

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura e Pecuária

ISSN 3085-9514

***Eventos Técnicos
& Científicos***



Junho, 2026

**Resumos expandidos
21ª Jornada Acadêmica
da Embrapa Soja**

30 de junho e 1º de julho de 2026
Londrina, PR

Embrapa Soja
Londrina, PR
2026

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral, Caixa postal
4006, CEP 86085-981, Distrito de
Warta, Londrina, PR
(43) 3371 6000
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Roberta Aparecida Carnevali

Secretária-executiva

*Regina Maria Villas Bôas
de Campos Leite*

Membros

*Adonis Moreira, Clara Beatriz
Hoffmann-Campo, Claudine Dinali
Santos Seixas, Claudio Guilherme
Portela de Carvalho, Fernando
Augusto Henning, Leandro Eugênio
Cardamone Diniz, Liliane Márcia
Mertz-Henning, Maria Cristina Neves
de Oliveira*

Organização da publicação

*Regina Maria Villas Bôas
de Campos Leite
Liliane Márcia Mertz-Henning
Kelly Catharin*

Normalização

Valéria de Fátima Cardoso

Capa

Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol

Diagramação

*Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol e
Marisa Yuri Horikawa*

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Soja

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (21. : 2026: Londrina, PR).

Resumos expandidos [da] XXI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, Londrina,
PR, 30 de junho e 1 de julho de 2026 – Londrina : Embrapa Soja, 2026.

PDF (157 p.) - (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Soja, ISSN 3085-9514; 8)

1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Título. II. Série.

CDD (21. ed.) 630.2515

Prospecção de formulações industriais à base de óleos essenciais para controle de fungos fitopatogênicos à soja

Renata Letícia Michalak⁽¹⁾, Claudine Dinali Santos Seixas⁽³⁾, Guilherme Julião Zocolo⁽³⁾, Gisele Gonçalves Pozzobom Fantinato⁽²⁾, Leandro Eugênio Cardamone Diniz⁽³⁾, Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite⁽³⁾

⁽¹⁾Estudante de Agronomia, Universidade Norte do Paraná, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR. ⁽²⁾Analista, Embrapa Soja, Londrina, PR. ⁽³⁾Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR.

Introdução

Os fungos fitopatogênicos representam um dos principais obstáculos à produtividade agrícola, causando perdas significativas em culturas de importância econômica e exigindo estratégias de manejo cada vez mais eficientes e compatíveis com os princípios da agricultura moderna. Nesse contexto, os óleos essenciais de origem vegetal têm se destacado como alternativas promissoras no controle de fitopatógenos, em razão das suas propriedades antimicrobianas.

Esses compostos naturais apresentam substâncias bioativas capazes de interferir no crescimento, no desenvolvimento e na sobrevivência de diversos microrganismos patogênicos. Os mecanismos dos óleos essenciais incluem a ruptura da membrana, levando ao aumento da permeabilidade, a inibição da produção de energia, a disfunção proteica, a interferência com ácidos nucleicos (DNA/RNA) e a interferência com outros processos celulares, como mecanismos de virulência (por exemplo, formação de biofilme e produção de toxinas) (El-Sakhawy et al., 2026). A eficiência desses óleos está relacionada à composição química, à concentração utilizada e à sensibilidade do microrganismo alvo (Hillen et al., 2012). Além disso, os óleos essenciais têm despertado crescente interesse como fontes de metabólitos bioativos com potencial antifúngico, por causa da sua diversidade química, dos múltiplos mecanismos de ação e da origem natural. Destacam-se, também, por apresentarem menor impacto ambiental e menor toxicidade residual. Essas características tornam os óleos

essenciais promissores como complemento a outras estratégias de manejo de doenças em plantas (Bakkali et al., 2008).

No entanto, sua aplicação agrícola é frequentemente limitada por características como a volatilidade, a baixa solubilidade em água, a instabilidade oxidativa e a dificuldade de padronização em condições industriais (Antunes; Cavaco, 2010). A formulação industrial de óleos essenciais constitui uma etapa crítica para superar essas limitações, permitindo transformar matrizes naturais complexas em sistemas tecnologicamente viáveis, estáveis e biologicamente ativos.

