fatores como a compatibilidade com o manejo químico e ambiente. Isso reforça a importância de estudos experimentais que consiga avaliar o comportamento de diferentes linhagens de leveduras frente a *Corynespora cassiicola*, considerando aspectos como viabilidade, eficiência e persistência no ambiente agrícola.

Além da eficácia no controle de patógenos, o uso de leveduras apresenta mais vantagens como a baixa toxicidade para humanos e animais, ausência de resíduos tóxicos nos produtos colhidos e menor impacto ambiental. Por essas razões, sua utilização está alinhada aos princípios da agricultura sustentável, da agroecologia e da produção integrada de alimentos, que vêm sendo cada vez mais exigidos pelos mercados consumidores, especialmente os internacionais (Oliveira et al., 2020).

Além disso, dada a importância da soja e o aumento da incidência de mancha-alvo nas lavouras, é essencial buscar alternativas sustentáveis, como uso de leveduras no biocontrole de *Corynespora cassiicola*, oferecendo uma solução de baixo impacto ambiental. Este estudo propõe levar essa abordagem à educação, tanto nas escolas quanto nas comunidades, destacando a importância dos microrganismos benéficos para a proteção das culturas e a redução do uso de produtos químicos e a importância da pesquisa e a busca por conhecimento.

2 OBJETIVO GERAL

Contribuir com a formação científica de estudantes por meio de divulgação científica do uso de cepas de leveduras com potencial biocontrolador da *Corynespora cassiicola* na cultura da soja, integrando conhecimentos de microbiologia, fitopatologia e educação ambiental.

3 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Isolar e identificar cepas de leveduras com potencial biocontrolador de *Corynespora cassiicola*, cedidas pela coleção fungos de solo (CFS) do laboratório fungos de solo da UFRPE.
- Avaliar a capacidade de inibição de crescimento do fitopatógeno das cepas em testes *in vitro*.
- Analisar os mecanismos de ação das leveduras utilizados na inibição de crescimento do fitopatógeno.
- Promover a interdisciplinaridade entre microbiologia, fitopatologia e educação ambiental na população em geral.
- Sensibilizar a comunidade acadêmica e local sobre os impactos do uso excessivo de agrotóxicos e os benefícios de alternativas biológicas no manejo de doenças agrícolas.

4 JUSTIFICATIVA

No Brasil a soja é considerada uma das principais culturas agrícolas, desempenhando um papel estratégico tanto na economia quanto na segurança alimentar global (FERREIRA et al., 2017). Também a relevância com a mancha-alvo, mais conhecida pelo fungo patógeno e *Corynespora cassiicola*, tem se destacado como problema emergente por sua capacidade de infectar vários hospedeiros e sobreviver no solo (Gomes et al., 2019). Os sintomas típicos incluem lesões foliares no centro geralmente e de coloração parda ou acinzentada, que evoluem para necrose e desfolha precoce, reduzindo a capacidade fotossintética da planta e impactando diretamente o rendimento da lavoura (Martins et al., 2020).

Na cultura da soja não se limita ao interesse técnico-científico, mas também se liga na necessidade de tornar os resultados acessíveis à sociedade, especialmente à agricultura familiar onde é necessário que estas informações cheguem. Em muitas regiões rurais, o acesso a tecnologias sustentáveis e informações atualizadas ainda é restrito, o que dificulta ainda mais as práticas menos dependentes de insumos químicos (SILVA, 2018). Portanto, a proposta deste trabalho inclui não apenas a produção de conhecimento científico, mas também sua devolutiva por meio de ações educativas para a população em geral. Esse tipo de iniciativa aproxima a ciência da prática cotidiana dos agricultores e fortalece o papel social da pesquisa científica (OLIVEIRA; MORAES, 2019). Ao dialogar com diferentes públicos, este estudo contribui para a democratização do conhecimento e para a promoção de uma agricultura mais consciente e sustentável.

5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é um dos principais pilares do agronegócio brasileiro, sendo extrema importância para a economia nacional devido à sua elevada produção, e sua capacidade de geração de empregos e expressiva participação nas exportações (HIRAKURI et al., 2014). A cultura da soja contribui para o desenvolvimento regional, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Sul, que se consolidaram como grandes polos produtivos graças à modernização tecnológica e investimentos em infraestrutura (SILVA et al., 2022).

Segundo o 6º Levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), Na safra 2024/25, a produção nacional de soja foi estimada em 167,4 milhões de toneladas, representando um aumento de 13,3% em relação à safra anterior. Esse crescimento é resultado da ampliação da área cultivada, que atingiu 47,45 milhões de hectares, e da recuperação da produtividade média das lavouras, que chegou a 4.023 quilos por hectare. Estados como Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais apresentaram rendimentos acima do esperado, enquanto regiões como o Rio Grande do Sul enfrentaram adversidades climáticas que impactaram negativamente parte das lavouras (CONAB, 2025). A importância do Brasil no mercado internacional é notória pela posição do país como um dos

maiores exportadores mundiais, com destaque para o mercado chinês, que representa a maior fatia da demanda (SANTOS et al., 2019).

No entanto, o crescimento da soja também demanda atenção quanto à sustentabilidade ambiental, uma vez que, apesar de sua produção ser alta e promissora, ainda há pontos a serem otimizados, sobretudo no que se refere às perdas causadas por fitopatógenos, que comprometem a produtividade e a eficiência do sistema agrícola. A expansão da soja tem contribuído para o desmatamento, especialmente no Cerrado, onde se concentra grande parte das plantações, resultando em perda de biodiversidade, degradação do solo e alterações no ciclo da água. A monocultura e o uso intensivo de insumos químicos favorecem a contaminação ambiental, enquanto o tráfego constante de máquinas compromete a estrutura do solo. Por isso, é fundamental adotar práticas agrícolas sustentáveis, como o plantio direto, a rotação de culturas e o uso de tecnologias de monitoramento (INPE, 2023). Assim, equilibrar produtividade, controle fitossanitário e preservação ambiental tem sido um desafio constante para pesquisadores e produtores (ALMEIDA, 2020).

5.2 DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA

A cultura da soja assim como outras plantas exploradas comercialmente está sujeita a adversidades durante seu ciclo de cultivo, uma vez que esta cultura é produzida como monocultura e muitas vezes em sucessão a outras culturas como o milho. Dentre as adversidades que podem acometer a cultura estão as doenças, as quais podem reduzir a produtividade e a qualidade dos grãos de soja. Entre as doenças mais recorrentes no Brasil destacam-se a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e a podridão radicular de fitóftora (*Phytophthora sojae*) (GODOY et al., 2016) e dentre outras. Já a mancha-alvo tem se expandido em diversas regiões produtoras, causando desfolha precoce e perdas significativas de produtividade, principalmente em condições favoráveis de umidade e calor (MELO et al., 2020).

5.3 MANCHA ALVO

Corynespora cassiicola é um fungo fitopatogênico do filo Ascomycota, classe Dothideomycetes, amplamente distribuído em regiões tropicais e subtropicais. Apresenta amplo espectro de hospedeiros, incluindo a soja, além de culturas como algodão, tomate e mamão. O patógeno possui alta capacidade de adaptação e sobrevive em restos culturais e sementes, o que dificulta seu controle e favorece a recorrência da doença (DIAS et al., 2021).

