

CONTROLE BIOLÓGICO

FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Documentação Científica – IB

Oliveira, Claudio Marcelo Gonçalves de.

Controle biológico: fungos entomopatogênicos. / Claudio Marcelo Gonçalves de Oliveira (coord.); Raquel Moraes Costa Pereira e José Eduardo Marcondes de Almeida; ilustradora Ana Cecília Oliveira. Campinas: Instituto Biológico, 2025.
39 p. : il.

ISBN 978-65-995322-5-2
doi: 10.31368/978-6599532252012025

1. Controle biológico 2. Fungos entomopatogênicos 3. Insetos I. Oliveira, Claudio Marcelo Gonçalves de II. Pereira, Raquel Moraes Costa III. Almeida, José Eduardo Marcondes de IV. Oliveira, Ana Cecília V. Instituto Biológico VI. Título

IB/Bibl./2025

Apoio



LÍNEA.
COMUNICAÇÃO



CONTROLE BIOLÓGICO

FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS

Raquel Moraes Costa Pereira
José Eduardo Marcondes de Almeida

Ilustração e Design

Ana Cecília Oliveira

Coordenação Técnica

Claudio Marcelo Gonçalves de Oliveira

CAMPINAS - SP

2025

PREFÁCIO

O controle biológico é uma prática essencial para a agricultura sustentável, contribuindo para reduzir o uso de defensivos químicos e preservar o meio ambiente. Esta cartilha ilustrada, elaborada por Raquel Moraes Costa Pereira e José Eduardo Marcondes de Almeida, com coordenação técnica de Cláudio Marcelo Gonçalves de Oliveira e ilustrações de Ana Cecília Oliveira, apresenta de forma clara e atraente os conceitos e aplicações dessa estratégia no manejo integrado de pragas.

O Instituto Biológico, referência nacional em pesquisa e inovação no controle biológico, oferece esta obra como contribuição ao setor agrícola e à sociedade. Destinada a produtores, estudantes e empresas, traz informações práticas e acessíveis para estimular a adoção de soluções sustentáveis.

Mais do que um material de consulta, esta cartilha reflete o compromisso do Instituto Biológico e seus parceiros em compartilhar avanços científicos e promover um agronegócio mais responsável e inovador. Que esta obra inspire novas práticas e fortaleça o papel do controle biológico na agricultura moderna.



Ana Eugênia de Carvalho Campos
Diretora-Geral - Instituto Biológico

SUMÁRIO

CONTROLE BIOLÓGICO	5
TIPOS DE CONTROLE BIOLÓGICO	6
FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS	14
LABORATÓRIO DE CONTROLE BIOLÓGICO	20
ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO	21
TÉCNICAS DE PRODUÇÃO	24
TÉCNICAS DE ARMAZENAGEM	29
CONCEITOS BÁSICOS DE ESTERILIZAÇÃO, DESINFECÇÃO, DESINFECÇÃO E ASSEPSSIA	30
VANTAGENS	32
DESAFIOS	34
OPORTUNIDADES	36
REFERÊNCIAS	37
SOBRE OS AUTORES	40



Olá! Eu sou a Dra. Joana Coccinela e estou aqui para conversar com você sobre Controle Biológico!

CONTROLE BIOLÓGICO

O termo “Controle Biológico” foi empregado pela primeira vez em 1919, por Harry Scott Smith. Desde então, essa expressão passou a ser usada para designar todas as formas de controle, alternativas aos produtos químicos, que envolvessem métodos biológicos.



Dr. Harry Scott Smith

O objetivo do controle biológico é controlar uma praga por meio do uso de seus inimigos naturais.

Esses inimigos podem ser variados e de diferentes espécies e vai depender também do tipo de cultura

No controle biológico, são utilizados os agentes macrobiológicos como insetos predadores e parasitoides que também são importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico na lavoura. Já os agentes microbiológicos como vírus, bactérias e fungos, têm suas estruturas infectivas e metabólitos secundários utilizados com bons índices de eficiência.



Imagem adaptada de: Daniel Ardisson-Araújo

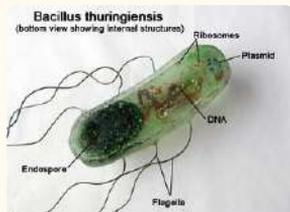


Imagem adaptada de: Urban Farm Sista



Conídios germinados em BDA após 16 horas de incubação em BDA. Imagem: Pereira, 2019

TIPOS DE CONTROLE BIOLÓGICO

Em qualquer ecossistema existem diversos organismos, macros ou micros, que se alimentam de plantas e animais vivos ou em decomposição. Assim, eles promovem um equilíbrio natural do meio evitando que a população de uma espécie aumente muito e passe a ser uma praga.

No caso das pragas agrícolas, esse aumento não controlado pode levar aos danos econômicos e dependendo da agressividade da praga, até a perda da lavoura.

Em tempos de valorização da qualidade dos produtos que utilizem menores quantidades de agroquímicos, o aumento do uso do controle biológico tornou-se de grande importância em âmbito mundial. Basicamente, existe o controle biológico natural e o controle biológico aplicado. Vamos a seguir entender um pouquinho de cada um deles.

CONTROLE BIOLÓGICO: NATURAL

Neste tipo de controle biológico, podem ser usadas plantas ‘reservatórios’ que servem como abrigo e nicho de parasitoides e/ou predadores que se desenvolvem nas pragas controlando assim sua população. Dentro desse contexto, deve ser feita a utilização de inseticidas seletivos que tem como alvo as pragas sem matar os inimigos naturais controladores.

No controle biológico natural não há a interferência direta do homem. O controle natural é quando há a ocorrência de diferentes populações que co-existem nos mesmos nichos do ecossistema e que vivem em equilíbrio. Nesse caso, não há inserção de qualquer tipo de macro ou microrganismo. Esse tipo de controle requer um entendimento detalhado da ecologia dos nichos do bioma para que se consiga a conservação dos habitats, dando condições para que as técnicas conservativas possam ser implementadas com sucesso.



Na verdade, o controle biológico é uma técnica milenar. Na China, no século III, nos pomares cítricos chineses eram usados ninhos de formigas predadoras (*Oecophylla smaragdina*) para o controle biológico de (*Tesseratoma papillosa*), o percevejo gigante da lichia.



