

Guia prático de

Doenças fúngicas do lúpulo

em clima tropical



Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe 2023 by Atena Editora

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira Copyright © Atena Editora

Editora executiva Copyright do texto © 2023 Os autores

Natalia Oliveira Copyright da edição © 2023 Atena

Assistente editorial Editora

Flávia Roberta Barão Direitos para esta edição cedidos à

Bibliotecária Atena Editora pelos autores.

Janaina Ramos *Open access publication by Atena Editora*



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Biológicas e da Saúde

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Camila Pereira – Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto

Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí

Profª Drª Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes

Prof. Dr. Davi Oliveira Bizerril – Universidade de Fortaleza

Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Guillermo Alberto López – Instituto Federal da Bahia
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Delta do Parnaíba–UFDPAr
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Kelly Lopes de Araujo Appel – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal
Profª Drª Larissa Maranhão Dias – Instituto Federal do Amapá
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Luciana Martins Zuliani – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Max da Silva Ferreira – Universidade do Grande Rio
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Taísa Ceratti Treptow – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Guia prático de doenças fúngicas do lúpulo em clima tropical

Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga

Revisão: Os autores

Autores: Clarissa H. Okino Delgado

Fabíola Ribeiro de Oliveira

Gabriella Souza Cintra

Renan Furlan

Isadora Camargo Pedrino

Fernanda Perpétua Casciotori

Flávia Beatriz Sgobbi

Gabriel Mares Castellani Pinto

Vivian Polotto Croce

Ricardo Beolchi de Souza Lima

Max Vincent Raffaele

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G943 Guia prático de doenças fúngicas do lúpulo em clima tropical / Clarissa H. Okino Delgado, Fabíola Ribeiro de Oliveira, Gabriella Souza Cintra, et al. – Ponta Grossa – PR: Atena, 2023.

Outros autores

Renan Furlan

Isadora Camargo Pedrino

Fernanda Perpétua Casciotori

Flávia Beatriz Sgobbi

Gabriel Mares Castellani Pinto

Vivian Polotto Croce

Ricardo Beolchi de Souza Lima

Max Vincent Raffaele

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-1782-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.828231010>

I. Micologia médica. I. Delgado, Clarissa H. Okino. II. Oliveira, Fabíola Ribeiro de. III. Cintra, Gabriella Souza. IV. Título.

CDD 616.985

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

AUTORES

Clarissa H. Okino Delgado
Fabíola Ribeiro de Oliveira
Gabriella Souza Cintra
Renan Furlan Gonsaga
Isadora Camargo Pedrino
Fernanda Perpétua Casciadori
Flávia Beatriz Sgobbi
Gabriel Mares Castellani Pinto
Vivian Polotto Croce
Ricardo Beolchi de Souza Lima
Max Vincent Raffaele

Ficha Catalográfica

Okino-Delgado, C. H.; Oliveira, F. R.; Cintra, G. S.; Furlan, R.; Pedrino, I. C.; Casciadori, F. P.; Sgobbi, F. B.; Pinto, G. M. C.; Croce, V. P.; Lima, R. B. S.; Raffaele, M.V.
Guia Prático de Doenças do Lúpulo em Clima Tropical. Editora Atena. São Carlos - SP - Brasil, 2023.

1. Fungos fitopatogênicos. 2. *Humulus lupulus* . 3. Pragas do lúpulo. 4. Biofungicidas



PREFÁCIO

A cultura do lúpulo, *Humulus lupulus* (Família *Cannabaceae*), tem ganhado cada vez mais espaço no Brasil. Entretanto, os problemas fitossanitários encontram-se entre os principais desafios à expansão da cultura no clima tropical.

Dentre eles, as doenças causadas por fungos e oomicetos se destacam pelo potencial de causar danos que vão desde a diminuição da produtividade até a morte das plantas, sendo que a resistência a esses microrganismos é o foco dos principais programas de melhoramento no mundo.

Porém, apesar de já existirem cultivares resistentes a doenças tradicionais causadas por *Verticillium* ssp., como Comet, Cascade e Chinook, as doenças que vêm causando impacto no clima tropical muitas vezes são diferentes das consideradas chaves nos locais de origem. Assim, os cultivares comerciais têm se mostrado susceptíveis aos fungos e oomicetos de ocorrência no Brasil. Pensando em auxiliar a cadeia produtiva do lúpulo, a IkoVe Agro, em parceria com a Hops Brasil e a Lúpulo Tropical, prepararam este guia prático com as principais doenças fúngicas que vêm sendo reportadas no Brasil.

Esperamos que este material auxilie os produtores de lúpulo e ajude na expansão da cultura em nosso país.

Boas colheitas!



Edição 1, setembro de 2023.
IkoVe Agro Bioinsumos Agrícolas Ltda.

- 
- ✓ Míldio
 - ✓ Oídio
 - ✓ Mofo branco
 - ✓ Mofo cinza
 - ✓ Distúrbio do cone de *Alternaria*

Doenças fúngicas de
parte aérea
(folhas e cones)

Oídio (*Podosphaera macularis*)

É considerada a doença mais importante do lúpulo em clima temperado.

Há grande variedade de fungicidas registrados em países temperados.

No Brasil, 1º relato da doença ocorreu em 2021.

Referências: 1, 2 e 3.

SINTOMAS: Aparecimento de manchas brancas com aspecto de pó branco na superfície das folhas (face superior), cones, brotos e caules; deformação dos cones, que posteriormente adquirem coloração marrom avermelhado.

CONDIÇÕES que favorecem: Baixa umidade e alta temperatura; plantas jovens são mais susceptíveis.

HOSPEDEIRAS: Morango, camomila, *Cannabis*.

CONTROLE: Uso de cultivares menos susceptíveis; rotação de fungicidas; eliminação de restos culturais; limpeza de equipamentos.

