



Uso responsável de produtos biológicos na cafeicultura

Edição especial - Ano 2022

INICIATIVA:



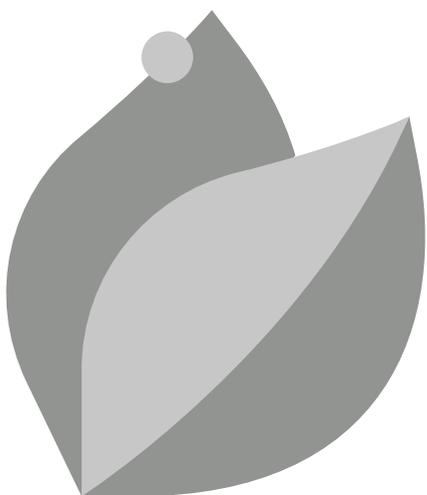
PARCERIA:





Uso responsável de produtos biológicos na cafeicultura

Monte Carmelo - MG
Setembro de 2022



Uso responsável de produtos biológicos na cafeicultura

COORDENAÇÃO: Regis Damasio Salles e Vanessa Andaló

DIAGRAMAÇÃO: Dois Comunicação e Tecnologia

IMPRESSÃO: Gráfica Côrtes

ISBN nº 978-65-86084-59-7

AUTORES

Ana Carolina Silva Siquieroli
André Luiz Firmino
Bruno Sérgio Vieira
Cleyton Batista de Alvarenga
Dalilia Ambrosia Ramos
Daniele Ruela Mendes
Edson Aparecido dos Santos
Gilberto de Oliveira Mendes
Gleice Aparecida de Assis
Gustavo de Souza Marques Mundim
Larissa Lara Rocha
Letícia Gonçalves do Nascimento
Lucas Silva de Faria
Marco Iony dos Santos Fernandes
Patrick Vieira Silva
Paula Cristina Natalino Rinaldi
Pedro Guilherme Martins Rodrigues
Renan Zampiróli
Vanessa Andaló
Wedisson Oliveira Santos
Werik Pereira Dias



SUMÁRIO

Prefácio	09
1. O que é um insumo biológico?	10
2. Que organismos podem ser usados como insumo biológico?	12
3. De onde vêm os organismos que estão no produto biológico?	14
4. Biológico funciona?	16
5. Dá para usar insumo biológico na cafeicultura?	18
6. Dá para fabricar insumo biológico na fazenda?	20
7. Quais os cuidados para usar um produto biológico?	24
8. Biológico funciona da mesma forma que químico?	28
9. Fungos e bactérias podem ajudar no crescimento de plantas?	32
10. Como fungos controlam nematoides?	36
11. Como bactérias controlam nematoides?	40
12. Um produto biológico controla qualquer doença?	42
13. Fungos e bactérias controlam insetos?	44
14. Existem produtos com vírus e nematoides para controle de insetos?	48
15. Viabilidade de calda armazenada de produtos biológicos	52
16. Quem são os insetos predadores?	56
17. Como agem os parasitoides no controle de pragas?	58
18. Em quais condições do ambiente posso aplicar um biológico?	62
19. Mistura em tanque entre produto biológico e químico	64
20. Preciso de receita para usar um produto biológico?	68
21. O produto biológico tem que ser registrado para a cultura e para o alvo de controle?	70
22. Tecnologia de aplicação para produtos biológicos por via líquida	72
23. Controle de plantas daninhas	76
24. Remineralizadores na cafeicultura	78
25. Microbiologia do solo	82
26. Cuidados e riscos na produção e manipulação dos bioinsumos	84
Referências	88



PREFÁCIO

Buscando sempre fortalecer a produção responsável de cafés diferenciados, a monteCCer criou o Programa **Uso responsável de produtos biológicos na cafeicultura**, cujo objetivo é incentivar o estudo e o uso racional de fertilizantes químicos aliado à tecnologia dos insumos biológicos no controle de pragas e doenças e na melhoria da fertilidade do solo, sem riscos ao meio ambiente. No desenvolvimento desse Programa, a monteCCer contou com a valiosa parceria da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Campus Monte Carmelo e, dessa parceria, surgiu esta cartilha.