Imagens adaptadas de: Wikimedia Commons

Nesse caso, os chineses não realizaram introdução de nenhum micro ou macro organismos, mas sim deram suporte aos organismos existentes para realização natural do controle da praga.

CONTROLE BIOLÓGICO: NATURAL



INOCULATIVO

Esse tipo de controle consiste na aplicação de um inimigo natural (predadores ou parasitoides). São aplicados de maneira pontual para controlar as pragas. O processo é de longo prazo. Nesse tipo de controle é importante conhecer bem as espécies para evitar o risco de introduzir organismos indesejáveis junto aos organismos benéficos.

Exemplo

Um exemplo bem conhecido de macrorganismo de controle biológico é o besouro conhecido popularmente como joaninha e que preda pulgões, cochonilhas entre outros organismos maléficos para as plantas. Da família Coccinellidae, possui quatro fases diferentes em seu ciclo de vida: ovo, larva, pupa e adulto. Conhecê-las é importante para que não se destrua o predador em suas fases mais jovens.

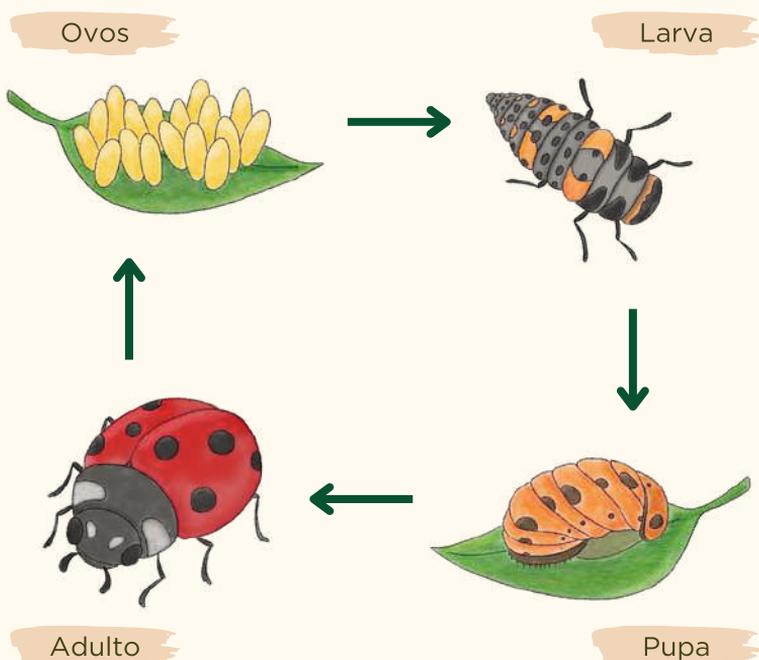
As joaninhas, frequentemente utilizadas em culturas de hortaliças, são capazes de comer de 50 a 200 pulgões (afídeos) por dia!



Joaninha em posição de predação. Ela pode comer até 50 pulgões por dia!

Imagem: adaptada de Wikomon

As joaninhas possuem fases diferentes em seu ciclo de vida, que pode chegar a seis meses.



É ou não é importante
conhecer o ciclo de
vida do inseto?

O que você acha?



AUMENTATIVO

Neste tipo de controle biológico, as liberações dos macrorganismos ou aplicações com microrganismos consistem em aplicações periódicas.

Como o nome já explica, o objetivo é aumentar o número dos organismos utilizados e manter a estabilidade do controle biológico na área da praga.

Exemplo

Em plantações de batata, por exemplo, o fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* pode ser liberado para controlar a lagarta-da-batatinha (*Phthorimaea operculella*).

A lagarta-da-batatinha é uma praga comum que pode causar danos significativos às plantações de batata. Ao liberar regularmente o fungo *Metarhizium rileyi*, que é patogênico para as larvas da lagarta, é possível manter efetivamente a população dessa praga em níveis aceitáveis, contribuindo para uma produção sustentável de batatas.



Fungo *Metarhizium rileyi* atuando na larva.

Fonte: Arquivo Embrapa Soja

INUNDATIVO

As liberações ou aplicações inundativas podem ser feitas tanto com micro quanto com macro organismos após criação ou produção massal em laboratório.

O objetivo é a redução rápida da população da praga. Como a ação desse tipo de aplicação é rápida, faz com que este tipo de controle biológico seja bem aceito pelos agricultores, pois tem eficiência parecida com a do uso de alguns inseticidas convencionais.

Exemplo

Um exemplo notável ocorre em pomares de citros, onde o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* é utilizado para controlar os psilídeos, responsáveis pela transmissão da bactéria causadora do greening dos citros.

A liberação em larga escala do *Metarhizium anisopliae* ajuda a suprimir eficientemente a população de psilídeos, contribuindo para a prevenção do greening, uma doença que pode ter sérias consequências nas plantações de citros.

Controle de psilídeos
utilizando o fungo
Metarhizium anisopliae



Imagem: adaptada de Revista Cultivar

RESUMINDO



**CONTROLE
APLICADO**



AUMENTATIVO



LIBERAÇÃO
INOCULATIVA



PARASITOIDES
PREDADORES
PATÓGENOS



LIBERAÇÃO
INUNDATIVA



PARASITOIDES
PREDADORES
PATÓGENOS



BACTÉRIAS
FUNGOS
VÍRUS

FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS

No Brasil, as primeiras referências sobre organismos entomopatogênicos sobre pragas, têm registros em 1920 e os primeiros estudos em 1932. Mais precisamente na década de 1960, o controle biológico passou a ter programas de pesquisa científica e em 2008 foi registrado o primeiro fungicida biológico.

Os fungos patógenos de insetos, ou entomopatogênicos, têm sido bastante estudados e já foram constatados em mais de 20 gêneros causando ou enzootia ou epizootia sobre pragas de importância agrícola.