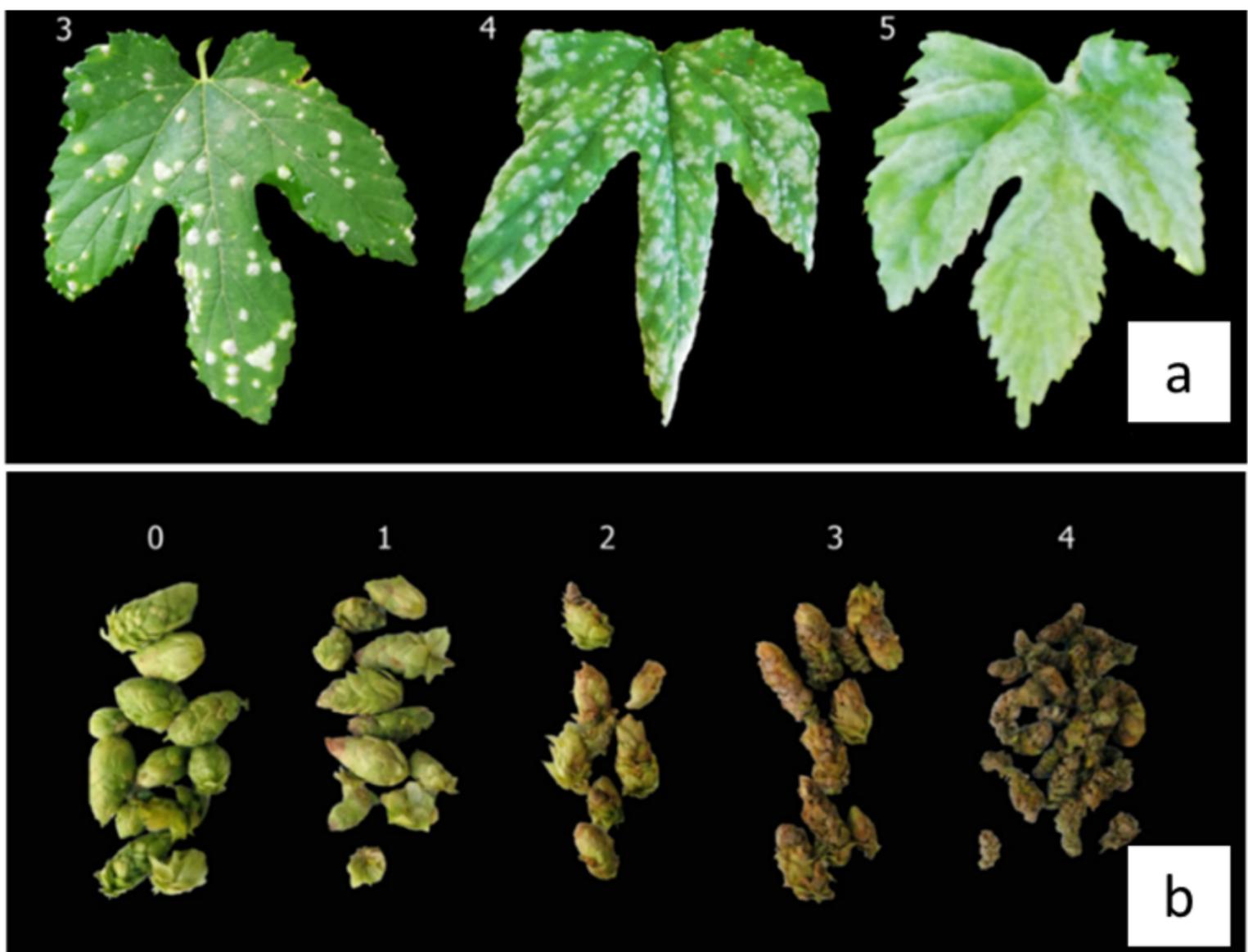


Figura 1. Lúpulo com sintomas de *Podosphaera* ssp. (a) folhas com sintomas (b) cones com sintomas (Fotos: Porteous-Álvarez, A. J. et al. 2021).

Míldio (*Pseudoperonospora humuli*)

No Brasil são reportados apenas casos isolados da doença, por isso, é crucial que sejam adotadas medidas preventivas para evitar sua proliferação no país.

Referências: 4, 5 e 6.

SINTOMAS: Iniciam nas brotações, apresentando-se atrofiadas, e ocorre um amarelamento no centro das folhas. Com a evolução da doença, surgem manchas roxas e pretas na parte inferior das folhas cobertas por 'pó' acinzentado (esporângios). Os cones ficam marrons, e os rizomas afetados apresentam manchas escuras.

CONDIÇÕES que favorecem: Umidade relativa do ar elevada e temperatura noturna de amena a quente.

HOSPEDEIRAS: Específica do lúpulo.

CONTROLE: Uso de mudas saudáveis; controle de outros problemas fitossanitários (ex: ácaros).