Todo o conteúdo aqui apresentado foi elaborado por professores do Instituto de Ciências Agrárias e do Instituto de Biotecnologia da UFU, especialistas no assunto, que se preocuparam com uma abordagem didática tendo em vista a divulgação inicial no formato de postagens nas redes sociais da monteCCer e o interesse em atingir um público amplo. Agora reunido, esse conteúdo compõe essa cartilha que traz o que há de mais atual em pesquisas desenvolvidas na área de biológicos numa linguagem acessível e clara.

Deixamos aqui o nosso agradecimento e reconhecimento pelo inédito trabalho aos professores da UFU – Ana Carolina Silva Siquieroli, André Luiz Firmino, Bruno Sérgio Vieira, Cleyton Batista de Alvarenga, Edson Aparecido dos Santos, Gilberto de Oliveira Mendes, Gleice Aparecida de Assis, Paula Cristina Natalino Rinaldi, Vanessa Andaló, Wedisson Oliveira Santos; aos apoiadores – Volcafé e Tim Hortons; e ao Conselho Administrativo da monteCCer.

Desejamos que, onde quer que chegue esse rico material – nas fazendas ou nas cadeiras acadêmicas, que seja feito bom proveito.

Novos tempos exigem novos paradigmas.

Francisco Sérgio de Assis
Presidente da monteCCer

Regis Damasio Salles
Diretor da monteCCer

1. O que são insumos biológicos?

 **Produtos, processos e tecnologias de origem microbiana, vegetal ou animal** destinados ao uso na produção agrícola (Decreto 10375/2020);

 **Utilizados no controle de pragas e doenças**, melhoria da fertilidade do solo e promoção de crescimento vegetal;

 **Também conhecidos como produtos biológicos, bioinsumos ou, simplesmente, biológicos**, incluem inoculantes, biodefensivos e condicionadores de solo;

 **Apresentam baixo risco ao ambiente e aos humanos**, além de serem completamente biodegradáveis;

 **Propiciam práticas agrícolas sustentáveis e ecologicamente corretas**, gerando produtos saudáveis para a sociedade.

2. Quais organismos podem ser usados como insumos biológicos?

Considerados como alternativa de alto potencial para a agricultura devido sua eficiência e sustentabilidade.

MACROBIOLÓGICOS

- Insetos parasitoides
- Insetos e ácaros predadores

MICROBIOLÓGICOS

- Fungos, vírus, bactérias e nematoides para controle de pragas e doenças

Parasitoides

Os parasitoides necessitam de um hospedeiro para completar seu ciclo de vida. Podem parasitar diferentes fases de desenvolvimento da praga.

Exemplos: Famílias de Hymenoptera e Diptera.



Predadores

Os predadores apresentam comportamento predatório em diferentes fases do seu ciclo de vida. Necessitam de uma determinada quantidade de presas para se desenvolverem até a fase adulta.

Fungos, vírus, bactérias e nematoides entomopatogênicos

São agentes microbiológicos de controle (AMCs) e têm se mostrado seguros em relação a seus possíveis efeitos sobre o homem e outros organismos não alvos do ambiente.

Em 2020 o Mapa concedeu o registro de 95 defensivos de controle biológico

- 15 registros são compostos por microrganismos como a *Beauveria bassiana*, *Trichoderma asperellum*, *Clonostachys rosea* e *Metarhizium anisopliae*.
- 4 são produtos contendo pequenas vespas parasitoides de pragas (*Habrobracon hebetor*, *Telenomus podisi*, *Trichogramma galloi*)

3. De onde vêm os organismos que estão no produto biológico?

Os organismos que estão presentes nos produtos biológicos são encontrados naturalmente na rizosfera das plantas, no solo e também a partir de insetos colonizados pelos microrganismos.

Após o isolamento e identificação do organismo, são realizadas pesquisas atendendo a legislação vigente para o estabelecimento de protocolo e avaliações *in vitro*, formulação do produto, testes agronômicos e registro do produto comercial.



Hypothenemus hampei infectada com *Beauveria bassiana* (A) e fruto com a broca-do-café infectada pelo fungo.
Fonte: Jéssyca Gonçalves Duarte (2018).



Para que um produto biológico seja registrado, é necessário que o mesmo atenda às normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Na Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo, isolados de *Bacillus* spp. encontrados em solos de Cerrado estão sendo testados em pesquisas relacionadas ao manejo de nematoides no cafeeiro e contra mancha aureolada (*Pseudomonas syringae* pv. *garcae*), havendo grande potencial desses isolados para a futura produção de um produto biológico comercial.