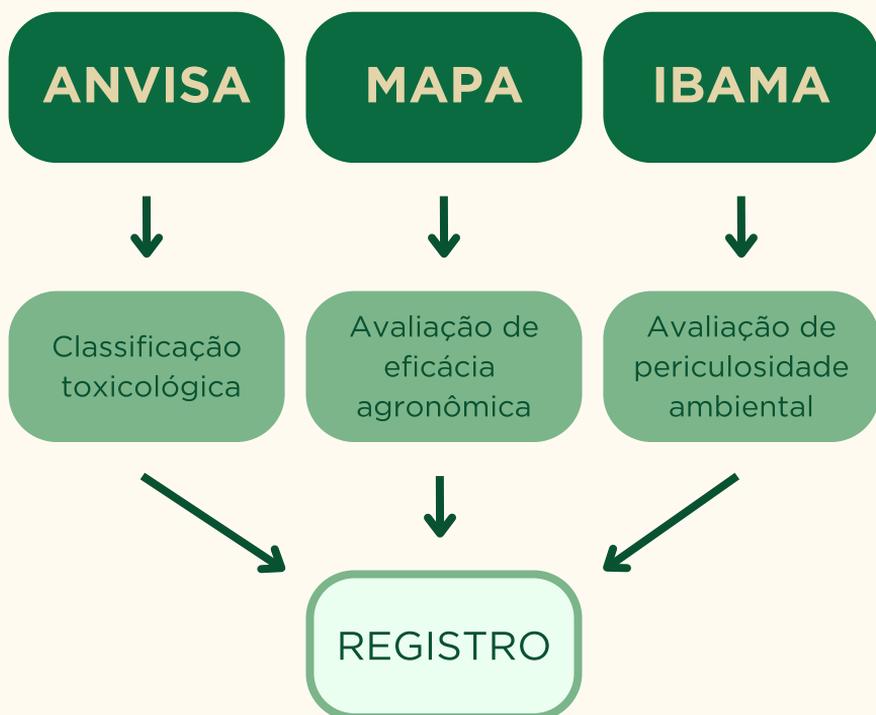
Enzootia: doença que ocorre com frequência em determinada comunidade, porém apresenta somente um pequeno número de casos.

Epizootia: é um evento em que uma doença se espalha rapidamente entre uma população, causando um aumento anormal nas taxas de morbidade e mortalidade dentro da população afetada.



Entre os organismos usados no controle biológico, os fungos entomopatogênicos, apesar de terem seu uso já há séculos, estão sendo considerados bioinseticidas de nova geração e da agricultura moderna.

Estão inseridos na Lei 7.802 de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto 4.074 de 04 de janeiro de 2002 e por normativa específica. Apesar dos fungos entomopatogênicos serem considerados promissores no controle biológico, ainda são enquadrados na legislação dos inseticidas químicos. É um longo caminho para conseguir um registro de um bioproduto. Em geral, a produção de microorganismos tem sido feita por grandes empresas, enquanto a de macroorganismos por pequenos produtores.



Um dos agentes microbiológicos de controle mais estudado é o famoso fungo *Beauveria bassiana*. As primeiras pesquisas foram realizadas por Agostino Bassi, cuja intenção era descobrir as origens da doença ‘muscardina’ que atacava o bicho-da-seda (*Bombyx mori*).



Agostino Bassi

Após muitos experimentos, Bassi percebeu que a doença era causada por fungos que podiam passar de carcaças infectadas para insetos vivos. Sua hipótese foi reforçada após estudos de Giuseppe Balsamo-Crivelli que, com mais alguns resultados de pesquisas da época, foi o primeiro caso de constatação da causalidade entre o microorganismo e a doença.

Bicho-da-seda



Criação



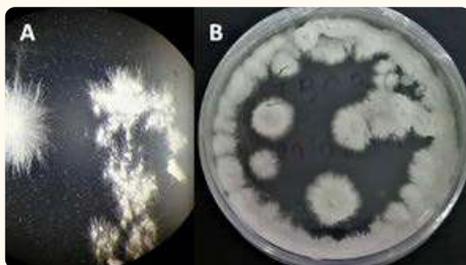
1: Bicho-da-seda adulto. Fonte: adaptado de: <https://segredosdomundo.r7.com/bicho-da-seda/>

2: Criação de bicho-da-seda. Fonte: adaptado de: <https://www.canalrural.com.br/diversos/agricultura-familiar-impulsiona-producao-seda-68126/>

O fungo *Beauveria bassiana* tem, em geral, coloração branca podendo variar para amarelado e textura de algodão. É cosmopolita e seu habitat natural é o solo. Como agente de controle biológico, é altamente eficaz graças à sua patogenicidade, pois uma vez instalada no hospedeiro certamente este morrerá.

O isolado IBCB66 de *Beauveria bassiana*, que é uma das cepas mais utilizadas em bioprodutos existentes no mercado, pertence à Coleção de Fungos Entomopatogênicos “Oldemar Cardim Abreu” do CAPSA – Centro Avançado de P&D em Sanidade Agropecuária do Instituto Biológico, Campinas – SP.

A coleção é reconhecida como fiel depositária pelo CGEN/MMA. A cepa é registrada como produto fitossanitário para uso na agricultura orgânica.



Colônias de IBCB66 vista sob estereomicroscópio em aumento de 16 vezes - A: colônias após 24 horas; B: colônias após 7 dias. Fonte: Pereira, 2019.

Outros exemplos de sucesso do uso do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* no controle de pragas de importância agrícola:

O besouro *Hypothenemus hampei*, a broca-do-café



Broca infectada por IBCB66
Fonte: Pereira, 2019



M. hemipterus infectado por IBCB66
Fonte: Pereira, 2019

O besouro *Metamasius hemipterus*, broca-do-coqueiro e que também pode atacar a cana-de-açúcar

Outro fungo entomopatogênico também muito estudado e utilizado é *Metarhizium anisopliae*. Ele tem um grande potencial para o controle biológico e é utilizado com sucesso no controle de pragas. Exemplos clássicos são o uso no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar (*Mahanarva fimbriolata*) e da cigarrinha-da-folha (*Mahanarva posticata*), entre outros.

O fungo *Metarhizium anisopliae* tem, em geral, coloração verde e textura esfarelenta. É facilmente encontrado em ambientes naturais. É comum também, encontrá-lo em cultivos de cana de açúcar.