A mancha-alvo da soja, causada por *C. cassiicola*, caracteriza-se por lesões circulares com centro claro e bordas escuras nas folhas, podendo evoluir para desfolha precoce. A doença reduz a área fotossintética da planta, comprometendo a produção de fotoassimilados e o enchimento de grãos, resultando em perdas de produtividade que podem ultrapassar 30% em casos severos (GODOY et al., 2016; EMBRAPA, 2020).

5.4 CONTROLE DE MANCHA ALVO

Segundo Dias et al. (2021), o manejo eficaz dessas doenças depende de uma combinação de práticas culturais, uso de cultivares resistentes e aplicação racional de produtos químicos. A pesquisa constante e o desenvolvimento de tecnologias de controle são essenciais para mitigar os impactos dessas patologias nas lavouras brasileiras.

Já o controle químico, ainda é o método mais comum no manejo da mancha-alvo. Contudo, seu uso contínuo pode levar ao desenvolvimento de resistência por parte do patógeno além de impactos ambientais negativos (MELO et al., 2020). Práticas culturais, como rotação de culturas, escolha de cultivares menos suscetíveis e eliminação de restos de cultura, também são recomendadas como forma de reduzir a presença do patógeno no campo (FERREIRA et al., 2022).

Nesse contexto, o controle biológico surge como alternativa altamente promissora. Microrganismos como *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. têm sido utilizados com sucesso na cultura de diversas doenças agrícolas (BETTIOL; MORANDI, 2009). Mais recentemente, as leveduras têm ganhado destaque pelo

seu potencial de inibir o crescimento de fungos fitopatogênicos, sendo consideradas opções mais seguras e sustentáveis (LIMA et al., 2020).

Embora os estudos sobre a utilização de leveduras no biocontrole de *Corynespora cassiicola* ainda sejam poucos, estudos recentes mostram que as espécies como *Saccharomyces cerevisiae* e *Metschnikowia pulcherrima* apresentam ação antagonista promissora (SOUZA et al., 2023).

5.5 DIVULGAÇÃO EDUCACIONAL

Do ponto de vista educacional, a abordagem dessa problemática no ensino de Ciências e Biologia permite a contextualização dos conteúdos escolares a partir de situações reais da agricultura, favorecendo uma aprendizagem significativa e crítica (OLIVEIRA et al., 2019). A divulgação científica, quando associada a estratégias didáticas, como a elaboração de cartilhas educativas e a exposição de placas de cultivo em sala de aula, possibilita aos estudantes visualizar a atuação da ciência, por meio da observação da morfologia de colônias de leveduras biocontroladoras e fungos fitopatogênicos, relacionando esses conhecimentos à produção agrícola e alimentar.

Além disso, a socialização dos resultados científicos contribui para que informações sobre práticas sustentáveis alcancem a agricultura familiar, que muitas vezes possui acesso limitado a esse tipo de conhecimento. Assim, ações de extensão e educação científica favorecem a adoção de métodos de controle menos agressivos ao ambiente e à saúde humana (SILVA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019).

6 METODOLOGIA

6.1 Obtenção dos isolados

Os isolados que serão utilizados neste estudo serão cedidos pela Coleção de Fungos do Solo do Laboratório de Fungos de Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco (CFS/Lafsol/UFRPE), sendo 2 isolados de *Corynespora cassiicola* (748 e 769) e 8 isolados de leveduras (CFSL-174, CFSL-620, CFSL-622, CFSL-688, CFSL-624, CFSL-683, CFSL-645, CFSL-668).

6.2 Cultivo dos micro-organismos

Os isolados de *Corynespora cassiicola* serão cultivados em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, contendo meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA). Nessas placas, serão inseridos discos miceliais de 5 mm de diâmetro, retirados da periferia ativa de colônias previamente desenvolvidas. Após a inoculação, as placas serão incubadas a 25 ± 2 °C por um período de 5 a 7 dias, sob fotoperíodo de 12 horas, com o objetivo de promover o crescimento micelial adequado (FERREIRA et al., 2019; MELO; COELHO, 2014).

Paralelamente, os isolados de leveduras serão cultivados em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio de cultura composto por extrato de levedura, peptona e dextrose (YEPD). As culturas serão incubadas nas mesmas condições de temperatura e fotoperíodo descritas anteriormente, visando o desenvolvimento celular ideal para posterior utilização nos ensaios de biocontrole (LIMA et al., 2020; LUCENA et al., 2017).

6.3 Confronto direto *in vitro* pelo método de risca pesquisar

O ensaio de cultivo pareado em placa de petri será realizado utilizando a metodologia descrita por Dennis & Webster (1971) será realizado em placas de petri contendo meio BDA, com auxílio de uma alça de platina para realização da risca no centro da placa.

6.4 Teste de Confronto Direto In Vitro

Discos de ágar (≈ 5 mm de diâmetro) com micélio em crescimento ativo serão retirados da região periférica das colônias e inoculados em posições opostas da placa, sendo os dois disco contendo o fitopatógeno e no meio da placa a risca contendo a levedura em questão.

As placas serão vedadas com plástico filme e incubadas em estufa tipo BOD, a 25 ± 2 °C, na ausência de luz, até o contato entre os micélios ou até o crescimento máximo da colônia controle. A interação entre os fungos será avaliada diariamente, observando-se a inibição do crescimento micelial e outros aspectos da interação, conforme os critérios propostos por Dennis & Webster (1971).

6.5 Elaboração de Cartilha Educativa Alinhada às Diretrizes do Ensino

Como etapa complementar do projeto, será elaborada uma cartilha educativa voltada ao ensino de Biologia, com linguagem acessível e recursos ilustrativos, alinhada às Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica e à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O material abordará conteúdos biológicos relacionados à fitopatologia, microbiologia, biotecnologia e controle biológico, articulando conceitos teóricos com aplicações práticas no contexto da agricultura e da sustentabilidade.

A cartilha será destinada a atividades pedagógicas e de extensão com estudantes do Ensino Fundamental II, Ensino Médio e cursos Técnicos, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento científico, da argumentação e da compreensão dos processos biológicos, em consonância com as competências gerais 1, 2, 3 e 7 da BNCC. A validação do material ocorrerá por meio da avaliação de professores da área de Biologia, utilizando questionário específico voltado à clareza conceitual, adequação didática e aplicabilidade do conteúdo, visando ao aprimoramento da proposta pedagógica. A cartilha educativa elaborada neste estudo encontra-se no Apêndice A.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Teste de Confronto Direto In Vitro

Os resultados obtidos no teste de confronto direto in vitro demonstraram diferenças consistentes entre os isolados de leveduras quanto à capacidade de suprimir o crescimento micelial de *Corynespora cassiicola*, evidenciando distintos níveis de eficiência antagonista. Os isolados 645, 620 e 683 destacaram-se pelos maiores percentuais de inibição, indicando maior aptidão para interferir no desenvolvimento do fitopatógeno. O isolado 668 apresentou desempenho intermediário, enquanto os isolados 688, 174, 622 e 624 exibiram menor efeito inibitório (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da porcentagem de inibição micelial do isolado de 769 de *Corynespora cassiicola* pela influência dos isolados de leveduras.