Isolados de *Bacillus* spp. da coleção de bactérias do Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia (LAMIF) da UFU/Monte Carmelo.
Fonte: Bruno Sérgio Vieira (2021).

4. Insumo biológico funciona?

Sim!

É o que confirmam pesquisas nacionais e internacionais.

Pesquisa realizada em 2019¹ na **Universidade Federal de Uberlândia (UFU)**, Campus Monte Carmelo, demonstrou que isolados de *Bacillus* spp. reduziram em mais de **80%** a severidade da mancha aureolada em mudas de cafeeiro mantidas em casa de vegetação.

1 Fabrício Júnio e Silva; Bruno Sérgio Vieira; Ana Carolina Silva Siquieroli (2019). Científica, 47(4), 364-370. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2019v47n4p364-370>

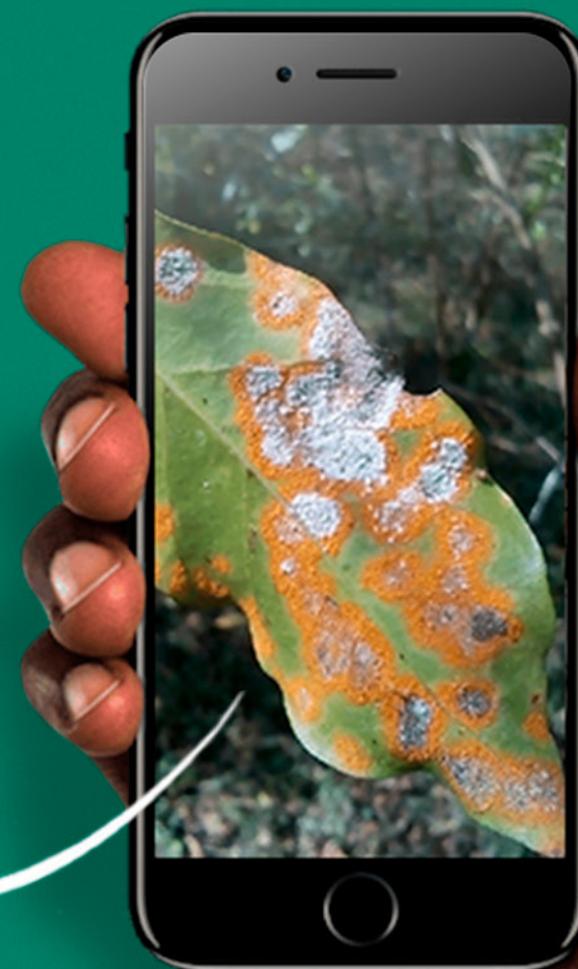
Outro estudo da UFU, Campus Monte Carmelo, realizado em 2020², demonstrou haver interação entre o fungo *Beauveria bassiana* e o nematoide entomopatogênico *Heterorhabditis amazonensis* no controle da broca-do-café; ocasionando mortalidade em larvas e adultos dos insetos.

2 Igor Bitencourt Lima Moreira; Vanessa Andaló; Gleice Aparecida de Assis; Lucas Silva de Faria; Fabio Janoni Carvalho; Renan Zampiroli (2020). Coffee Science, 15, 1-9. <https://doi.org/10.25186/v15i.1779>

E uma pesquisa realizada na Etiópia (centro de origem do café arábica) em 2021³, apresentou o potencial do fungo hiperparasita *Lecanicillium lecanii* para reduzir a disseminação da ferrugem na transição da estação chuvosa para a seca, quando a incidência e severidade da ferrugem estaria em seu pico.

3 Beyene Zewdie; Ayco J.M. Tack; Biruk Ayalew; Girma Adugna; Sileshi Nemomissa; Kristoffer Hylander (2021). Agriculture, Ecosystems & Environment, 311, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107297>

A ferrugem do cafeeiro, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, (esporos laranja) e o fungo hiperparasita *Lecanicillium lecanii* (esporos brancos) (Zewdie et al., 2021).