O objetivo deste estudo foi avaliar a atividade antifúngica de formulações industriais à base de óleos essenciais, desenvolvidas pela Embrapa, contra fungos fitopatogênicos de relevância agrícola para a soja.

Material e Métodos

Esse trabalho é fruto da parceria entre o Laboratório de Ecologia Química e o Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Soja (Londrina-PR), onde a atividade aqui relatada foi desenvolvida.

Foram avaliadas 16 formulações industriais à base de óleos essenciais desenvolvidas pela Embrapa. Essas formulações foram testadas para controle dos seguintes fungos da Coleção de Microrganismos de Interesse para a Agricultura da Embrapa Soja (CMES): CMES 2159 - *Cercospora* sp. (crestamento de *Cercospora* e mancha-púrpura); CMES 1080 - *Colletotrichum truncatum* (antracnose); CMES 980 - *Corynespora cassiicola* (mancha-alvo); CMES 04 - *Neocosmospora phaseoli* (podridão vermelha da raiz); CMES 2129 - *Macrophomina phaseolina* (podridão de carvão); CMES 1796 - *Rhizoctonia solani* (tombamento e morte em reboleira de *Rhizoctonia*) e CMES 2250 - *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo-branco).

O método utilizado foi o bioanalítico in vitro observando o desenvolvimento dos fungos na presença das formulações de óleos essenciais. Os fungos fitopatogênicos foram cultivados em meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) por sete dias a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro.

Em placas de Petri estéreis foram adicionados 100 µL de cada formulação de óleo essencial. Em seguida, verteu-se o meio de cultura

BDA previamente resfriado a, aproximadamente, 50 °C, promovendo a homogeneização da formulação com auxílio de uma alça de Drigalski, a fim de garantir a distribuição uniforme da formulação do óleo essencial no meio de cultura. Posteriormente, um disco de micélio fúngico com 5 mm de diâmetro foi transferido para o centro de cada placa. Placas contendo somente o fitopatógeno foram utilizadas como controle. As placas de Petri, em triplicata, foram mantidas em câmara de crescimento por sete dias, sob temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 h.

Após o período de incubação, realizou-se a medição do crescimento micelial dos fitopatógenos na ausência e na presença das formulações de óleos essenciais adicionados ao meio de cultura. A zona de inibição do crescimento micelial (ZI) foi calculada, com base no método descrito por Campanile et al. (2007), utilizando a seguinte expressão:

$$ZI\% = \frac{(N1 - N2) \times 100}{N1}$$

Sendo, N1 o raio do micélio da testemunha e N2 o raio do micélio na presença da formulação do óleo essencial.

Nesse estudo, a análise quimiométrica por mapa de calor foi empregada como ferramenta exploratória para visualizar padrões de inibição do crescimento micelial dos diferentes fungos fitopatogênicos frente às formulações desenvolvidas pela Embrapa. O mapa de calor (Heatmap) foi realizado no ambiente Python, utilizando uma abordagem quimiométrica exploratória, baseada em agrupamento hierárquico aglomerativo.

Resultados e Discussão

As formulações industriais à base de óleos essenciais testadas apresentaram efeito variável sobre os fungos. O mapa de calor da inibição do crescimento fúngico, apresentado na Figura 1, evidenciou uma organização multivariada das formulações desenvolvidas pela Embrapa.