Isolados de levedura	Média de PIC (%)
645	46,98 a
620	46,27 a
683	40,09 a
668	29,43 a
688	19,93 b
174	18,52 b
622	16,65 b
624	15,93 b
C.V. (%)	22,47

*Coeficiente de variância = 22,47%, os dados seguidos de mesma letra não diferiram estatisticamente entre si de acordo com o teste de de Scott Knott a 5% de variabilidade.

Figura 1. Placas com X dias de avaliação demonstrando os diferentes potenciais de inibição de crescimento micelial de *Corynespora cassiicola* 769, sendo a imagem A tratamento controle, B tratamento com levedura CFSL-683, C levedura CFSL-620, D levedura CFSL-622 e E levedura CFSL-624.



Fonte: Autor. 2026

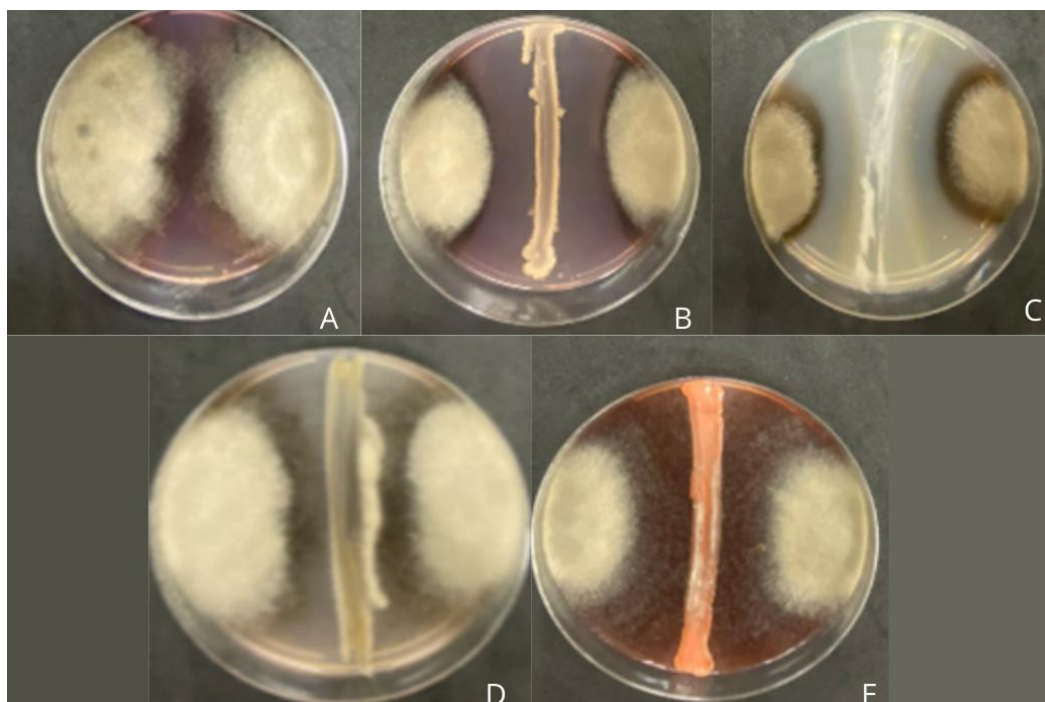
Para o isolado 769 de *C. cassiicola*, os resultados do teste de confronto direto *in vitro* com a levedura evidenciaram diferenças entre os isolados quanto à inibição do crescimento micelial de *Corynespora cassiicola*. Os isolados **683**, 645, 688 e 174 apresentaram os maiores percentuais de inibição, com destaque para o isolado **683**, que atingiu 57,18% de PIC, não diferindo estatisticamente entre si. Em contrapartida, os isolados 620, 668, 624 e 622 exibiram menor efeito inibitório. O coeficiente de variação observado (31,18%) foi considerado aceitável para ensaios conduzidos em condições *in vitro*.

Tabela 2. Resultado da porcentagem de inibição micelial do isolado de 748 de *Corynespora cassiicola* pela influência dos isolados de leveduras

Isolados de levedura	Média de PIC (%)
683	57,18 a
645	38,82 a
688	28,83 a
174	25,08 a
620	15,41 b
668	12,6 b
624	9,46 b
622	11,34 b
C.V. (%)	31,18

*Coeficiente de variância = 31,18%, indicando variabilidade compatível com ensaios biológicos conduzidos em condições *in vitro*. Os dados seguidos de mesma letra não diferiram estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 2. Placas com X dias de avaliação demonstrando os diferentes potenciais de inibição de crescimento micelial de *Corynespora cassiicola* 748, sendo a imagem A tratamento controle, B tratamento com levedura CFSL-683, C levedura CFSL-645, D levedura CFSL-624 e E levedura CFSL-622.



Fonte: Autor. 2026

Os resultados mostraram que as leveduras testadas tiveram diferentes níveis de eficiência na inibição do crescimento do fungo *Corynespora cassiicola* (isolado 748). Os isolados 683, 645, 688 e 174 foram os mais eficientes, com inibição entre 25,08% e 57,18%, enquanto os isolados 620, 668, 624 e 622 apresentaram baixo efeito inibitório, variando de 9,46% a 15,41%. A variação observada (CV = 31,18%) é comum em ensaios *in vitro* e indica que o isolado 683 se destaca como uma alternativa promissora para o controle biológico do patógeno.

7.2 Resultados e Discussão

Os ensaios de confronto direto *in vitro* evidenciaram diferenças significativas entre os isolados de leveduras quanto à capacidade de inibição do crescimento micelial de *Corynespora cassiicola*, permitindo a identificação dos isolados com maior potencial antagonista em cada teste (Tabelas 1 e 2).

No ensaio realizado com o patógeno 769 (Tabela 1), os isolados 645, 620, 683 destacaram-se como os três mais eficientes, porém o isolado 668 também apresentou resultado significativo junto com os demais, apresentou maiores percentuais de inibição do crescimento micelial e compondo o grupo

estatisticamente superior. Esses isolados demonstraram comportamento antagonista consistente, indicando elevada capacidade de interferir no desenvolvimento do fitopatógeno. O isolado 668 apresentou variação de (12,6%) desempenho intermediário, enquanto os demais isolados exibiram menor efeito inibitório. O coeficiente de variação observado (22,47%) foi considerado adequado para ensaios in vitro, refletindo boa precisão experimental.

No teste conduzido com o patógeno 748 (Tabela 2), o isolado 683 apresentou o maior percentual de inibição (57,18%), destacando-se como o antagonista mais eficiente. Em conjunto com os isolados 645 e 688, compôs o grupo dos três isolados com maior capacidade inibitória frente a *C. cassiicola*. Os isolados 620, 668, 624 e 622 apresentaram os menores valores de PIC, indicando baixa eficiência antagonista nas condições avaliadas. O coeficiente de variação registrado (31,18%) é compatível com a variabilidade esperada em interações microrganismo–fitopatógeno em condições in vitro.