5. Dá para usar insumo biológico na cafeicultura?

A busca dos cafeicultores por uma produção cada vez mais responsável tem impulsionado o uso de insumos biológicos no processo produtivo. Diversas vantagens são atribuídas ao uso de produtos biológicos como:

- preservação dos inimigos naturais;
- não induz resistência;
- valorização do café, principalmente no mercado externo que tem procura crescente por produtos com baixa aplicação de químicos.



Cuidados com o uso de biológicos:

- aplicação dependente das condições ambientais;
- a armazenagem dos insumos biológicos requer cuidados especiais;
- quantidade e qualidade do macro ou microrganismo utilizado.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - Mapa. Governo Federal. Programa Nacional de Bioinsumos é lançado e vai impulsionar uso de recursos biológicos na agropecuária. 2020. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/programa-nacional-de-bioinsumos-e-lancado-e-vai-impulsionar-uso-de-recursos-biologicos-na-agropecuaria-brasileira>. Acesso em: 17 mar. 2021.

No ano de 2020, houve o registro de 95 produtos fitossanitários biológicos no Brasil. Atualmente existem 265 produtos biológicos registrados, entre bioinseticidas, biofungicidas, bioacaridas e bioformicidas.

Na cafeicultura, existem casos de sucesso da aplicação de insumos biológicos no controle de pragas e doenças, a exemplo da ação de *Beauveria bassiana* na broca-do-café e cochonilha-da-roseta e de *Trichoderma harzianum* no controle de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani*.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - Mapa. Governo Federal. Mapa registra recorde de 95 defensivos de controle biológico em 2020. 2021. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/Mapa-registra-recorde-de-95-defensivos-biologicos-em-2020>. Acesso em: 17 mar. 2021.



6. Dá para fabricar insumos biológicos na fazenda?

› **Sim!** É possível a "produção *on farm*" desde que a propriedade tenha infraestrutura adequada e mão de obra qualificada.

A produção de microrganismos utilizados no controle de pragas e doenças na própria fazenda pode reduzir custo e facilitar o acesso aos produtos.



Exemplos de microrganismos produzidos dentro das fazendas:

- Bactérias do gênero *Bacillus* para o controle de doenças fúngicas, bacterioses e nematoides.
Fonte: Prof. Bruno Sérgio Vieira (2021)
- Espécies do fungo *Trichoderma spp.* – utilizadas como agentes de controle biológico de patógenos de raízes. Atuam também como promotores de crescimento de plantas.
Fonte: <https://estoessagricultura.com/>



Riscos e problemas possíveis observados na produção de biológicos na fazenda:

- contaminações tornam o produto inadequado para uso como biopesticida. Pode apresentar risco de contaminação para humanos e animais;



- concentração inadequada de propágulos interfere nos resultados de controle, reduzindo a eficácia de ação dos agentes biológicos, além de interferir em questões logísticas e de aplicação.
- produção inadequada de propágulos – Ex.: existem condições específicas de fermentação para produção de esporos de resistência e metabólitos de *Bacillus subtilis*.

Produção de *Trichoderma*: uma experiência *on farm* no Laboratório de Biológicos - Condomínio em Mineiro - Goiás

É possível!

Santos, J.C.S, Aguilera,
J.G, Vian, R., Santos, C. S.
O., Barbosa, A. 2018



PRODUÇÃO TRICHODEMA

https://producaotrichodermaasperellum

Palavras-chave: controle biológico, produtividade, fungos

Introdução

O uso de fungos entomopatogênicos tem proporcionado grandes ganhos no controle de doenças do solo e foliares para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em várias regiões do Brasil. Dentre estes, as espécies pertencentes ao gênero *Trichoderma* são amplamente empregadas por sua maior plasticidade de adaptação, pelo maior espectro e estímulo no desenvolvimento das plantas. A produção "on farm" é um desafio que os produtores tentam superar, principalmente pela necessidade de mão-de-obra qualificada e infraestrutura adequada, que permita a obtenção de uma produção com o máximo de qualidade e controle em todas as fases do processo. Neste trabalho, é apresentada uma experiência de sucesso na produção de *Trichoderma asperellum* em uma fazenda no município de Mineiros, Goiás.