Cepas de *M. anisopliae* Imagem: Pereira, 2023



Imagem adaptada de: cana.com.br



Imagem adaptada de: promip.agr.br

Outros fungos entomopatogênicos também de grande importância no controle de pragas agrícolas são: *Metarhizium rileyi*, *Simplicillium lanosoniveum*, *Cordyceps funosorosea*, *Zoophthora radicans* e *Batkoa apiculata*.

A maneira de atuação dos fungos entomopatogênicos se dá principalmente por contato, mas também pode ser por ingestão.

Após a fase de adesão, há a posterior produção de enzimas proteolíticas que darão condições ao seu desenvolvimento e infecção do inseto.

Esquema representativo da infecção

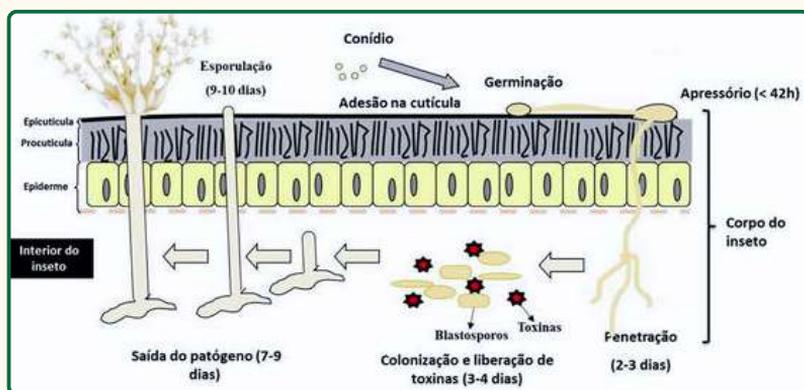


Imagem adaptada de: Mascarin e Jaronksi, 2016.

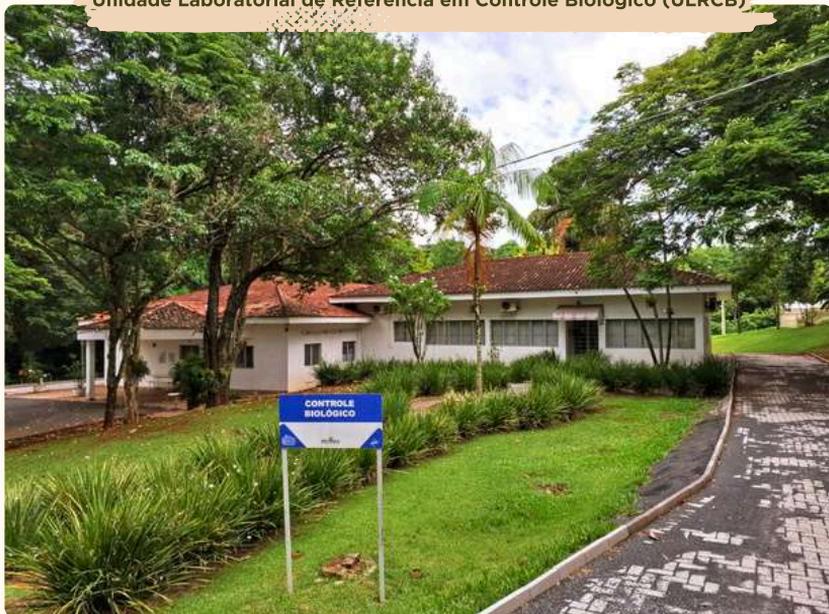
Enzima proteolítica: uma enzima proteolítica é uma proteína especializada que tem a capacidade de quebrar outras proteínas. Ela atua no processo de digestão, decompondo as proteínas em unidades menores, chamadas de aminoácidos. Essas enzimas desempenham um papel crucial no funcionamento do sistema digestivo, ajudando na absorção de nutrientes essenciais pelo organismo.



LABORATÓRIO DE CONTROLE BIOLÓGICO

A Unidade Laboratorial de Referência em Controle Biológico (ULRCB), que faz parte do Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Agropecuária, do Instituto Biológico (IB-APTA), em Campinas, SP, tem mais de meio século de dedicação à pesquisa com controle biológico de pragas da cana-de-açúcar, grãos, frutas e flores. Atualmente, mais de 100 biofábricas utilizam as cepas do IB. Anualmente, a ULR em Controle Biológico promove o Curso de Controle Microbiano de Insetos (Comint) - fungos entomopatogênicos.

Unidade Laboratorial de Referência em Controle Biológico (ULRCB)



Fonte: Oliveira, 2024

ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO

A escolha cuidadosa da espécie de fungo entomopatogênico é crucial para atender a requisitos específicos de controle de pragas. Estirpes selecionadas devem ser virulentas (alta capacidade de matar) contra as pragas-alvo e adaptadas às condições ambientais locais.

ETAPAS

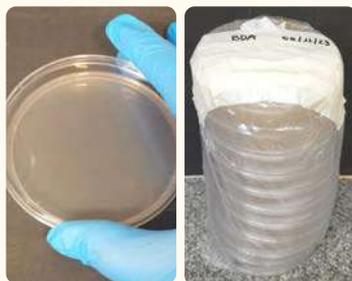
1. Coleta de Amostras

Em ambiente natural, de preferência na área de ocorrência da praga, podem ser coletadas amostras de água, solo, vegetação, ou insetos infectados.

2. Preparação das amostras

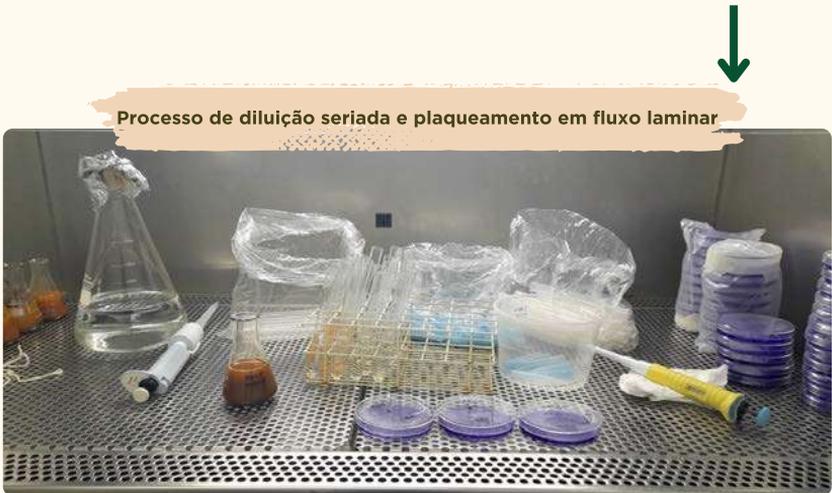
Isolamento direto de insetos ou fragmentos vegetais: tanto os insetos mortos quanto os fragmentos vegetais, devem ser superficialmente desinfestados obedecendo protocolos de desinfestação cabível. Parte da carcaça do inseto ou do fragmento vegetal, devem ser transferidos para meios de cultura, geralmente BDA (batata-dextrose-ágar), para o crescimento seletivo dos fungos.