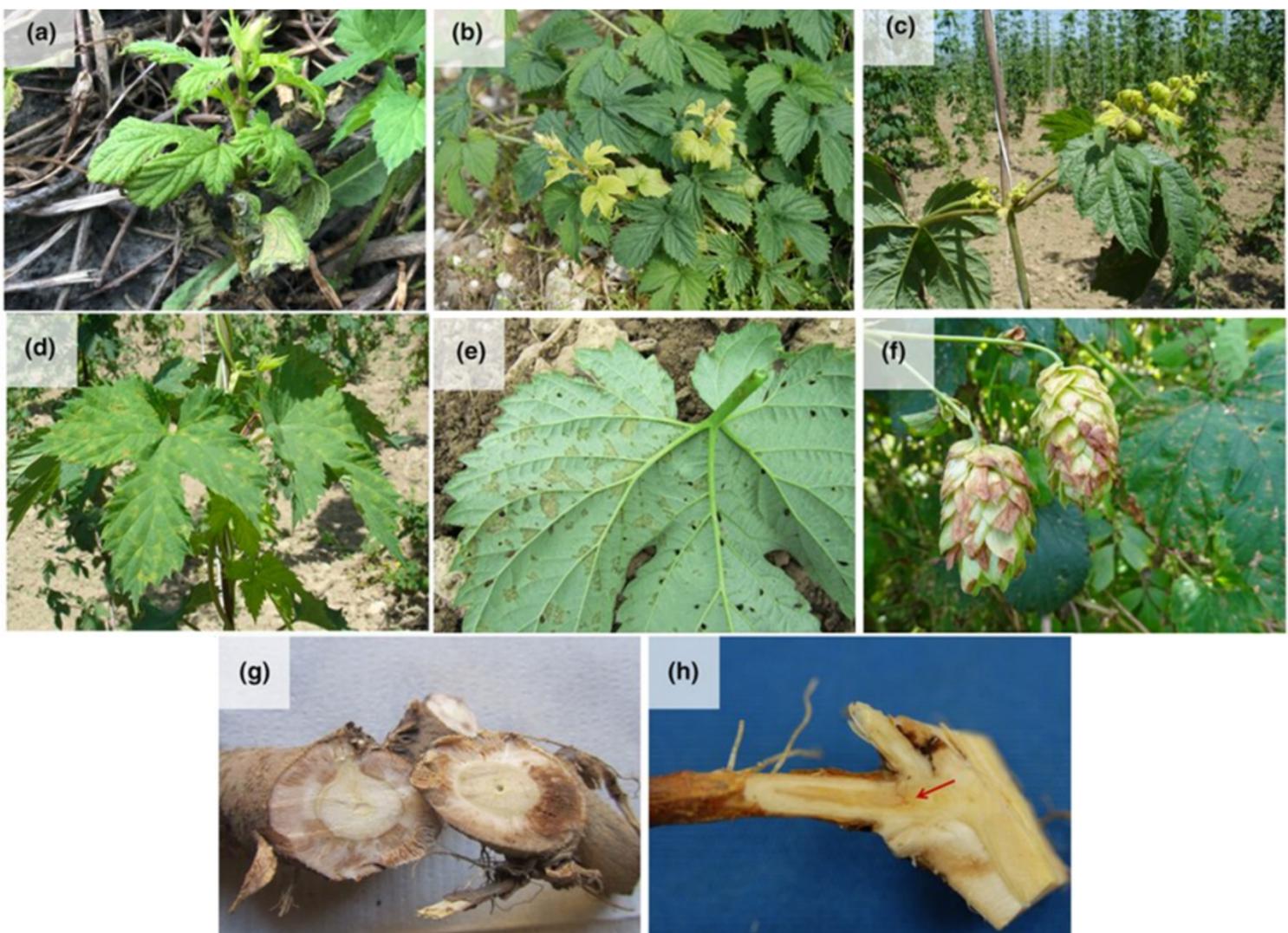


Figura 2. Sintomas de míldio do lúpulo. (a) brotações primárias, (b) brotações secundárias, (c) ramos laterais, (d) lesões foliares, (e) esporulação na superfície face inferior da folha, (f) cones afetados, (g) sintomas em estacas e (h) sintomas no interior do caule (seta vermelha) (Fotos: Purayannur *et al.*, 2021).

Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Doença não considerada chave nos cultivos em clima temperado; porém, pode se tornar uma problemática no clima tropical.

Fungo muito comum no Brasil.

Referências: 7, 8 e 9.

SINTOMAS: Causa lesões aquosas em hastes que se tornam marrons cobertas por um crescimento micelial esbranquiçado; as folhas permanecem verdes até que o caule esteja completamente necrosado.

CONDIÇÕES que favorecem: Alta umidade e alta temperatura.

HOSPEDEIRAS: Afeta mais de 400 espécies entre culturas e plantas daninhas.

CONTROLE: Eliminação de restos culturais; aplicação de biofungicidas, os quais têm demonstrado eficiência no controle de escleródios e estruturas de sobrevivência; evitar irrigação por aspersão.



Figura 3. Lúpulo com sintomas de *Sclerotinia* ssp. (a) hastes com lesões (b) parte aérea atingida (Foto: USA HOPS, 2015).

Mofo cinza (*Botrytis cinerea*)

Doença relacionada com ferimentos na planta, que podem ser ocasionados por insetos. Tais ferimentos facilitam a entrada do fungo e, por isso, o controle da doença está associado ao controle do inseto.

Referências: 8 e 10.

SINTOMAS: Causa escurecimento dos cones. As brácteas podem permanecer parcialmente verdes, dando aparência listrada aos cones, cobertas por “pó” cinza, principalmente na ponta dos cones.

CONDIÇÕES que favorecem: Alta umidade.

HOSPEDEIRAS: Feijão, morango, amora.

CONTROLE: Boa aeração (evitar plantio com espaçamento muito adensado); controle de insetos para evitar injúrias.



Figura 4. Cones de lúpulo com sintomas de *Botrytis* ssp. (Foto: Laupheimer, LfL IPZ).

Distúrbio do cone de *Alternaria* (*Alternaria alternata*)

Em geral, não causa grandes problemas, mas pode causar danos se as condições ambientais forem favoráveis (oportunista).

Outras doenças, como míldio e oídio, podem favorecer o ataque.

Referências: 11 e 12.

SINTOMAS: Causa escurecimento dos cones. As brácteas podem permanecer parcialmente verdes, dando aparência listrada aos cones. Conforme a doença progride, os cones se tornam marrom escuro cobertos por pó.

CONDIÇÕES que favorecem: Alta umidade e ventos fortes no período de desenvolvimento de cones.

HOSPEDEIRAS: Maçã, batata, girassol, trigo.

CONTROLE: Controle de outros problemas fitossanitários; planejamento das fases de desenvolvimento de cone até a colheita (em períodos de seca).



Figura 5. Cones de lúpulo com sintomas de *Alternaria* ssp. (Foto: Renan Furlan).

Doenças fúngicas de parte subterrânea (rizomas e raízes)

- ✓ Podridão negra
- ✓ Murcha de *Fusarium*
- ✓ Murcha de *Verticillium*
- ✓ Podridão por *Pythium*
- ✓ Raíz vermelha
- ✓ *Rhizoctonia* ssp.
- ✓ *Colletotrichum* ssp.

Podridão negra das raízes (*Phytophthora citricola*)

Os sintomas na parte aérea podem ser confundidos com outros problemas, como murcha de *Fusarium* e *Verticillium* e ataque por nematóides e insetos presentes no solo.

Referências: 8 e 14.

SINTOMAS: Escurecimento de raízes, rizomas e coroa. Conforme a doença progride, observa-se murcha da parte aérea, formada por folhas e brotações que se tornam negras.

CONDIÇÕES que favorecem: Excesso de umidade do solo (chuvas intensas e solos mal drenados, compactados e/ou com excesso de irrigação).

HOSPEDEIRAS: Citros, abacate, eucalipto, maracujá, abacaxi, castanha.

CONTROLE: Umidade adequada do solo (evitando excessos); balanço nutricional adequado; aplicação de microrganismos benéficos de solo. Fungicidas à base de cobre são indicados.



Figura 6. Raízes de lúpulo com sintomas de ataque por *Phytophthora* ssp. (Foto: USA HOPS, 2015).

Podridão por *Pythium* (*Pythium* spp.)

Os sintomas são semelhantes aos da murcha de *Fusarium* e *Verticillium*. Em países de clima temperado, a doença é considerada de menor impacto; entretanto, pode se tornar uma problemática em clima tropical.

Referências: 14 e 15.

SINTOMAS: Enfezamento de plantas jovens (plantas que não evoluem), murcha de folhas nas horas mais quentes do dia, raízes finas e necrosadas.

CONDIÇÕES que favorecem: Altas temperaturas, solos compactados e solos encharcados.

HOSPEDEIRAS: Morango, citros, milho, sorgo, hortaliças.

CONTROLE: Promover boa aeração no solo; aplicação de fungos benéficos no controle do patógeno (ex: *Trichoderma harzianum*).



Figura 7. Colo da planta de lúpulo afetada por *Pythium* spp. (a) parte aérea com sintomas (b) necrose (Fotos: Renan Furlan).

Murcha de *Fusarium* (*Fusarium* spp.)

O sintoma mais aparente é a murcha da parte aérea, sintoma este proveniente das lesões ocasionadas no sistema vascular dos rizomas e raízes pelo fungo, impedindo o fluxo natural da água.

Referências: 16, 17 e 18.

SINTOMAS: Murcha das folhas, necrose nas brotações, escurecimento do interior de rizomas e raízes (feixes vasculares).

CONDIÇÕES que favorecem: Solos ácidos e fermentos no colo da planta.

HOSPEDEIRAS: Culturas frutíferas e hortaliças (banana, melancia, batata, tomate), soja, cana-de-açúcar.