Relato da Experiência de Sucesso

A produção de *Trichoderma* na Fazenda Sella teve início após o Curso de Produção "on farm" ministrado nos anos de 2016 e 2018, o qual forneceu as primeiras noções do que seria necessário para que se conseguisse realizar a produção na fazenda, melhorando o processo a partir das informações obtidas no curso, as quais foram complementadas pelas experiências de outros produtores, em especial os relatos da Paraíba-PA e de Rio Verde-GO. O aumento das experiências no controle de estas fungos

Conclusões - Recomendações

A produção "on farm" de *Trichoderma* é possível, mas necessita da preparação de pessoal especializado e uma constante adaptação no

Figura 1. Processo de produção do Fungo *Trichoderma asperellum*. A: inoculação do fungo em arroz; B: arroz inoculado com o fungo; C: sala de crescimento; D: arroz com *T. asperellum*.

7. Quais os cuidados para usar um produto biológico?

Os produtos biológicos são regulamentados pela Lei de agrotóxicos e por decretos e especificações de referências para essa classe de defensivos. Em 2020, foi criado o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) pelo decreto N° 10.375.

O PNB objetiva melhorar a regularização de produtos de origem biológica, assim como ampliar a oferta, o acesso e incentivar a adoção e uso correto.

A regulamentação busca garantir a padronização dos produtos desenvolvidos e conseqüentemente, sua qualidade e eficiência.

Atos normativos possibilitaram o registro dos produtos por alvo biológico e, uma vez registrados, podem ser utilizados em qualquer cultura na qual a praga esteja presente.



AQUISIÇÃO



- Avalia a eficiência e praticabilidade agrônômica para o controle de determinada praga;
- Avalia a toxicidade ao ser humano;
- Avalia a periculosidade aos recursos naturais.

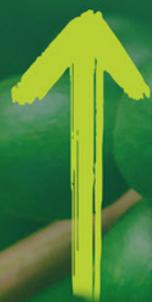
ARMAZENAMENTO

O armazenamento correto dos produtos biológicos é muito importante para garantir sua eficácia, já que se trata de organismos vivos. Deve-se evitar a exposição ao sol e a altas temperaturas. Durante o transporte dos produtos biológicos a atenção deve ser redobrada.



MONITORAMENTO

Antes das aplicações dos produtos biológicos é necessário o monitoramento da praga ou doença para que se saiba a hora correta de aplicar o produto. A aplicação é recomendada quando atingir o nível de controle, antes de causar prejuízo econômico.



APLICAÇÃO

Na aplicação de um produto biológico deve-se utilizar:

- **o produto de alta qualidade.**
Naqueles à base de fungos ou bactérias a viabilidade recomendada deve, geralmente, estar acima de 80%. Esse índice precisa ser garantido pelo fabricante e verificado em laboratórios credenciados pelo MAPA.
- **a dose indicada pelo fabricante.**
Em doses menores da recomendada, buscando economia, o produto não funcionará adequadamente e não ocasionará os resultados desejados.
- **a tecnologia de aplicação de forma correta.**
Recomenda-se aplicações nos horários de temperatura mais amena e com menos sol.

É importante observar o momento correto da aplicação, considerar o tempo de ação do agente biológico e também a compatibilidade com outros produtos aplicados na área, como inseticidas e fungicidas químicos, respeitando-se os intervalos de aplicação.

8. Biológico funciona da mesma forma que químico?

O uso do controle biológico tem aumentado consideravelmente nos últimos anos na cultura do cafeeiro, visando reduzir a aplicação de produtos fitossanitários químicos e proporcionar uma atividade mais sustentável que atenda às exigências do mercado interno e externo.

Porém, resta a dúvida:

Os biológicos funcionam da mesma forma que o controle químico?



Esta resposta depende de vários fatores. E outras perguntas também se fazem pertinentes.

No caso de microrganismos utilizados para controle de pragas e doenças, são necessárias condições climáticas adequadas para que o agente biológico preserve sua viabilidade e promova um controle eficaz do inseto/patógeno. Um exemplo é a aplicação de *Beauveria bassiana* no controle da broca-do-café: apesar da eficácia comprovada desse fungo, são necessárias temperaturas amenas e maior umidade para garantir a sobrevivência, germinação e esporulação do fungo. Além disso, a aplicação de fungicidas na lavoura em épocas próximas à aplicação de *B. bassiana* pode prejudicar o microrganismo e, conseqüentemente, reduzir o controle da praga (SANTINATO et al., 2017).