Placas contendo BDA após preparo e autoclavagem e prontas para uso.



Imagens: Pereira, 2023

Isolamento de solo: as amostras de solo devem ser previamente peneiradas com o objetivo de eliminar pedriscos, folhas, galhos, raízes que por ventura tenham sido coletados junto. Após, passa-se pela pesagem e então a diluição seriada e então colocadas em meios de cultura seletivos para isolamento. A amostra pode ainda ser enriquecida com substratos específicos para estimular o crescimento dos fungos entomopatogênicos antes do isolamento.



Processo de diluição seriada e plaqueamento em fluxo laminar

Imagens: Pereira, 2022

3. Purificação e identificação

Para confirmação exata da espécie do fungo entomopatogênico isolado é indispensável a etapa de purificação e identificação.

Para purificação de um fungo, após as etapas anteriores, deve-se fazer a transferência repetida de colônias isoladas para novas placas de Petri contendo o meio mais apropriado ou mais utilizado para garantir a pureza. Meios mais seletivos podem ser indicados para favorecer o crescimento dos fungos entomopatogênicos de interesse em detrimento de outros microorganismos.

A identificação por análise morfológica pode ser aplicada após o crescimento das colônias. Por meio da avaliação macroscópica é possível identificar: textura, relevo, coloração frente e verso, se há anéis concêntricos ou não, e podem auxiliar na identificação prévia da espécie.

Em seguida, deve-se submeter o material reproduzido fresco para análise molecular, cujas etapas são: extração do DNA (ácido desoxirribonucléico), PCR (reação em cadeia da polimerase) e sequenciamento. Assim pode-se ter certeza da espécie de fungo entomopatogênico isolado.



TÉCNICAS DE PRODUÇÃO

A produção de fungos entomopatogênicos representa uma abordagem inovadora e ecologicamente sustentável no controle de pragas agrícolas. Esses organismos, naturalmente presentes no ambiente, têm a capacidade de infectar e matar insetos, proporcionando uma alternativa eficaz aos pesticidas químicos.

O processo de produção/fermentação de fungos entomopatogênicos pode ser feito por meio sólido, meio semi-sólido e meio líquido. Além disso, existe diferença no rendimento alcançado para as diferentes estruturas como conídios aéreos e blastósporos nas diferentes técnicas de produção

PRODUÇÃO SÓLIDA

Na produção ou fermentação sólida, um substrato adequado, como grãos ou farelo podem ser utilizados. Apesar de vários testes para verificação de maior eficiência na produção dos conídios, o arroz parboilizado, apesar de ser um alimento, ainda é o substrato mais utilizado na produção de fungos entomopatogênicos, pois os resultados ainda são os melhores.

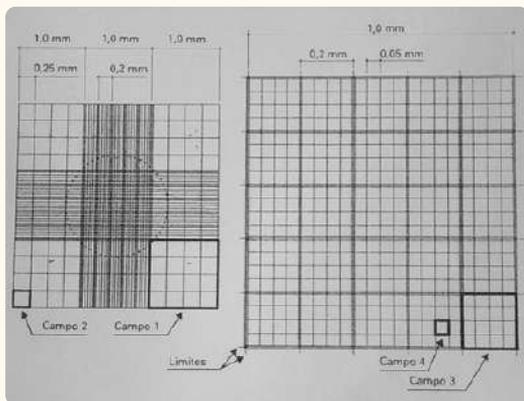
A parboilização é um processo de pré-cozimento do arroz antes de sua trituração e polimento. Esse método envolve três etapas principais: imersão em água (grão ainda com a casca), vaporização (a água do processo anterior é evaporada) e secagem (remoção do excesso de umidade).



Existem diferentes métodos de produção sólida, mas a produção descrita a seguir é uma das mais utilizadas.

ETAPAS

- Colocação do arroz de molho por cerca de 30 minutos ou até que o grão fique com textura emborrachada;
- Após esse tempo, escorrer o arroz e separar porções de aproximadamente 300 gramas em saquinhos de polietileno e fechar por grampeamento;
- Colocar os saquinhos para autoclavar por 30 minutos a 121° C;
- Preparação de suspensão fúngica de interesse, geralmente padronizada em 1×10^8 conídios/mL. Para a padronização é necessária contagem de conídios em câmara de Neubauer sob microscópio de luz em aumento de 400 vezes.



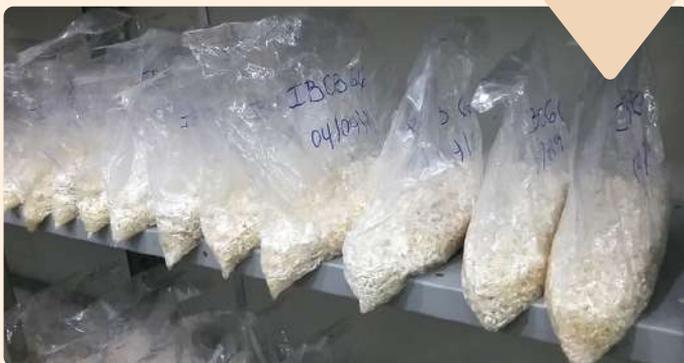
Representação dos campos de contagem em câmara de Neubauer.
Imagem adaptada de Alves e Moraes, 1997, Apud COMINT, 2019.

- Após retirada do arroz da autoclave, deve-se esperar que esteja completamente frio. Somente assim deve-se iniciar o processo de inoculação da suspensão fúngica, sendo recomendado 10 mL para cada saquinho.