CONTROLE: Remoção do tecido lesionado; redução de umidade; correção do solo para aumento de pH; redução da utilização de fertilizantes nitrogenados à base de amônia; minimizar danos às brotações durante a poda.

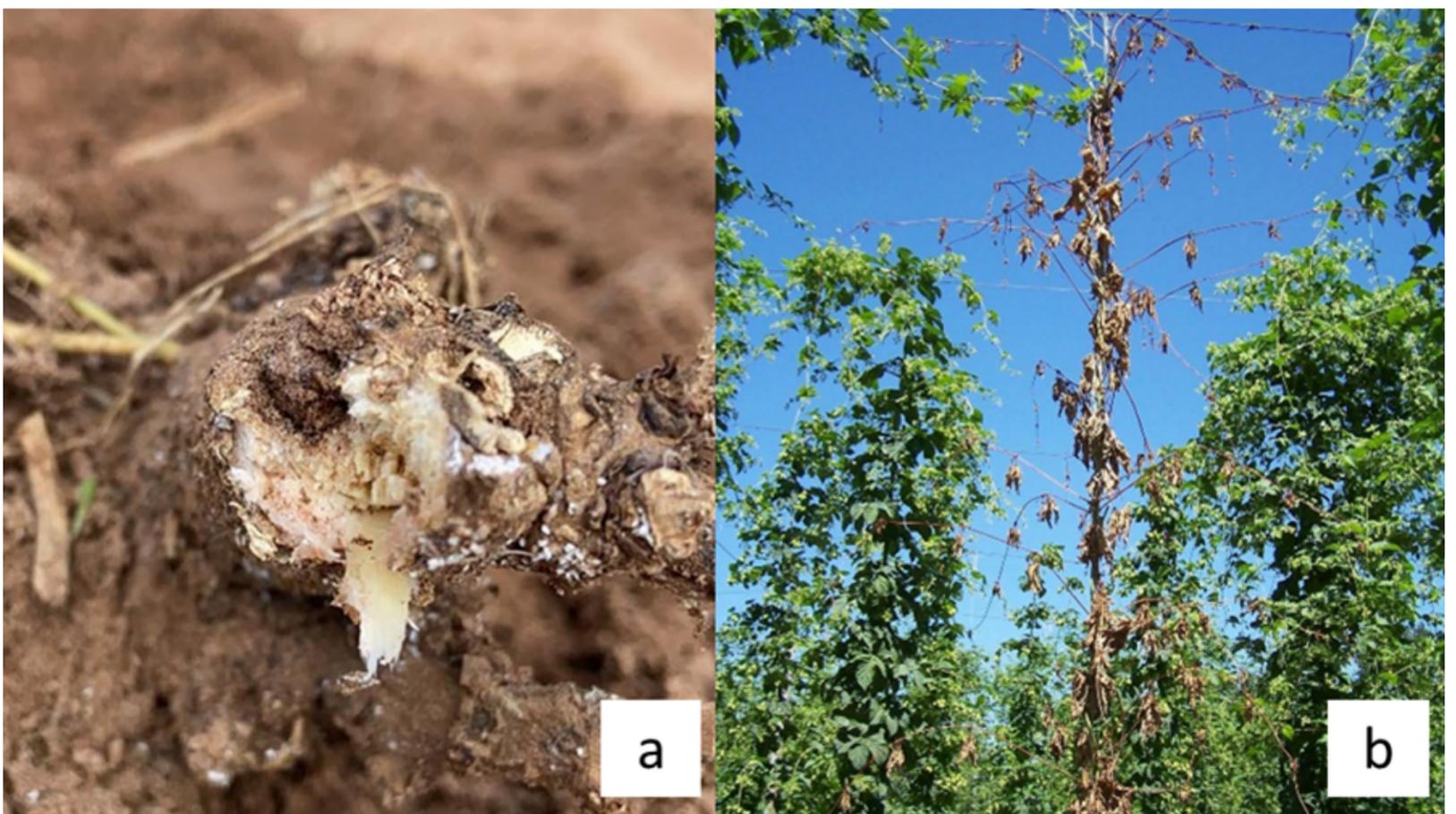


Figura 8. Lúpulo com sintomas de ataque por *Fusarium* spp. (a) interior do rizoma necrosado (b) parte aérea com sintomas (Fotos: Clarissa Okino Delgado).

Murcha de *Verticillium* (*Verticillium* spp.)

Doença de grande impacto no clima temperado, cujo fungo causador sobrevive por longos períodos no solo até conseguir penetrar na planta.

Existem cultivares resistentes, como o Cascade.

Referências: 19 e 20.

SINTOMAS: Amarelamento, encurvamento e murcha das folhas, morte de tecidos vasculares, necrose das brotações.

CONDIÇÕES que favorecem: Solos com desequilíbrio nutricional, temperaturas entre 20 e 24°C e alta umidade do solo.

HOSPEDEIRAS: Hortaliças (batata, tomate, melão), plantas daninhas de folha larga (caruru, mentrasto, erva-de-santa-luzia).

CONTROLE: Uso de cultivares resistentes; realização de bons protocolos de higienização; controle de ervas daninhas; redução de fertilizantes nitrogenados; eliminação de restos culturais.



Figura 9. Lúpulo com sintomas de *Verticillium* spp. (a) planta saudável (b) plantação afetada (c) sintomas no interior de caules (d), (e) e (f) murcha das folhas. (Fotos: Maurer, 2014).



Raíz vermelha (*Phomopsis tuberivora*)

Doença importante na Austrália, onde causa perdas de mais de 20% na produtividade de áreas afetadas.

Referências: 21.

SINTOMAS: Manchas vermelhas no interior de rizomas e raízes (feixes vasculares), plantas afetadas muitas vezes apresentam menor desenvolvimento da parte aérea (planta não cresce até o final da estrutura de tutoramento).

CONDIÇÕES que favorecem: Solos encharcados, solos ácidos, ferimentos nas plantas.

HOSPEDEIRAS: Plantas daninhas.

CONTROLE: Uso de mudas saudáveis; balanço nutricional correto (com atenção especial ao boro, de forma que a deficiência pode agravar os sintomas).



Figura 10. Rizoma de lúpulo com sintomas de *Phomopsis tuberivora* (Foto: Putnam, 2007).



Rhizoctonia solani

Fungo muito comum em solos brasileiros.

Causa *damping-off* (tombamento) em mudas de frutas e hortaliças.

Referências: 22 e 23.

SINTOMAS: Manchas vermelhas no interior de rizomas e raízes (feixes vasculares), atraso no desenvolvimento das plantas (quando atinge plantas novas).

CONDIÇÕES que favorecem: Amontoamento precoce (abafamento).

HOSPEDEIRAS: Frutas, hortaliças, milho, pastagem, café, sorgo.

CONTROLE: Mudas saudias; evitar amontoamento precoce; manter umidade do solo adequada.