Em relação ao uso do controle químico, é necessário promover a alternância de moléculas que apresentem diferentes mecanismos de ação na praga/patógeno, evitando resistência e, conseqüentemente, maiores custos no controle.

Os biológicos promovem o mesmo tempo de controle da praga/doença em relação aos químicos?

Caso as condições de aplicação e manejo estejam adequadas para o microrganismo agente de controle biológico, o tempo de ação pode ser relativamente curto e até mesmo similar ao químico.

Um exemplo é o fungo *B. bassiana*, o qual infecta a broca-do-café via tegumento, germinando em um período de 12 a 18 horas. Após 72 horas o inseto está totalmente colonizado e morre devido às substâncias tóxicas liberadas pelo fungo (ALVES, 1998).

Os agentes de controle biológico e os produtos fitossanitários químicos apresentam o mesmo modo de ação?

Geralmente não, fato que se torna muito importante na utilização de diferentes estratégias de controle no manejo integrado de pragas e doenças. A bactéria *Bacillus subtilis*, por exemplo, atua de forma antagonista, liberando substâncias que agem e competem com os patógenos. Já os fungicidas do grupo químico das estrobilurinas, amplamente utilizados no controle de doenças do cafeeiro, atuam diretamente nas mitocôndrias. Desta forma, o uso integrado de insumos biológicos e químicos é uma alternativa promissora por evitar a resistência de pragas e doenças, além de contribuir para o aumento de inimigos naturais na lavoura, promovendo maior sustentabilidade do processo produtivo.



9. Fungos e bactérias podem ajudar no crescimento de plantas?

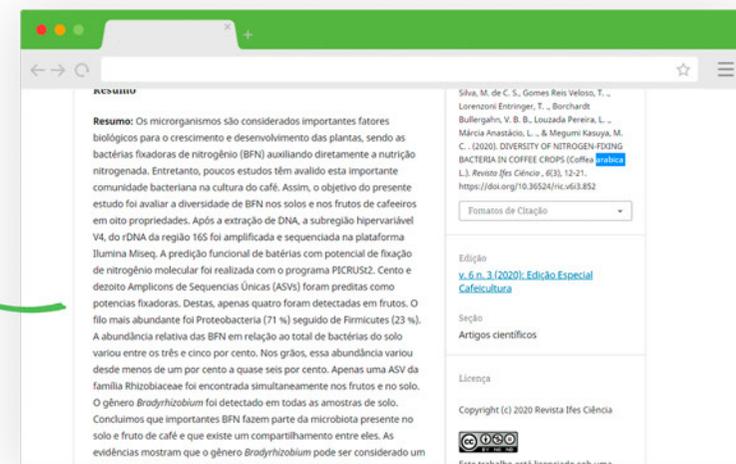
Microrganismos benéficos podem habitar tecidos internos e superfície de folhas e raízes das plantas, auxiliando no seu desenvolvimento por meio da aquisição de nutrientes como nitrogênio e fósforo, produção de hormônios vegetais e controle biológico de pragas e doenças.

Bactérias fixadoras de nitrogênio

A fixação biológica é realizada por meio da conversão do nitrogênio da atmosfera em formas químicas utilizáveis pelas plantas. As bactérias mais conhecidas são os rizóbios, que formam nódulos em leguminosas como a soja, mas existem várias outras bactérias no solo capazes de fixar nitrogênio, inclusive em lavouras de café.



1 Marliane C. S. Silva et al. (2020).
Revista IfesCiência, 6, 12-21.
DIVERSITY OF NITROGEN-FIXING
BACTERIA IN COFFEE CROPS
(*Coffea arabica* L.) | Revista Ifes
Ciência]



Disponibilização de fósforo

Microrganismos são capazes de solubilizar minerais do solo que contêm fósforo e decompor material orgânico, disponibilizando fósforo para as plantas. Alguns exemplos de microrganismos com essa capacidade:

- **bactérias:** *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Serratia* e *Xanthomonas*;
- **fungos:** *Aspergillus* e *Penicillium*.