A comparação entre os ensaios demonstra que, embora haja variação no desempenho dos isolados em função da levedura utilizada, o isolado 683 destacou-se de forma consistente em ambos os testes, figurando entre os três mais eficientes nos dois ensaios. Esse resultado sugere elevado potencial antagonista e reforça sua indicação como isolado promissor para estudos subsequentes, incluindo avaliações in vivo e análises dos mecanismos envolvidos no controle biológico de *Corynespora cassiicola*.

7.3 Elaboração de Cartilha Educativa Alinhada às Diretrizes do Ensino

A cartilha educativa foi elaborada com o objetivo de divulgar os resultados desta pesquisa de forma acessível, aproximando o conhecimento científico da comunidade escolar e contribuindo para o ensino de ciências e a educação ambiental. O Google Formulários foi responsável pela estruturação do formulário de pesquisa e pela criação dos gráficos.

O formulário enfatizou as doenças de plantas, os impactos de *Corynespora cassiicola* na agricultura e o uso do controle biológico como estratégia sustentável de manejo. As cartilhas educativas constituem instrumentos fundamentais da educação popular, pois promovem a construção do

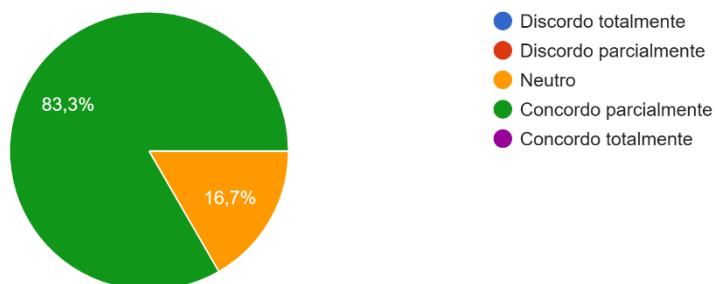
conhecimento de forma dialógica e participativa, fortalecendo a autonomia dos sujeitos (FREIRE, 1987).

A validação da cartilha educativa foi realizada por meio da avaliação de professores da área de Biologia, caracterizando-se como uma validação por especialistas. Os docentes responderam a um questionário estruturado, contendo questões fechadas e abertas, voltadas à análise da clareza conceitual, adequação pedagógica, alinhamento à BNCC e potencial de aplicação do material no ensino de Biologia. O instrumento não solicitou informações pessoais ou sensíveis, garantindo o anonimato dos participantes. As questões fechadas resultaram alguns gráficos a seguir.

Gráfico 1 – Resultado da pergunta 1 do questionário aplicado aos participantes, referente à avaliação da cartilha sobre controle biológico de doenças agrícolas, com 83,3% de concordância parcial e 16,7% de respostas neutras.

1. A cartilha aborda de maneira adequada o tema do controle biológico de doenças agrícolas, destacando o uso de leveduras como agentes antagonistas de fungos fitopatogênicos.

6 respostas

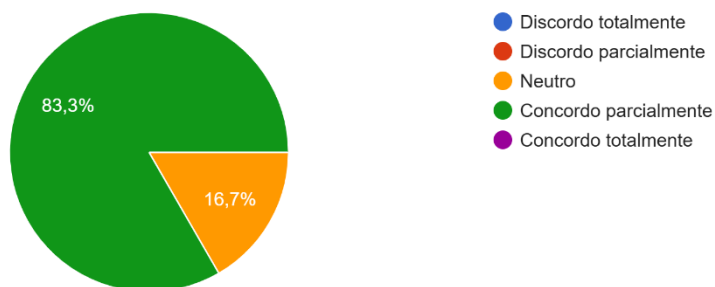


Fonte: autor, 2026

Gráfico 2 – Resultado da pergunta 2 do questionário aplicado aos participantes, referente à avaliação da cartilha sobre controle biológico de doenças agrícolas, com 83,3% de concordância parcial e 16,7% de respostas neutras.

2 O material apresenta de forma clara os conceitos relacionados ao controle biológico, à fitopatologia e à sustentabilidade na agricultura.

6 respostas

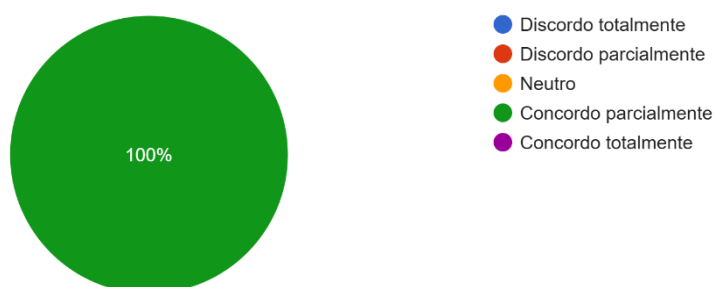


Fonte: autor, 2026

Gráfico 3 – Gráfico 3 – Resultado da pergunta 3 do questionário aplicado aos participantes, referente à compreensão de conceitos científicos proporcionada pela cartilha, evidenciando 100% de concordância parcial, indicando total aceitação quanto à contribuição do material para o aprendizado.

3 A cartilha possibilita ao aluno compreender conceitos científicos como microrganismos, antagonismo, crescimento micelial e controle de patógenos.

6 respostas

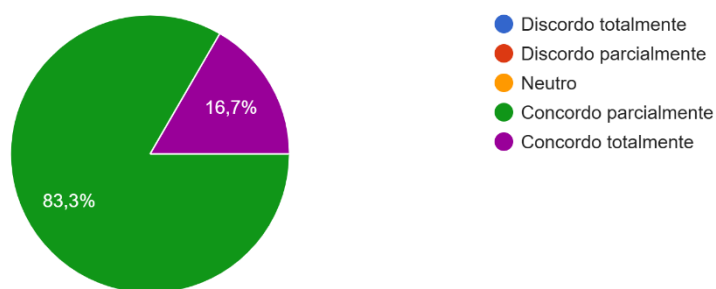


Fonte: autor, 2026

Gráfico 4 – Resultado da pergunta 4 do questionário aplicado aos participantes, referente à capacidade do conteúdo em mobilizar conhecimentos prévios e promover a construção de novos saberes em Biologia, apresentando 83,3% de concordância parcial e 16,7% de concordância total, indicando avaliação amplamente positiva do material.

4 O conteúdo apresentado favorece a mobilização de conhecimentos prévios dos alunos e a construção de novos saberes em Biologia.

6 respostas

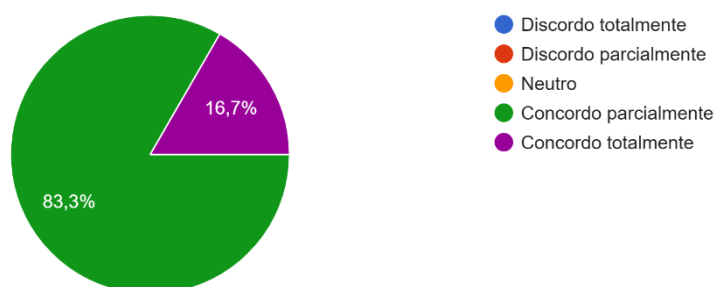


Fonte: autor, 2026

Gráfico 5 – Resultado da pergunta 5 do questionário aplicado aos participantes, referente à importância do controle biológico para a preservação ambiental, saúde humana e produção sustentável de alimentos, apresentando 83,3% de concordância parcial e 16,7% de concordância total, evidenciando percepção amplamente positiva sobre o tema abordado na cartilha.