Reprodução da cepa IBCB66: A: autoclave; B: sacos de polipropileno com arroz esterilizados em resfriamento; C: preparo da suspensão para inoculação; D: inoculação; E: fermentação em sala climatizada. Fonte: Pereira, 2019.

No destaque figura E



Esta fase pode levar de 10 a 15 dias para que se possa obter uma boa produção de conídios aéreos e, após a retirada dos saquinhos é feito o processo de extração por peneiramento e armazenamento.

PRODUÇÃO SEMI-SÓLIDA

Também conhecida como processo bifásico, essa forma de produção é semelhante ao processo de fermentação sólida, com a diferença de que é utilizado para inoculação meio de cultura já preparado e com as estruturas produzidas de maneira submersa.

ETAPAS

- Seleção do fungo de interesse, raspagem da placa e elaboração e padronização da suspensão;
- Pesagem dos componentes para o meio líquido, autoclavagem e após esfriamento realização da inoculação com a suspensão;
- Colocação dos meios inoculados em agitador orbital por 7 dias;
- Inoculação em meio sólido, geralmente arroz parboilizado pré-cozido e autoclavado;
- Colocação em bandejas ou bacias, em ambiente climatizado e com controle de umidade por 10 dias;
- Após esse período, realização da colheita dos conídios aéreos.

PRODUÇÃO LÍQUIDA

A produção por fermentação líquida de fungos entomopatogênicos pode ser feita de forma superficial ou de maneira submersa. Aqui vamos abordar a segunda forma.

ETAPAS

- Preparação de suspensão fúngica conforme o fungo de interesse;
- Preparação do meio líquido, com componentes de interesse, com atenção para as quantidades de sais e proporção para equilíbrio entre carbono e nitrogênio;
- Inoculação do meio líquido com a suspensão fúngica e colocação para agitação em mesa orbital por até 7 dias;
- Após, pode-se utilizar para produção em biorreatores e escalonamento.

IMPORTANTE!

Após a obtenção dos materiais, para qualquer um dos métodos, é importante fazer testes de viabilidade, pureza e testes de virulência. O objetivo é garantir a qualidade do produto final.



TÉCNICAS DE ARMAZENAGEM

Por meio de algumas técnicas de armazenagem para fungos entomopatogênicos, é possível manter a cepa viável por períodos que vão de meses até anos.

TÉCNICAS

Castellani: utilização de pequenos fragmentos o meio de cultura com a colônia do fungo desejado colocado em endorff e coberto por água esterilizada. Pode ser mantido em temperaturas entre 4° C e -20° C, mantendo boa viabilidade das cepas. A técnica garante a conservação em médio prazo.

Criopreservação: também utilizando fragmento do fungo com parte da colônia, deve-se colocar em tubo criogênico e completar com glicerina a 10% e armazenar de forma gradativa em temperaturas extremamente baixas para que o microorganismo possa ser protegido pelo crioprotetor. Então dispor em nitrogênio líquido ou freezer ultrabaixo (- 80° C). A técnica garante a conservação de longo prazo.

Liofilização: processo de remoção de água por sublimação a vácuo. Nesse caso, é utilizada suspensão fúngica de interesse. O processo resulta em uma forma desidratada e estável dos fungos para armazenamento. A técnica garante a conservação de longo prazo.

Armazenamento em meios sólidos: crescimento e conservação dos fungos em meio de cultura sólido como por exemplo o BDA (batata-dextrose-ágar). Isolamento periódico para manutenção da viabilidade. A técnica garante a conservação em curto prazo.

CONCEITOS BÁSICOS DE ESTERILIZAÇÃO, DESINFECÇÃO, DESINFESTAÇÃO E ASSEPSIA

A aplicação rigorosa de técnicas de esterilização, desinfecção e assepsia na microbiologia de fungos entomopatogênicos é fundamental para garantir a pureza dos cultivos, a confiabilidade dos dados experimentais e a eficácia dos produtos desenvolvidos para o controle biológico de insetos pragas. Essas práticas são essenciais para avanços consistentes na pesquisa e aplicação prática desses agentes de controle biológico.

CONCEITOS

Esterilização: tem por objetivo garantir a ausência total de microorganismos indesejáveis. Consiste na eliminação ou destruição completa de todas as formas microbianas, incluindo esporos.

Desinfecção: tem por objetivo eliminar ou inativar patógenos, mas não necessariamente todos os microorganismos. Proporciona redução significativa do número de microorganismos patogênicos.

Desinfestação: é o processo de controle ou eliminação de agentes patogênicos em determinado ambiente. Envolve a aplicação de métodos e técnicas para reduzir microrganismos ou outros organismos nocivos. Os métodos de desinfestação podem incluir o uso de produtos químicos, agentes biológicos, controle físico, medidas preventivas e práticas de higiene.

Assepsia: tem por objetivo prevenir a introdução de microrganismos em um ambiente estéril e evitar a contaminação de áreas ou superfícies. Os métodos mais comuns e mais importantes para a assepsia são: lavagem das mãos e o uso de antissépticos.

IMPORTANTE!

Para qualquer etapa, seja do isolamento, da produção ou do envase dos fungos entomopatogênicos, é crucial atenção com todos os equipamentos e procedimentos e a utilização das técnicas de esterilização, desinfecção, desinfestação e assepsia.



VANTAGENS

Nos últimos anos, o controle biológico tem aumentado cerca de 15% ao ano. E a previsão feita por pesquisadores da área é de que essa estimativa vai aumentar. Vamos conhecer algumas delas:

Sustentabilidade Ambiental:

Reduz a necessidade de produtos químicos tóxicos; minimiza a poluição do solo e da água; preserva a biodiversidade, pois não deixa resíduos

Segurança alimentar:

Evita resíduos químicos nos alimentos; contribui para a produção de alimentos mais saudáveis.

Resistência a pragas:

Diminui o risco de desenvolvimento de resistência por pragas; estimula a evolução de sistemas naturais de defesa.





Eficácia a Longo Prazo:

Aborda as causas subjacentes das infestações estabelecendo um equilíbrio natural, reduzindo o retorno de pragas e contribuindo para a preservação de Inimigos Naturais e o equilíbrio do ecossistema.