Fungo *Aspergillus niger*.
Foto: Gilberto Mendes



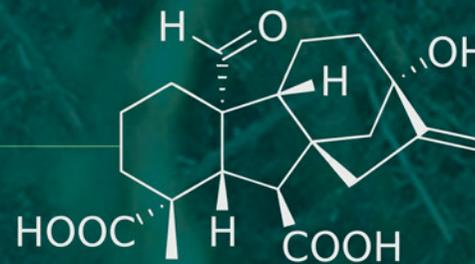
Micorrizas

Fungos que se associam a raízes de plantas numa simbiose que proporciona benefícios para o crescimento vegetal:

- maior área de exploração do solo, potencializando a absorção de água e nutrientes;
- disponibilização de nutrientes;
- maior tolerância a estresse hídrico, a patógenos e a compostos tóxicos, como metais pesados;
- melhoria da qualidade do solo.

Produção de fitormônios

Microrganismos podem produzir hormônios vegetais que estimulam o desenvolvimento vegetal, promovendo o crescimento de raízes e parte aérea. As **auxinas** e **giberelinas** são exemplos de fitormônios produzidos por fungos e bactérias.



Um estudo realizado na Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, demonstrou que mudas de café inoculadas com o fungo de solo *Aspergillus niger* apresentaram **maior altura, diâmetro de caule, número de folhas, massa seca de raiz e volume de raiz.**¹

¹ Vithória C. Araújo, Kamila F. Rossati, Laura V. Xavier, Vinícius A. Oliveira, Gleícia J. S. Carmo, Gleíce A. Assis, Gilberto O. Mendes (2020). *Rhizosphere*, 15, 100236. <https://doi.org/10.1016/j.rhisp.2020.100236>

Foto: Vithória Cacique Araújo

10. Como fungos controlam nematoides?

Dentre os diversos inimigos naturais dos nematoides comumente encontrados nos solos, os que apresentam maior potencial como agentes de controle biológico são as bactérias e os fungos (FERRAZ & SANTOS, 1995).

Fungos nematófagos

Os fungos conhecidos como nematófagos são os organismos mais estudados e apresentam estratégias sofisticadas para infectar ou capturar os nematoides, podendo ser divididos em: predadores, endoparasitas, oportunistas (parasitas de ovos e de fêmeas sedentárias) e aqueles que produzem metabólitos tóxicos aos nematoides (STIRLING, 1991).

Fungos predadores

Na presença dos nematoides, os fungos predadores produzem hifas especializadas em forma de anel que prendem, envolvem e se alimentam do nematoide ainda vivo.

Exemplos de gêneros de fungos predadores: *Arthrobotrys*, *Monacrosporium*, *Dactylaria*, *Dactylella* e *Duddingtonia*.

(Figura 1)