5. A cartilha destaca a importância do controle biológico para a preservação ambiental, a saúde humana e a produção sustentável de alimentos.

6 respostas

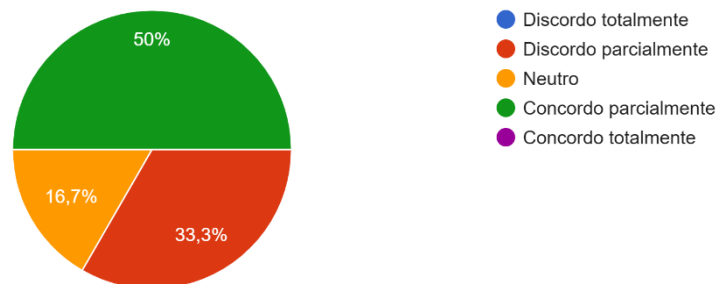


Fonte: autor, 2026

Gráficos 6 – Resultado da pergunta 6 do questionário aplicado aos participantes, referente à organização e coerência do texto da cartilha, apresentando 50% de concordância parcial, 33,3% de discordância parcial e 16,7% de respostas neutras, indicando uma avaliação mais heterogênea quanto à estrutura do material.

6. O texto da cartilha está bem organizado, com sequência lógica dos conteúdos e coerência entre os temas abordados.

6 respostas

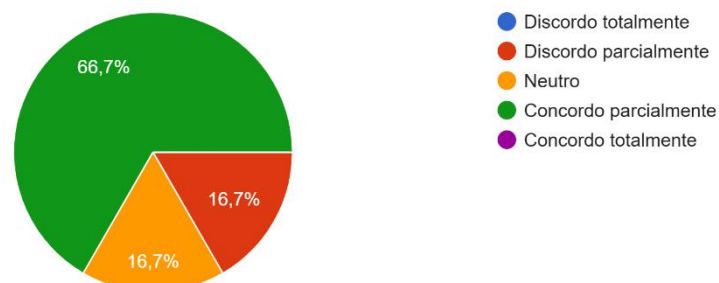


Fonte: autor, 2026

Gráfico 7- Resultado da pergunta 7 A maioria dos participantes (66,7%) concorda parcialmente que a linguagem utilizada é clara, acessível e adequada ao nível do Ensino Médio. Por outro lado, 16,7% discordam parcialmente e 16,7% apresentam uma posição neutra, não havendo respostas de concordância total ou discordância total.

7. A linguagem utilizada é clara, acessível e adequada ao nível do Ensino Médio.

6 respostas

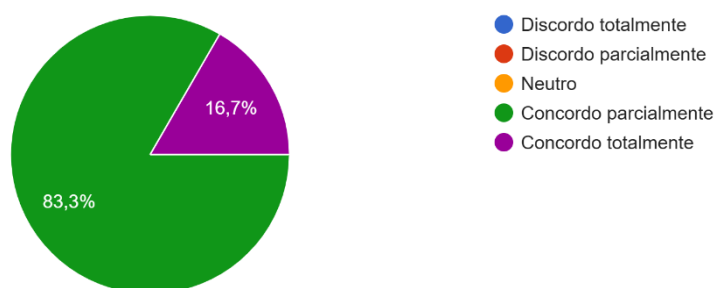


Fonte: autor, 2026

Gráfico 8 – resultado da pergunta 8 Os dados indicam uma avaliação amplamente positiva quanto ao uso de imagens, esquemas e exemplos na cartilha, sendo que 83,3% dos participantes concordam parcialmente e 16,7% concordam totalmente que esses recursos contribuem para a compreensão dos conteúdos científicos. Não houve respostas de discordância ou neutralidade, evidenciando a eficácia desses elementos no processo de aprendizagem.

8. As imagens, esquemas e exemplos presentes na cartilha contribuem para a compreensão dos conteúdos científicos.

6 respostas

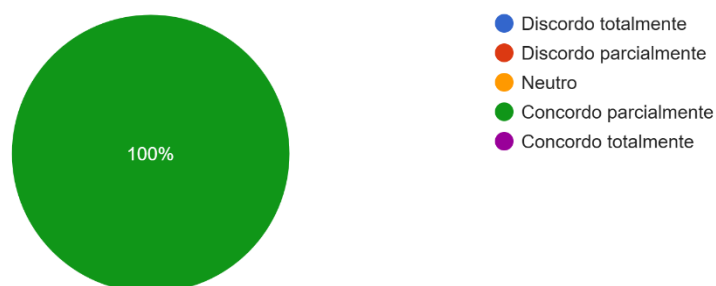


Fonte: autor, 2026

Gráfico 9 - resultado da pergunta 9, 100% dos participantes concordam parcialmente que o material estimula o raciocínio, a curiosidade científica e a participação dos alunos, sem respostas neutras ou de discordância.

9. As explicações e perguntas apresentadas ao longo do material estimulam o raciocínio, a curiosidade científica e a participação dos alunos.

6 respostas

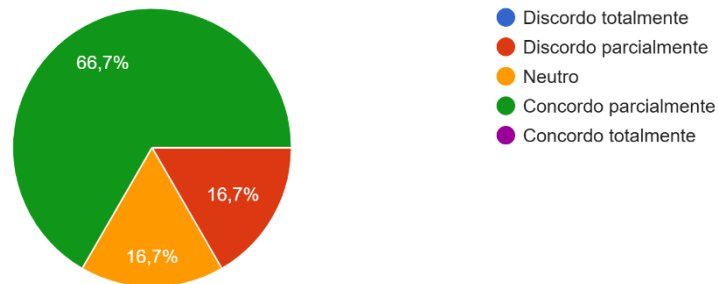


Fonte: autor, 2026

Gráfico 10 - resultado da pergunta 10, 66,7% concordam parcialmente que há equilíbrio entre teoria e prática, enquanto 16,7% discordam parcialmente e 16,7% são neutros.

10. O material apresenta equilíbrio adequado entre explicações teóricas e aplicações práticas do controle biológico.

6 respostas

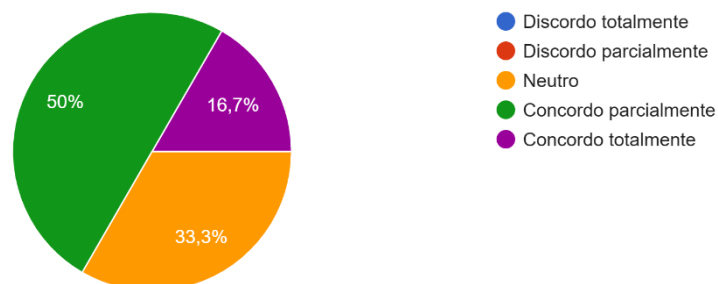


Fonte. autor, 2026

Gráfico 11 – resultado da pergunta 11 Metade dos participantes (50%) concorda parcialmente que o conteúdo está contextualizado com a realidade dos estudantes, enquanto 33,3% apresentam posição neutra e 16,7% concordam totalmente, indicando uma avaliação predominantemente positiva, mas com espaço para aprimoramento.