Colletotrichum fioriniae

Fungo muito comum em solos brasileiros.

Causa antracnose em muitas culturas, podendo resultar em grandes prejuízos.

Referências: 24.

SINTOMAS: Manchas pequenas de coloração marrom (2 mm) em folhas. Pode permanecer latente no solo e no interior das plantas por longos períodos.

CONDIÇÕES que favorecem: Solo alagado, alta umidade.

HOSPEDEIRAS: Morango, uva, pêssigo.

CONTROLE: Mudas saudias; umidade adequada do solo; eliminação de restos culturais.

Conteúdos complementares

- ✓ Diferenças entre microrganismos
- ✓ Fungos oportunistas
- ✓ Biofungicidas
- ✓ Fungos endofíticos
- ✓ Empresas
- ✓ Referências bibliográficas





Diferenças entre bactérias, fungos e oomicetos

Em geral, o manejo de bactérias é preventivo por conta da velocidade de desenvolvimento da doença, e por conta da dificuldade de utilização de ativos efetivos no controle que sejam viáveis economicamente (antibióticos).

Referências: 25.

Os microrganismos são seres microscópicos que, embora pareçam similares a olho nu, suas diferenças impactam em seu desenvolvimento e consequentemente em seu manejo.

Bactérias são seres procariontes (células cujo núcleo não é delimitado por uma membrana) que se multiplicam de maneira rápida. Em geral, as bactérias fitopatogênicas não respondem aos fungicidas.

Fungos são seres eucariontes (células cujo núcleo é delimitado por uma membrana) e que possuem capacidade de formação de esporos resistentes de forma mais fácil. Esses esporos podem permanecer viáveis por longos períodos em diferentes ambientes, inclusive no solo.

Oomicetos são seres eucariontes semelhantes aos fungos, mas contra os quais, por apresentarem diferenças na composição de sua parede celular e membrana celular, as medidas de controle fúngico não são sempre eficazes.

Tabela 1. Diferenças entre bactérias, fungos e oomicetos.

Característica	Bactéria	Oomiceto	Fungo verdadeiro
Organização celular	procarionte	eucarionte	eucarionte
Parede celular	peptideoglicano	celulose	quitina
Hifas septadas	não	não	sim

O estresse biótico é ocasionado por seres vivos, como nematóides, fitopatógenos e insetos-praga.

O estresse abiótico é ocasionado por questões ambientais, como o desbalanço nutricional e hídrico, ferimentos ocasionados por ventos, chuvas e geadas, dentre outras.

Referências: 25.

Os microrganismos estão presentes em todas as esferas do ambiente agrícola (solo, ar e água), sendo que a cada 1 g de solo encontram-se, em média, 10^8 células bacterianas, 10^7 células de actinomicetos e 10^6 células fúngicas.

A grande maioria desses microrganismos não causa danos às plantas saudáveis por conta da presença de barreiras físicas e fisiológicas.

Entretanto, estresses bióticos e abióticos podem fragilizar a cultura, tornando mais fácil a entrada de microrganismos fitopatogênicos (causadores de doenças).

Nestes casos, é comum que as análises fitopatológicas apontem uma maior diversidade de fungos presentes em plantas com sintomas de doenças. Exemplos de fungos oportunistas encontrados em lúpulo: *Colletotrichum* spp., *Digymaria* ssp., *Diplodia seriata*, *Galactomyces geotrichum*.



Figura 11. Plantas de lúpulo com sintomas de doenças (Fotos: Renan Furlan).

O MAPA possui o sistema AGROFIT para consulta pública de defensivos agrícolas, de forma a oferecer informações a respeito dos fungicidas microbiológicos aprovados para a agricultura orgânica.

https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

Consulte um agrônomo para mais informações.

O lúpulo ainda é recente no Brasil, e por isso ainda não há defensivos agrícolas registrados para a cultura.

O uso de produtos inespecíficos pode ocasionar danos como fitotoxicidade nas plantas, intoxicação de pessoas e morte de organismos não alvo.

Entretanto, defensivos considerados pouco tóxicos (improváveis de causarem danos à saúde humana e ao ambiente) vêm recebendo registro diferenciado (uso aprovado para agricultura orgânica) por alvo (espécie controlada), o que possibilita seu uso em diversas culturas, incluindo o lúpulo.

Os biofungicidas microbiológicos (desenvolvidos com a utilização de microrganismos benéficos capazes de combater fitopatógenos) são exemplares desses defensivos pouco tóxicos. Exemplos: *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*.

Os principais mecanismos de ação de um biofungicida são antibiose, indução de resistência, parasitismo e competição. Na sequência, está apresentada a descrição de cada mecanismo.

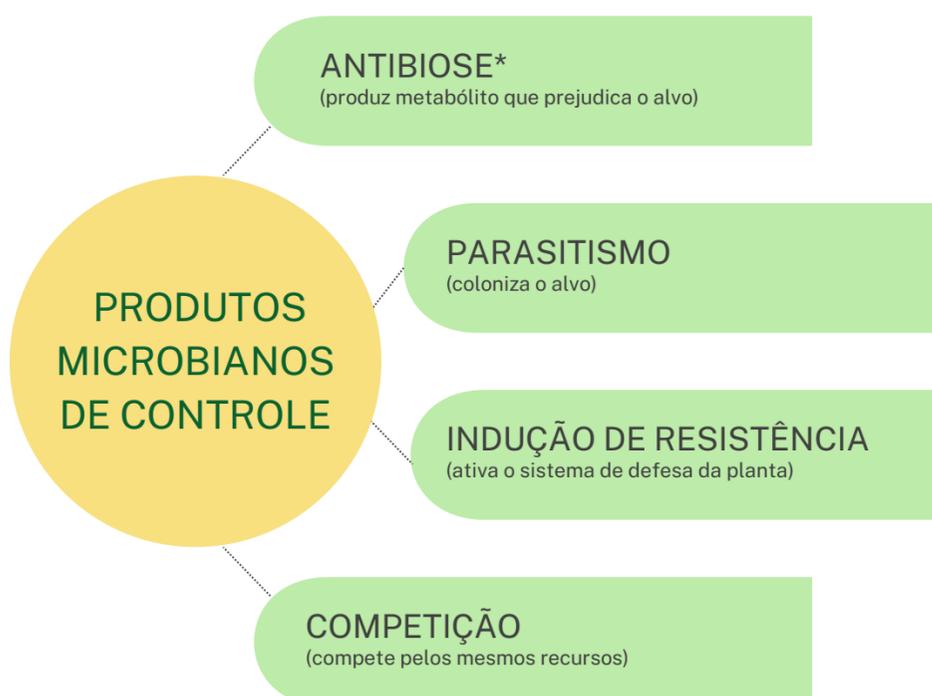


Figura 12. Mecanismos de ação de produtos microbianos de controle (Imagem: Clarissa Okino Delgado).