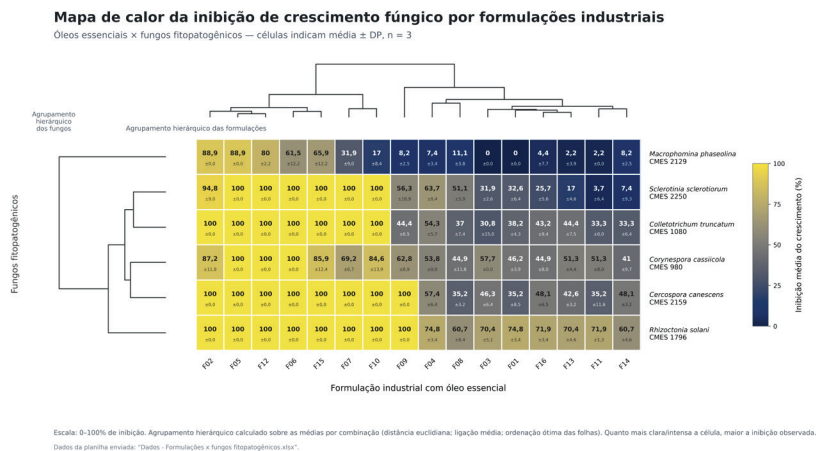


Figura 1. Mapa de calor da inibição do crescimento de fungos fitopatogênicos por formulações industriais à base de óleos essenciais desenvolvidas pela Embrapa. As células representam a média $\pm$ desvio padrão de três repetições para cada combinação fungo $\times$ formulação. A escala cromática indica a intensidade da inibição.

As formulações F05, F12 e F06 resultaram em 100% de inibição do crescimento da maioria dos fungos, exceção apenas para *Macrophomina phaseolina*. Mas, as formulações F05 e F12 se destacaram também para esse fungo, com os maiores níveis de inibição, 88,9% e 80%, respectivamente, juntamente com a F02, também com 88,9% de inibição (Figura 1).

Outras formulações resultaram em 100% de inibição para os diversos fungos. Para *Sclerotinia sclerotiorum* se destacaram F15, F07 e F10, além das três formulações já mencionadas (F05, F12 e F06). Aqui cabe ressaltar que a formulação F02 inibiu 94,9% do crescimento desse fungo. Para *Colletotrichum truncatum* destacaram-se ainda, F02, F15, F07 e F10. E, para *Cercospora* sp. e *Rhizoctonia solani* destacaram-se F02, F15, F07, F10 e F09. Para *Corynespora cassiicola*, apenas as três formulações citadas anteriormente (F05, F12 e F06) resultaram em 100% de inibição do crescimento. Mas a formulação F02 teve bom desempenho, com 87,2% de inibição do crescimento desse fungo (Figura 1).

A análise das médias obtidas a partir de três repetições por combinação formulação $\times$ fungo distinguiu um núcleo de formulações de amplo espectro, com atividade intensa e estável, de um conjunto de

respostas intermediárias ou fortemente dependentes do patógeno. Esse padrão indica que a atividade antifúngica não se distribuiu aleatoriamente, mas sim refletiu diferenças consistentes de potência, robustez e especificidade biológica entre os sistemas formulados. O agrupamento hierárquico evidencia um bloco de formulações de amplo espectro, com destaque para F02, F05 e F12, além de revelar *Macrophomina phaseolina* como o patógeno mais resistente do painel experimental.

Conclusão

As formulações, F02, F05 e F12, emergem como candidatas prioritárias ao desenvolvimento tecnológico por combinarem amplo espectro, alta intensidade de inibição e desempenho contra o patógeno mais resistente do painel.

Referências

- ANTUNES, M. D. C.; CAVACO, A. M. The use of essential oils for postharvest decay control: a review. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, p. 351-366, 2010.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils - a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446-475, 2008.
- CAMPANILE, G.; RUSCELLI, A.; LUISI, N. Antagonistic activity of endophytic fungi towards *Diplodia corticola* assessed by in vitro and in plant tests. **European Journal of Plant Pathology**, v. 117, p. 237-246, 2007.
- EL-SAKHAWY, M.; DONIA, A. R. M.; JURAYBI, T. N.; ATEYA, A. A. S.; OSMAN, W.; ABD-ELGHANY, A. A.; SOLIMAN, M. M.; KOBISI, A. N. A.; BALAH, M. A. Action mechanism of essential oils or their components against pathogenic bacteria: literature review. **International Journal of Microbiology**, v. 2026, 7468450, 2026. 19 p. DOI: 10.1155/ijm/7468450.
- HILLEN, T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; MESQUINI, R. M.; STANGARLIN, J. R.; NOZAKI, M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos in vitro e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, n. 3, p. 439-445, 2012.