11. O conteúdo da cartilha está contextualizado com a realidade agrícola, ambiental e social dos estudantes.

6 respostas

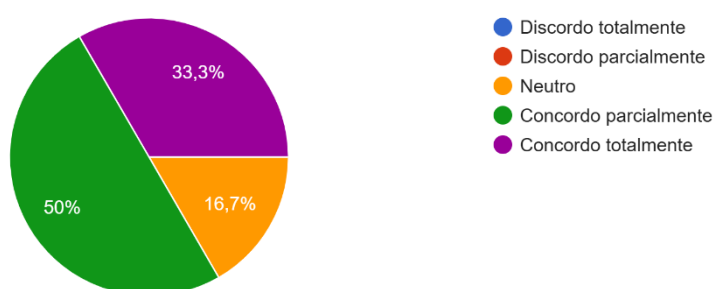


Fonte. autor, 2026

Gráfico 12 – resultado da pergunta 12 A maioria dos participantes avaliou positivamente a cartilha: 50% concordam parcialmente e 33,3% concordam totalmente que ela contribui para a compreensão das relações entre microrganismos, plantas e ambiente, enquanto 16,7% mantiveram posição neutra.

12. A cartilha contribui para a compreensão das relações entre microrganismos, plantas e ambiente.

6 respostas

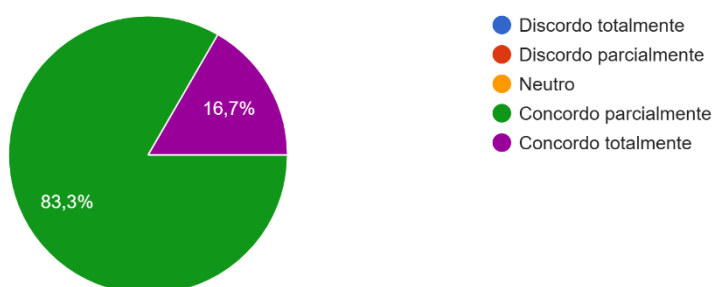


Fonte. autor, 2026

Gráfico 13 – pergunta 13 resultou que indicam forte impacto positivo do material no interesse dos alunos, com 83,3% concordando parcialmente e 16,7% concordando totalmente que ele desperta interesse pelo estudo da Biologia, da microbiologia e da agricultura sustentável.

13. O material desperta o interesse dos alunos pelo estudo da Biologia, da microbiologia e da agricultura sustentável.

6 respostas

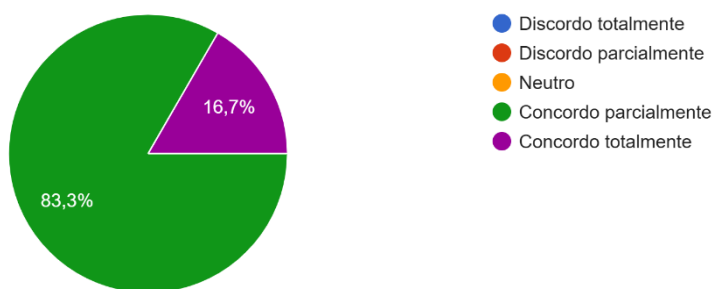


Fonte: autor, 2026

Gráfico 14 – resultado da pergunta 14 A maioria dos participantes percebe a cartilha como um recurso eficaz para o trabalho interdisciplinar, com 83,3% concordando parcialmente e 16,7% concordando totalmente que ela possibilita ao professor explorar conteúdos de forma integrada entre Biologia, Meio Ambiente e Ciências Agrárias.

14. A cartilha possibilita ao professor explorar o conteúdo de forma interdisciplinar, relacionando Biologia, Meio Ambiente e Ciências Agrárias.

6 respostas

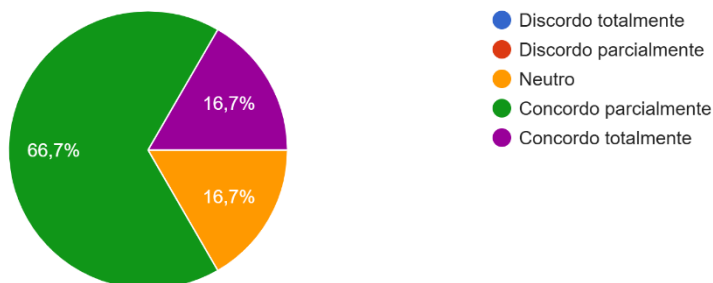


Fonte: autor, 2026

Gráfico 15 – resultado da pergunta 15 A maioria dos participantes (66,7%) concorda parcialmente que a proposta é aplicável em sala de aula e tem potencial para promover discussões e reflexões sobre sustentabilidade. Enquanto isso, 16,7% concordam totalmente e 16,7% mantêm uma posição neutra, não havendo registros de discordância entre os respondentes.

15. A proposta apresentada é aplicável em sala de aula e possui potencial para gerar discussões, atividades práticas e reflexões sobre sustentabilidade.

6 respostas



Fonte: autor, 2026

16. Na sua opinião, quais pontos da cartilha poderiam ser aprimorados ou ampliados para tornar o conteúdo ainda mais claro, atrativo e aplicável ao ensino de Biologia no Ensino Médio?

De modo geral a análise das respostas abertas obtidas evidencia que, a cartilha foi considerada um material com potencial pedagógico para o ensino de Biologia no Ensino Médio, porém com aspectos passíveis de aprimoramento. Entre os principais pontos destacados pelos avaliadores, observa-se a recorrência da necessidade de adequação da linguagem, tornando-a mais simples, acessível e atrativa ao público discente, especialmente por meio da explicação de termos técnicos e da redução de trechos excessivamente extensos.

Outro aspecto relevante refere-se à organização visual e estrutural da cartilha. Os participantes sugeriram a revisão da quantidade de texto, bem como uma melhor distribuição entre textos e imagens, além da reformulação do título para torná-lo mais chamativo aos estudantes. Esses elementos são fundamentais para favorecer o interesse, a leitura e a compreensão do conteúdo, sobretudo no contexto escolar

8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. N. de; VIEIRA, P. A.; WANDER, A. E. Crescimento da agricultura na região do MATOPIBA: oportunidades e desafios. *Revista de Política Agrícola*, v. 25, n. 1, p. 5–20, 2016.

BARROS, M. F. de; SOUZA, R. M. de; COSTA, H. A. Resistência de *Corynespora cassiicola* a fungicidas e desafios no manejo químico. *Revista Brasileira de Fitopatologia*, Brasília, v. 43, n. 2, p. 165–172, 2018.

BETTIOL, Wagner; MORANDI, Maria Auxiliadora Barros. *Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *6º Levantamento da Safra 2024/25 – Grãos*. Brasília, DF: Conab, mar. 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 04 jun. 2025.

DIAS, A. P. S. et al. Manejo integrado de doenças da soja. *Circular Técnica da Embrapa Soja*, n. 169, Londrina, 2021.

DOS SANTOS FERREIRA, Alessandro et al. Weed detection in soybean crops using ConvNets. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 143, p. 314-324, 2017.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Soja no Brasil: histórico, expansão e importância econômica*. Brasília: Embrapa Soja, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja>. Acesso em: 10 maio 2025.