A antibiose ocorre quando o microrganismo benéfico produz um metabólito que prejudica o alvo. Neste caso, o biofungicida pode ser composto pelo microrganismo ou o composto produzido.

ANTIBIOSE

É o mecanismo mais comum de ação dos biofungicidas comerciais.

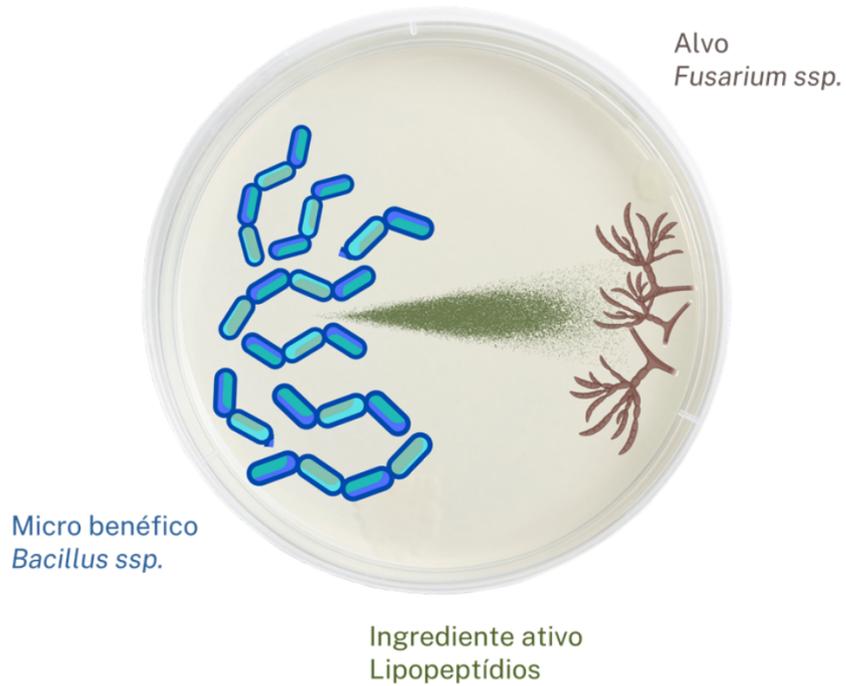
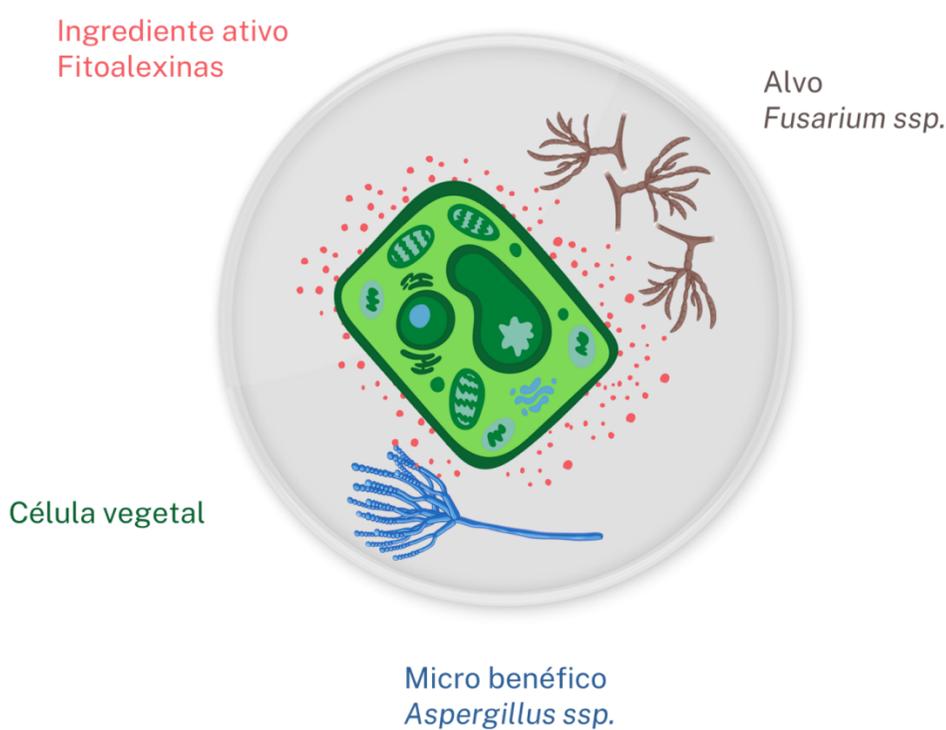


Figura 13. Mecanismo de ação de produtos microbianos de controle por antibiose (Imagens: Clarissa Okino Delgado).

A indução de resistência ocorre quando o microrganismo benéfico ativa o sistema de defesa da planta, que por sua vez produz compostos que inibem a penetração ou o desenvolvimento do fitopatógeno.



INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA

Este mecanismo vem sendo conhecido como “vacina das plantas”, devido à semelhança ao efeito preventivo ocasionado na própria planta.

Figura 14. Mecanismo de ação de produtos microbianos de controle por indução de resistência (Imagens: Clarissa Okino Delgado).

A competição acontece quando o microrganismo benéfico compete pelos mesmos recursos que o microrganismo fitopatogênico.

Em geral, um único biofungicida pode atuar por diferentes mecanismos.

COMPETIÇÃO

Em geral, o benéfico se desenvolve de forma mais rápida (consumindo os recursos), dificultando o desenvolvimento do fitopatógeno.