Conformidade com Regulamentações:

Atende aos padrões ambientais e regulamentações mais rigorosos; contribui para práticas agrícolas sustentáveis, como as adaptações para práticas da agricultura orgânica para exportação.

Economia Financeira:

Reduz custos associados à compra e aplicação de pesticidas; minimiza perdas de culturas devido à infestações; aumenta a aceitação dos produtos no mercado.

DESAFIOS

Apesar do alto potencial do uso do controle biológico, existem desafios a serem vencidos:

Tempo de Implementação:

Pode exigir mais tempo para resultados efetivos; processo gradual de estabelecimento de equilíbrio biológico.

Dependência de condições ambientais:

A eficiência pode variar com condições climáticas e sazonais de cada local.

Complexidade do Ecossistema:

Identificar e manter equilíbrio entre espécies é desafiador. Requer compreensão detalhada das interações biológicas e do microbioma.

Resistência de Culturas Sensíveis:

Algumas culturas podem ser mais suscetíveis a danos. Desafios em encontrar métodos eficazes para proteção.





Aceitação:

Por questões culturais, consumidores podem não estar familiarizados ou confiantes em consumir produtos tratados com organismos vivos.

Custo Inicial:

O investimento inicial pode ser mais alto. O que pode levar o produtor a desistir antes de obter o resultado.

Educação e Treinamento:

Agricultores precisam de conhecimento específico e isso requer esforços para promover a adoção e treinamento adequado de colaboradores.

Ajuste na legislação atual:

Apesar de alguns avanços na legislação, os produtos biológicos ainda são regidos pela mesma legislação dos produtos químicos. Isso precisa mudar!

OPORTUNIDADES

Parcerias Estratégicas:

Colaborações entre empresas de biotecnologia e agricultores. Oportunidades para fornecedores de agentes de controle biológico.

Certificações de sustentabilidade:

Acesso a mercados certificados com práticas sustentáveis. O que leva ao aumento do valor percebido para produtos certificados.

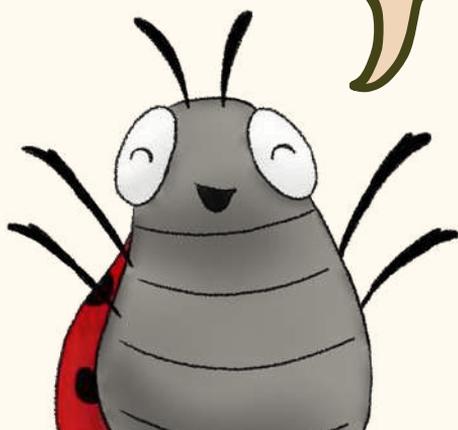
Educação e consultoria:

Crescimento da demanda por consultores em controle biológico. Oportunidades educacionais para agricultores.

O controle biológico de pragas agrícolas, com o uso de bioinseticidas, é uma alternativa de proteção às mais diversas culturas e segura para o meio ambiente.

Assim, as pesquisas nesse campo são importantes para garantir a produção de alimentos com menos agroquímicos.

Continue lendo para aprender mais sobre o maravilhoso universo do controle biológico!



REFERÊNCIAS

ABCBIO, Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico. A biodefesa na agricultura brasileira. Disponível em: <<http://www.abcbio.org.br/abcbioa-biodefesa-na-agricultura-brasileira/>>. Acesso em: 18 de jul. 2019.

ABCBIO, Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico. Startup de fungos e bactérias recebe R\$6 milhões. Disponível em: <<http://www.abcbio.org.br/conteudo/noticias/startup-de-fungos-e-bacterias-recebe-r6-milhoes/>>. Acesso em: 18 de jun. 2018.

ABIC, Associação Brasileira da Indústria de Café. CNA alerta produtores de café sobre monitoramento de lavoura contra a broca. Disponível em: <<http://abic.com.br/cna-alerta-produtores-de-cafe-sobre-monitoramento-de-lavouras-contrabroca/>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

AGROFIT, Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Consulta de pragas, doenças e produtos indicados. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 18 jul. 2019.

ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A. Controle Biológico da Cigarrinha-da-Raiz da Cana-de-Açúcar com o Fungo *Metarhizium anisopliae*. Boletim Técnico do Instituto Biológico, n.16, São Paulo: Instituto Biológico, 2006, 19 p.

ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: Controle Microbiano de Insetos, Alves, S.B. (ed). FEALQ, Piracicaba, SP, p. 289-381. 1998.

ALVES, S.B. Patologia e controle microbiano: vantagens e desvantagens. In: ALVES, S.B. (Ed.). Controle microbiano de insetos. São Paulo: FEALQ, 1998a. 1163p. p.21-37.

ALVES, S. B. Perspectivas para a utilização de fungos entomopatogênico no controle de pragas no Brasil. Pesquisa agropecuária, Brasília, 27, S/N; 77- 86, abril, 1992.

APqCNOTÍCIAS, Pesquisador do IB comenta o crescimento do controle biológico na agricultura brasileira. Disponível em: <<https://apqcnoticias.com/s=Dr.+Jos%C3%A9+Eduardo+Marcondes+de+Almeida+>>. Visualizado em: 14 maio 2019.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Índice Monográfico B40 *Beauveria bassiana*. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/B40%2B%2BBeauveria%2BBassiana.pdf/7f3b672d-bd3e-4628-95dd-3b905bcb6569>>. Acesso em 25 jun. 2019.

BATISTA-FILHO, A. Inimigos Naturais – Fungos Entomopatogênicos. Guia de Sanidade Vegetal.16/04/2016 Disponível em:< http://www.sica.bio.br/guiabiologico/busca_inimigos_resultado_ok.php?l=9&Vl=11&busca=Fungos%20Entomopatog%C3%AAnico>. Acesso em: 16 maio 2019.

APqCNOTÍCIAS, Pesquisador do IB comenta o crescimento do controle biológico na agricultura brasileira. Disponível em: <<https://apqcnoticias.com/s=Dr.+Jos%C3%A9+Eduardo+Marcondes+de+Almeida+>>. Visualizado em: 14 maio 2019.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Índice Monográfico B40 Beauveria bassiana. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/B40%2B%2BBeauveria%2BBassiana.pdf/7f3b672d-bd3e-4628-95dd-3b905bcb6569>>. Acesso em 25 jun. 2019.