FERREIRA, A. O. et al. Variabilidade de *Corynespora cassiicola* em diferentes hospedeiros no Brasil. *Summa Phytopathologica*, v. 48, n. 2, p. 143–149, 2022.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FERREIRA, L. M.; NASCIMENTO, A. S.; RIBEIRO, D. M. Potencial de leveduras no controle biológico de fitopatógenos em sistemas tropicais. *Cadernos de Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 45–54, 2021.

GODOY, C. V. et al. Doenças da soja no Brasil e o uso de fungicidas. *Embrapa Soja – Documentos*, n. 362, Londrina, 2016.

GOMES, E. M.; RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, M. C. Incidência e severidade da mancha-alvo da soja causada por *Corynespora cassiicola* no Cerrado brasileiro. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 45, n. 4, p. 389–396, 2019.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. *O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro*. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite: Cerrado e Amazônia – 2023*. São José dos Campos: INPE, 2023. Disponível em: <https://www.inpe.br>. Acesso em: 04 jun. 2025.

LIMA, J. R. et al. Leveduras com potencial de biocontrole: uma alternativa para a agricultura sustentável. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 15, n. 2, p. 95–104, 2020.

MARTINS, P. R.; SOUSA, N. R.; CASTRO, C. S. Variabilidade genética de *Corynespora cassiicola* em diferentes regiões produtoras de soja no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 55, e01234, 2020.

MELO, M. S. et al. Importância da mancha-alvo na cultura da soja e estratégias de manejo. *Revista Cultivar Grandes Culturas*, ano 22, n. 257, p. 20–24, 2020.

MELO, Márcia Muliterno de; REIS, Erlei Melo. Patogenicidade de *Corynespora cassiicola* em soja, limiares térmicos e temperatura ótima para a germinação de conídios em meio de cultura. *Summa Phytopathologica*, v. 36, p. 254-256, 2010.

MENEZES, Maria; FERREIRA, Maria Auxiliadora Silva Vieira; SOUZA, Rovilson Mendes de. *Fitopatologia: fundamentos e aplicações*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012.

MIDIO, A. F.; MARTINS, C. H. G.; OLIVEIRA, C. A. M. Bioprospecção de microrganismos antagonistas para controle de doenças de plantas. *Revista Brasileira de Biotecnologia Aplicada*, Campinas, v. 6, n. 2, p. 88–99, 2021.

OLIVEIRA, J. R.; FREITAS, M. A.; SANTOS, C. A. Agroecologia e produção orgânica no Brasil: desafios e perspectivas. *Revista Extensão Rural*, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 111–123, 2020.

OLIVEIRA, M. A.; MORAES, R. Ensino de Ciências e o contexto rural: desafios e possibilidades. *Revista Educação em Questão*, v. 57, n. 52, p. 389–411, 2019.

PELÚZIO, J. M.; MOREIRA, J. A.; MOURA, C. A. de. Dinâmica da produção de soja no Brasil e suas implicações para o agronegócio. *Revista Agro@mbiente On-line*, Boa Vista, v. 13, n. 3, p. 214–224, 2019.

PEREIRA, G. T.; LIMA, J. A. S.; FERREIRA, J. P. Impacto do uso excessivo de fungicidas no solo e na saúde humana. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, São Paulo, v. 56, p. 25–34, 2021.

RODRIGUES, Antonio Aparecido da Cruz; MELO, Itamar Soares de. Potencial de leveduras como agentes de biocontrole. In: MELO, Itamar Soares de;

AZEVEDO, João Lúcio (org.). *Microbiologia ambiental*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 225-247.

SILVA, A. C. L.; MENDES, M. P.; TEIXEIRA, A. R. Ação antifúngica de leveduras sobre fitopatógenos em culturas tropicais. *Revista Brasileira de Microbiologia Aplicada*, Fortaleza, v. 13, n. 2, p. 102–111, 2022.

SILVA, F. et al. *Soja: do plantio à colheita*. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

SOUZA, D. R. et al. Avaliação do potencial antagônico de leveduras frente ao fungo *Corynespora cassiicola*. *Revista Brasileira de Biotecnologia Aplicada*, v. 7, n. 1, p. 45–52, 2023.

VIDAL, R. O.; COSTA, M. D.; ALMEIDA, L. M. Aplicação de agentes biológicos no manejo de doenças da soja: desafios e possibilidades. *Revista de Agricultura Sustentável*, Londrina, v. 12, n. 1, p. 44–56, 2021.

YORINORI, J. T. et al. Ferrugem da soja: um novo desafio para a cultura no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, v. 30, n. 5, p. 405–411, 2005.

APÊNDICE A - Cartilha educativa sobre controle biológico de *Corynespora cassiicola*



O QUE É BIOLOGIA ?

- A Biologia é a ciência que estuda a vida e suas interações, desde os organismos microscópicos até os ecossistemas mais complexos. No contexto da agricultura, compreender essas interações é fundamental para garantir a produção de alimentos de forma sustentável. Entre os principais desafios enfrentados estão as doenças que acometem as plantas, muitas das quais são causadas por fungos fitopatogênicos.



O CONTROLE DE DOENÇAS AGRÍCOLAS FOI, POR MUITO TEMPO, BASEADO NO USO INTENSIVO DE PRODUTOS QUÍMICOS. CONTUDO, O USO EXCESSIVO DESSES COMPOSTOS TEM CAUSADO IMPACTOS AMBIENTAIS, ECONÔMICOS E SOCIAIS, ALÉM DE FAVORECER A RESISTÊNCIA DE PATÓGENOS. DIANTE DISSO, O CONTROLE BIOLÓGICO SURGE COMO UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL, FUNDAMENTADA EM PRINCÍPIOS ECOLÓGICOS DA BIOLOGIA, COMO COMPETIÇÃO E ANTAGONISMO, UTILIZANDO ORGANISMOS VIVOS PARA REDUZIR PATÓGENOS E PROMOVER O EQUILÍBRIO DOS AGROECOSSISTEMAS.



FITOPATOLOGIA E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



- A fitopatologia é o ramo da Biologia responsável pelo estudo das doenças das plantas, suas causas, formas de disseminação e métodos de controle. Os agentes causadores dessas doenças podem ser fungos, bactérias, vírus ou nematoides, sendo os fungos responsáveis por grande parte das perdas agrícolas em nível mundial.

- ENTRE ESSES FUNGOS DESTACA-SE CORYNESPORACASSIICOLA, UM PATÓGENO QUE AFETA DIVERSAS CULTURAS AGRÍCOLAS. ESSE MICRORGANISMO SE DESENVOLVE PRINCIPALMENTE NOS TECIDOS VEGETAIS, FORMANDO ESTRUTURAS FILAMENTOSAS CHAMADAS DE MICÉLIO, QUE COMPROMETEM O FUNCIONAMENTO FISIOLÓGICO DA PLANTA E REDUZEM SUA PRODUTIVIDADE.