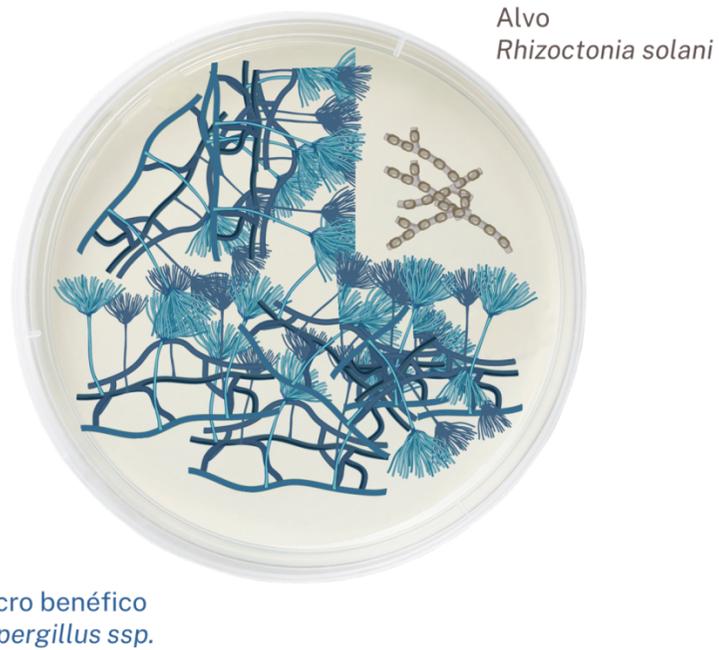
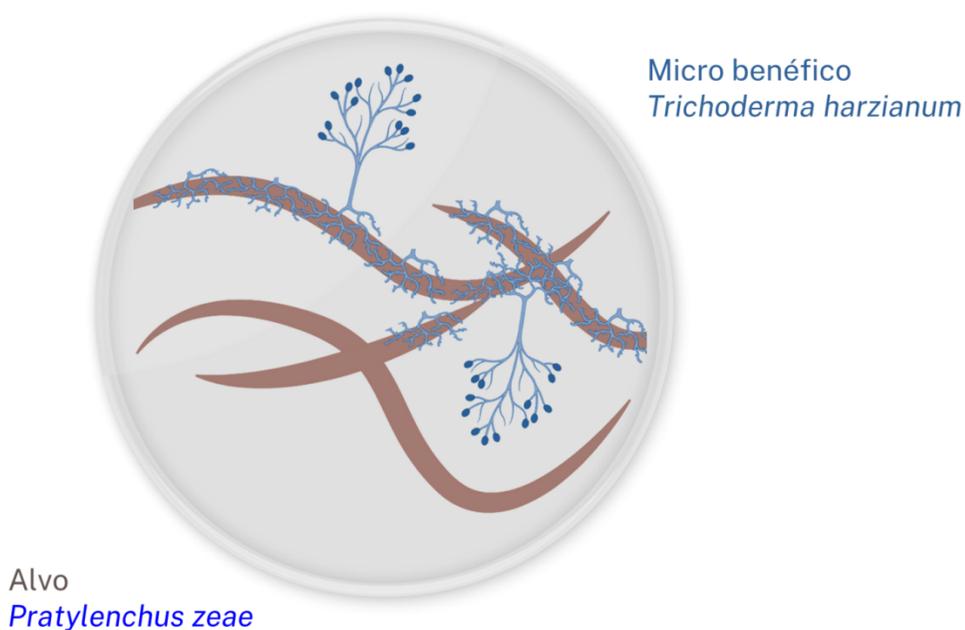


Figura 15. Mecanismo de ação de produtos microbianos de controle por competição (Imagens: Clarissa Okino Delgado).

Entre os produtos microbiológicos de controle, também há os que atuam por parasitismo, que ocorre quando o benéfico coloniza o alvo macroscópico (como insetos praga e fitonematóides).



PARASITISMO

Os bioinseticidas e bionematicidas microbiológicos atuam por este mecanismo e estão entre os produtos biológicos mais utilizados.

Figura 16. Mecanismos de ação de produtos microbianos de controle por parasitismo (Imagens: Clarissa Okino Delgado).

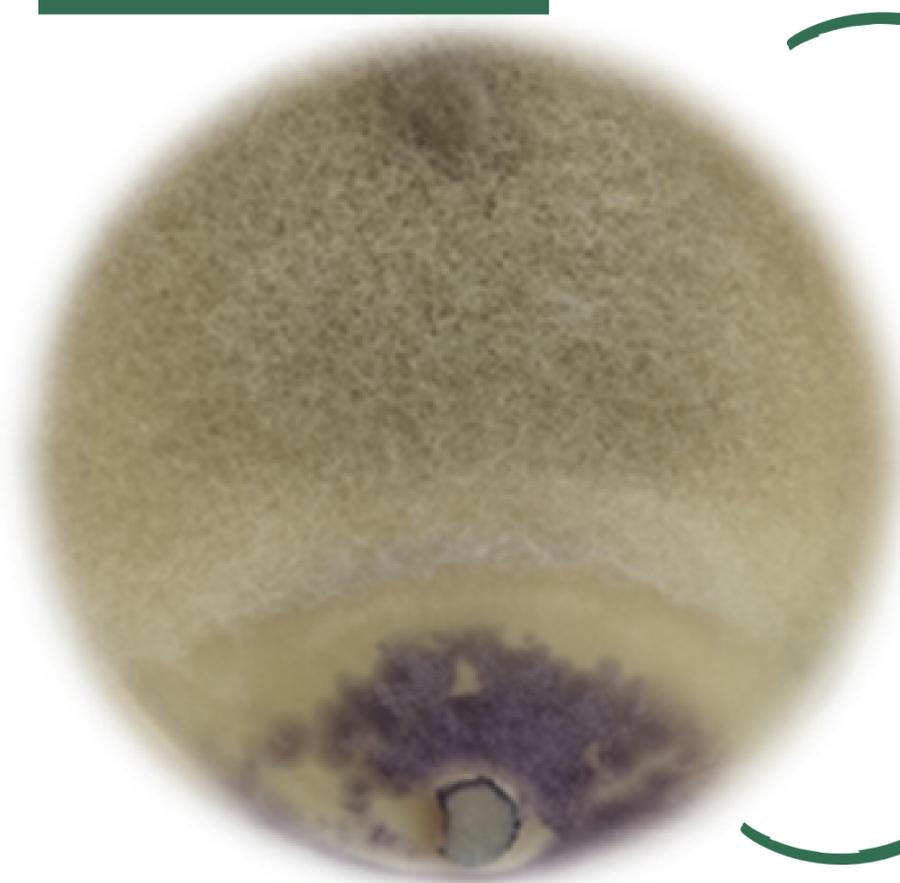
Os endófitos podem não ser hospedeiros obrigatórios, de forma a permitir que os mesmos sejam multiplicados em biofábricas, e depois aplicados no campo (retornando ao interior dos vegetais).

A espécie de fungo endofítico *Trichoderma harzianum* é amplamente utilizada em diversas culturas.

Referências: 26 e 27.

Os fungos endofíticos vivem sistematicamente no interior das plantas sem ocasionar danos aparentes e mantêm complexas relações que podem ocasionar benefícios às plantas hospedeiras (controle de fitopatógenos e pragas, regulação do metabolismo, ciclagem e fixação de nutrientes no solo, etc).

Dentre as vantagens, os endófitos possuem capacidade de produção de compostos no interior das plantas que podem modular a resposta a estresses bióticos e abióticos desses vegetais. Ademais, esses endófitos podem permanecer por longos períodos no interior das plantas, e podem atuar em regiões de difícil acesso a defensivos convencionais (raízes e extremidades de partes aéreas).



Fungo endofítico benéfico
Nigrospora ssp.

Fungo fitopatogênico
Fusarium ssp.

Figura 17. Fungo endofítico *Nigrospora* ssp. isolado na UFSCar em ensaio de controle contra *Fusarium* ssp. (Foto: Fabíola Ribeiro).