BATISTA-FILHO, A. Inimigos Naturais – Fungos Entomopatogênicos. Guia de Sanidade Vegetal.16/04/2016 Disponível em: < http://www.sica.bio.br/guiabiologico/busca_inimigos_resultado_ok.phpId=9&Vt=11&busca=Fungos%20Entomopatog%C3%AAAnico s>. Acesso em: 16 maio 2019.

BOLETIM TÉCNICO DO INSTITUTO BIOLÓGICO. Controle Biológico da Cigarrinha-da-raiz da Cana-de-açúcar com o Fungo Metarhizium anisopliae. n.16, São Paulo; Instituto Biológico, 2006, p 1-19.

BOLETIM TÉCNICO DO INSTITUTO BIOLÓGICO. Manejo de Pragas de Pastagens. n.21, São Paulo; Instituto Biológico, 2007, p 1-25.

BORSARI, A. P.; CLAUDINO, M. Biodefensivos: Mercado e percepção do produtor brasileiro. Agroanalysis, 32 – 37p., 2018. Disponível em: <[file:///C:/Users/gesta/Downloads/agroanalysis_abcbio%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/gesta/Downloads/agroanalysis_abcbio%20(3).pdf)>. Visualizado em: 10 jan. 2020. <https://periodicos.fgv.br/agroanalysis/article/view/79522/76088>, acesso em 20 out. 2023.

DALZOTO, P. R.; UHRY, K. F. Controle Biológico de Pragas no Brasil, por meio de Beauveria bassiana(BALS.) VUILL. Biológico, São Paulo, v.71, n.1, p.37-41, 2009.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Brasil é líder mundial em controle biológico. Pesquisa, desenvolvimento e Inovação. Manejo Integrado de Pragas,2019. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46366490/brasil-e-lider-mundial-em-tecnologias-de-controle-biologico>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

EMBRAPA NOTÍCIAS, Controle biológico: ciência a serviço da sustentabilidade. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16154268/control-biologico-ciencia-a-servico-da-sustentabilidade>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Boletim de Pesquisas e Desenvolvimento 03. Produção Massal de Fungos Entomopatogênicos I, Beauveria bassiana (Vuill). Disponível em: < http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2003/BP03.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2019. ISSN: 1678-1961, 2004.

FILHO, M. Michereff et al. MICOINSETICIDAS E MICOACARICIDAS NO BRASIL: COMO ESTAMOS APÓS QUATRO DÉCADAS?. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v. 76, n. 4, p. 769-779, 2009.

EMBRAPA NOTÍCIAS, Controle biológico: ciência a serviço da sustentabilidade. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16154268/control-e-biologico-ciencia-a-servico-da-sustentabilidade>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Boletim de Pesquisas e Desenvolvimento 03. Produção Massal de Fungos Entomopatogênicos I, *Beauveria bassiana* (Vuill). Disponível em: < http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2003/BPO3.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2019. ISSN: 1678-1961, 2004.

FILHO, M. Michereff et al. MICOINSETICIDAS E MICOACARICIDAS NO BRASIL: COMO ESTAMOS APÓS QUATRO DÉCADAS?. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v. 76, n. 4, p. 769-779, 2009.

LEITE et al., Produção de Fungos Entomopatogênicos. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2003. 92p. il.

PARRA, J. R. P.; et al. Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores. [Ed. Parra et al.]. São Paulo: Manole, 2002. 635p.

PARRA, J. R. P., Controle Biológico no Brasil: ficção ou realidade? In: Simpósio Científico sobre Oceanografia e Defesa Sanitária Animal e Vegetal. São Paulo, 2011. FAPESP, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.fapesp.br/eventos/2011/09/bunge/Jose_Roberto.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2019.

PARRA, J. R. P., Situação do Controle Biológico no Brasil. Disponível em: http://www.fapesp.br/eventos/2016/02/cb/Jose_Roberto.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2018.

SILVA, A. B.; BRITO, J. M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. Agrotec. ISSN 0100-7467 V.36: 248-258, 2015.



SOBRE OS AUTORES



Raquel Moraes Costa Pereira

Doutora em Sanidade e Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio - Instituto Biológico de São Paulo - 2024; Mestre em Sanidade e Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio - Instituto Biológico de São Paulo - 2020; Bacharel em Ciências Biológicas - Universidade Nove de Julho - 2017; Graduada em Gestão Ambiental - Faculdades Metropolitanas Unidas - 2007. Foco em microbiologia de fungos entomopatogênicos e bioprocessos para controle biológico.



José Eduardo Marcondes de Almeida

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (1990), mestrado em Entomologia pela Universidade de São Paulo (1994) e doutorado em Entomologia pela Universidade de São Paulo (1998). Desde 1998 é pesquisador científico do Instituto Biológico, atuando principalmente nos seguintes temas: controle biológico, controle microbiano, fungos entomopatogênicos, produção e formulação de bioinseticidas a base de fungos entomopatogênicos. Atua como assessor técnico para desenvolvimento de biofábricas para a produção de bioinseticidas a base de fungos, tendo atuado em 118 empresas no Brasil.



Ana Cecília Oliveira

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), onde também completou sua graduação em Artes Visuais, com habilitação em Bacharelado e Licenciatura (2022 e 2023, respectivamente). Em seus trabalhos artísticos, concentra-se principalmente na ilustração infantil e na criação de livros de artista, sendo coautora e ilustradora do livro "Procurando Nemas".

Os fungos são microrganismos encontrados na natureza e possuem grande utilidade para o ser humano, e a aplicação para o controle biológico de pragas ainda é um dos usos a serem estudados e melhorados.

Por isso, a pesquisa e a inovação nesse segmento dos bioinsumos no Brasil é tão importante e abre novas linhas de trabalho para agrônomos, biólogos, químicos, farmacêuticos ou mesmo para agricultores.

Você também pode aprender mais sobre esses microrganismos na companhia da Dra. Joana Coccinela e se apaixonar por essa área tão importante para a agricultura brasileira, regenerativa e sustentável.



Secretaria de
Agricultura e Abastecimento



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO SÃO TODOS