CONTROLE QUÍMICO X CONTROLE BIOLÓGICO



- O controle químico, baseado no uso de fungicidas, tem sido amplamente empregado no manejo de doenças agrícolas. Embora eficiente em muitos casos, essa estratégia apresenta limitações importantes, como o surgimento de resistência por parte dos patógenos, a contaminação do solo e da água e os riscos à saúde humana.



- Esses fatores incluem a contaminação do solo e da água, a redução da biodiversidade, o surgimento de patógenos resistentes, os riscos à saúde humana e o aumento dos custos de produção agrícola. Esses impactos reforçam a necessidade de métodos alternativos que reduzam a dependência de produtos químicos, promovendo uma agricultura mais equilibrada e sustentável. É nesse contexto que o controle biológico se destaca como uma solução baseada no conhecimento científico e no respeito às interações naturais.

CONTROLE BIOLÓGICO: CONCEITOS E FUNDAMENTOS



- O controle biológico consiste na utilização de organismos vivos para reduzir a população ou a atividade de organismos causadores de doenças. Diferentemente do controle químico, essa abordagem explora relações naturais como competição, antagonismo e predação.



- Entre os agentes utilizados no controle biológico estão fungos, bactérias e leveduras. Esses microrganismos podem atuar de diferentes formas, como competindo por nutrientes e espaço, produzindo substâncias antimicrobianas ou interferindo diretamente no crescimento do patógeno.

LEVEDURAS: MICRORGANISMOS ALIADOS



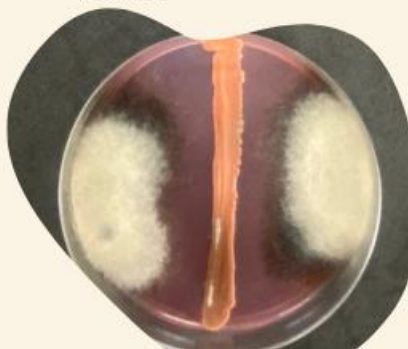
- As leveduras são fungos unicelulares amplamente distribuídos no ambiente, sendo encontradas no solo, na superfície das plantas e em diversos alimentos. Apesar de serem mais conhecidas por seu uso na produção de pães e bebidas fermentadas, as leveduras também possuem grande potencial no controle biológico de doenças de plantas.



- Sua atuação como agentes antagonistas ocorre principalmente pela capacidade de colonizar rapidamente o ambiente, limitando o espaço e os recursos disponíveis para os fungos fitopatogênicos. Além disso, algumas leveduras produzem metabólitos que inibem o crescimento micelial de patógenos.

COMO A CIÊNCIA INVESTIGA O ANTAGONISMO MICROBIANO

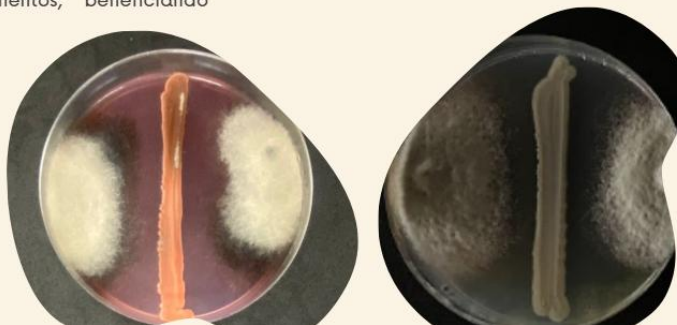
- A pesquisa foi realizada em laboratório por meio de testes *in vitro*, utilizando o método de confronto direto entre leveduras e o fungo fitopatogênico *Corynespora cassiicola*. Os microrganismos foram cultivados em placas de Petri contendo meio de cultura nutritivo, permitindo avaliar o crescimento do fungo na presença das leveduras.



IMPORTÂNCIA

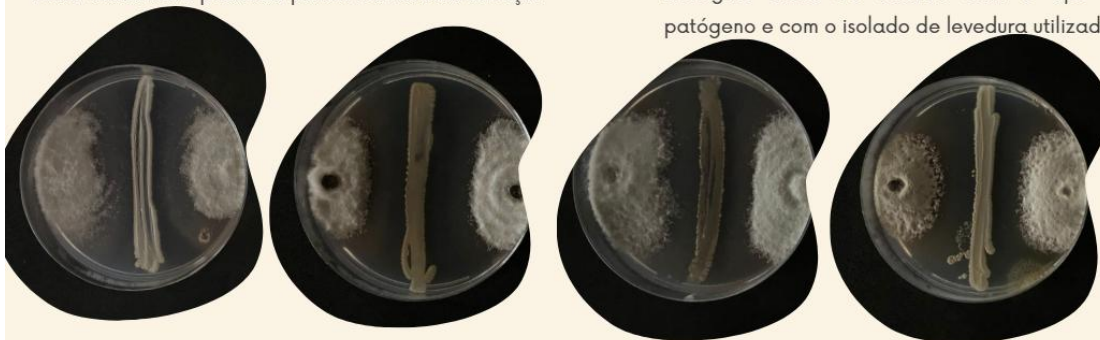
Esse estudo é importante para a sociedade porque apresenta alternativas mais sustentáveis para o controle de doenças agrícolas, como as causadas por *Corynespora cassicola* em culturas como a Soja. Dessa forma, contribui para reduzir o uso de agrotóxicos, proteger o meio ambiente e melhorar a produção de alimentos, beneficiando agricultores e consumidores.

- Além disso, esse patógeno também pode afetar frutíferas do Nordeste, como o Mamoeiro, causando manchas nas folhas e prejudicando o desenvolvimento da planta e a produção de frutos.



PRINCIPAIS RESULTADOS DA PESQUISA CIENTÍFICA

- Os testes realizados em laboratório mostraram que nem todas as leveduras têm a mesma capacidade de impedir o crescimento do fungo *Corynespora cassicola*. No experimento com a levedura 769, os isolados 645, 620 e 683 — que correspondem a fungos pertencentes à coleção de fungos do LAFSOL, do laboratório da UFRPE — foram os que mais reduziram o crescimento do patógeno, demonstrando maior eficiência e potencial para o controle da doença.
- No teste realizado com a levedura 748, o isolado 683 apresentou o melhor desempenho no controle do fungo, seguido pelos isolados 645 e 688. Esses números representam fungos da coleção do LAFSOL, do laboratório da UFRPE. Os resultados mostram que a eficiência do controle biológico varia de acordo com o tipo de patógeno e com o isolado de levedura utilizado.



OBJETIVO DA CARTILHA

Esta cartilha tem como objetivo apresentar, de forma clara e acessível, os conceitos básicos do controle biológico de doenças agrícolas, com destaque para o uso de leveduras no controle de fungos fitopatogênicos. O material é voltado a estudantes do Ensino Médio, aproximando a pesquisa científica da realidade escolar e da agricultura sustentável. Além disso, busca estimular a reflexão sobre os impactos do uso excessivo de produtos químicos e incentivar o interesse pela Biologia e por práticas sustentáveis.

PÚBLICO ALVO

A cartilha está alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, especialmente às habilidades EM13CNT101, que trata da análise das interações biológicas e ambientais, e EM13CNT202, relacionada à avaliação dos impactos das ações humanas sobre o ambiente e à sustentabilidade.



Para acessar a cartilha em pdf só acessa o QR CODE abaixo.