Ikove Agro Bioinsumos Agrícolas

Empresa especializada em análises fitopatológicas para a cultura do lúpulo.

www.ikoveagro.com.br



Hops Brasil Cultivo e Comércio de Lúpulo

Empresa especializada em mudas e matrizes de lúpulo.

www.hopsbrasil.com.br



Lúpulo Tropical Consultoria e Pesquisa

Empresa especializada em consultoria agronômica para a cultura do lúpulo.

www.lupulotropical.com.br



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.Mendes Fagherazzi, M., Sartori Pereira, F., Regianini Nerbass, F., Ferreira Zacca, E., Bizolo Sommer, V., Gonçalves, M. J., ... & Nascimento da Silva, F. (2021). First report of *Podosphaera macularis* causing hop (*Humulus lupulus*) powdery mildew in Brazil. *Plant Disease*, 105(8), 2243.
- 2.Peetz, Amy B., Walter F. Mahaffee, and David H. Gent. (2009) Effect of temperature on sporulation and infectivity of *Podosphaera macularis* on *Humulus lupulus*. *Plant disease* 93.3: 281-286.
- 3.Porteous-Álvarez, A. J. et al. (2021). Green strategies of powdery mildew control in hop: From organic products to nanoscale carriers. *Journal of Fungi*, 7(6), 490.
- 4.Purayannur, S., Gent, D. H., Miles, T. D., Radišek, S., & Quesada-Ocampo, L. M. (2021). The hop downy mildew pathogen *Pseudoperonospora humuli*. *Molecular Plant Pathology*, 22(7), 755-768.
- 5.Nelson, M. E., Eastwell, K. C., Grove, G. G., Barbour, J. D., Ocamb, C. M., & Alldredge, J. R. (2004). Sensitivity of *Pseudoperonospora humuli* (the causal agent of hop downy mildew) from Oregon, Idaho, and Washington to fosetyl-Al (Aliette). *Plant Health Progress*, 5(1), 4.
- 6.Johnson, D. A., & Skotland, C. B. (1985). Effects of temperature and relative humidity on sporangium production of *Pseudoperonospora humuli* on hop. *Phytopathology*, 75(2), 127-129.
- 7.Kropf, S. M. et al. (2012). *Sclerotinia* Wilt of Hop (*Humulus lupulus*) Caused by *Sclerotinia sclerotiorum* in the Pacific Northwest United States. *Plant Disease*, 96(4), 583-583.
- 8.Field Guide for Integrated Pest Management in Hops, 3th Edition. Disponível em : <https://www.usahops.org/cabinet/data/Field-Guide.pdf>
- 9.Boland, G. J., & Hall, R. (1994). Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 16(2), 93-108.
- 10.Okorska, S. B., Dąbrowska, J. A., Głowacka, K., Pszczółkowska, A., Jankowski, K. J., Jastrzębski, J. P., ... & Okorski, A. (2023). The Fungicidal Effect of Essential Oils of Fennel and Hops against *Fusarium* Disease of Pea. *Applied Sciences*, 13(10), 6282.
- 11.Pethybridge, S. J. et al. (2001). First report of infection of hop cones by *Alternaria alternata* in Australia. *Plant Disease*, 85(7), 804-804.
- 12.Darby, P. (1988). *Alternaria alternata* infection of hop (*Humulus lupulus*) cones. *Transactions of the British Mycological Society*, 90(4), 650-653.
- 13.Liu, H., Park, S., & Sang, H. (2023). Identification and fungicide control of *Bipolaris sorokiniana* causing leaf spot and blight on common hop (*Humulus lupulus*) in Korea. *Plant Disease*, (ja).
- 14.Punja, Z. K., & Rodriguez, G. (2018). *Fusarium* and *Pythium* species infecting roots of hydroponically grown marijuana (*Cannabis sativa* L.) plants. *Canadian J. of P. Pathology*, 40(4), 498-513.
- 15.Havill, J. S., Haaning, A., Henning, J. A., & Muehlbauer, G. J. Genome-wide association study for Powdery mildew resistance in Common hop (*Humulus lupulus* L.) germplasm resources. of the Scientific-Technical Commission, 93, 62.
- 16.Pinto, F. A. M. F. et al. (2022). First report of *Fusarium meridionale* causing canker in hop plants. *Australas. Plant Dis. Notes*, 17, 13.
- 17.Bienapfl, J. C., Ocamb, C. M., Klein, R., & Nelson, M. (2004, August). *Fusarium* cone tip blight of *Humulus lupulus*. In I International Humulus Symposium 668 (pp. 123-128).
- 18.Bienapfl, J. C., Ocamb, C. M., Klein, R., & Nelson, M. (2001). *FUSARIUM* CONE TIP BLIGHT: A NEW DISEASE OF *HUMULUS LUPULUS*. of the Scientific Commission, 127.
- 19.Maurer K. (2014) New strategies to control *Verticillium* wilt in hops. Dissertation disponível em: <https://diglib.tugraz.at/download.php?id=576a7c69aa1d5&location=browse>
- 20.Kunej, U., Mikulič-Petkovšek, M., Radišek, S., & Štajner, N. (2020). Changes in the phenolic compounds of hop (*Humulus lupulus* L.) induced by infection with *Verticillium nonalfalfae*, the causal agent of hop *Verticillium* wilt. *Plants*, 9(7), 841.
- 21.Pacific Northwest - Plant disease. Disponível em: <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/hop-humulus-lupulus-red-crown-rot#:~:text=Cause%20A%20fungus%2C%20Phacidiopycnis%20sp,tissue%20for%20infection%20to%20occur.>
- 22.Woodhall, J. W., Barbour, J. D., Fairchild, K., & Wharton, P. S. (2020). First Report of *Rhizoctonia solani* Anastomosis Group 2-1 Affecting Shoots of *Humulus lupulus* in Idaho. *Plant Disease*, 104(9), 2520.
- 23.Porteous-Álvarez, A. J., Fernández-Marcos, A., Ramírez-Lozano, D., Mayo-Prieto, S., Cardoza, R. E., Gutiérrez, S., & Casquero, P. A. (2023). Native *Trichoderma* Isolates from Soil and Rootstock to *Fusarium* spp. Control and Growth Promotion of *Humulus lupulus* L. Plantlets. *Agriculture*, 13(3), 720.
- 24.Hatlen RJ et ao. (2023) First Report of *Colletotrichum fioriniae* infecting Hop (*Humulus lupulus*) in Michigan. *Plant Di*, Epub ahead of print. PMID: 37172977.
- 25.Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A., & Camargo, L. E. A. (2016). Manual de fitopatologia.
- 26.Santoyo, G. (2022). How plants recruit their microbiome? New insights into beneficial interactions. *Journal of advanced research*, 40, 45-58.
- 27.Ayilara, M. S., Adeleke, B. S., & Babalola, O. O. (2022). Bioprospecting and challenges of plant microbiome research for sustainable agriculture, a review on soybean endophytic bacteria. *Microbial ecology*, 1-23.