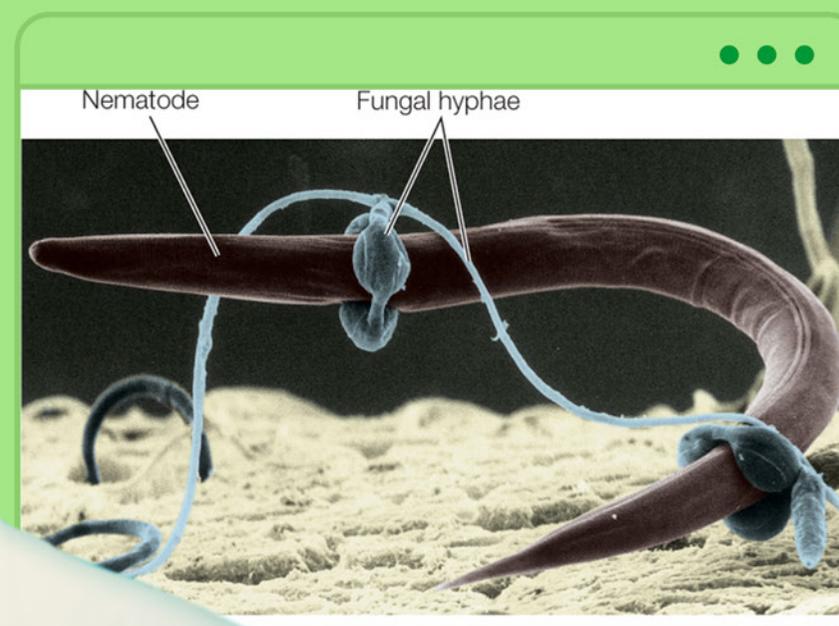


Figura 1

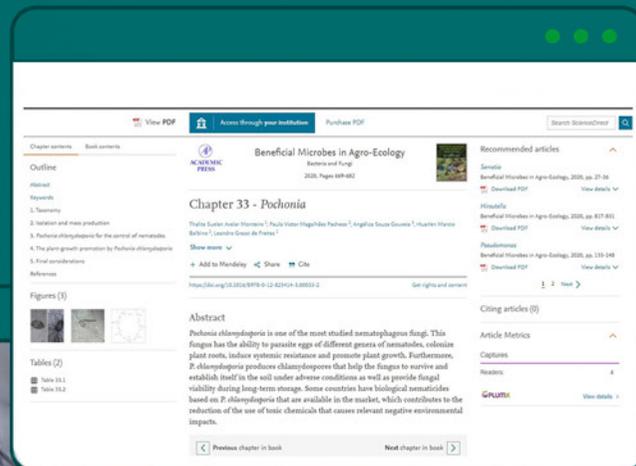
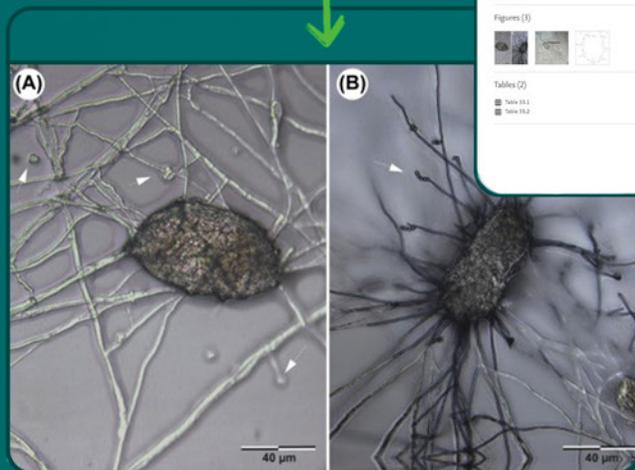
N. Allin & G.L. Barron/Biological Photo Service.

Fungos parasitas de ovos

Um grupo de fungos nematófagos que apresenta grande potencial no controle biológico de nematoides é o dos fungos oportunistas ou parasitas de ovos e de fêmeas, com destaque para as espécies *Purpureocillium lilacinum* e *Pochonia chlamydosporia*.

Figura 2

Pochonia chlamydosporia var. *chlamydosporia* (A) e *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* (B) parasitando ovos de *Meloidogyne javanica*. Monteiro et al. 2020. Chapter 33 Pochonia. <https://oi.org/10.1016/B978-0-12-823414-3.00033-2>.



Os fungos produtores de metabólitos tóxicos

Os fungos produtores de metabólitos tóxicos, representados pelos gêneros *Aspergillus*, *Pleurotus*, *Penicillium*, *Trichoderma* e *Myrothecium*, demandam mais estudos sobre o efeito das possíveis substâncias tóxicas aos nematoides que podem ser produzidas por tais fungos. Embora o principal modo de controle de nematoides por *Trichoderma* spp. seja a produção de compostos tóxicos, há relatos de parasitismo de ovos de fitonematoides por esse gênero de fungo (EAPEN et al., 2005).



11. Como bactérias controlam nematoides?

O uso de bactérias está amplamente disponível para promover a redução dos níveis populacionais de nematoides em diversas culturas. As rizobactérias, como agentes de controle biológico, atuam na promoção do crescimento das plantas e na ação protetora contra os nematoides por meio de diferentes mecanismos de ação, por exemplo, produzindo substâncias que inibem ovos e juvenis

(FERRAZ; BROWN, 2016).

Bacillus

Bacillus amyloliquefaciens é capaz de formar um biofilme nas raízes como mecanismo de proteção contra nematoides (ABDEL-SALAM et al., 2018). Além disso, é uma rizobactéria promotora do crescimento de plantas, ou seja, é capaz de colonizar o solo e as raízes das plantas, resultando no aumento do crescimento das plantas.

Bacillus subtilis produz toxinas que interferem no ciclo reprodutivo dos nematoides (ARAÚJO et al., 2002). Essas bactérias são capazes de produzir enzimas que quebram compostos a base de quitina

e proteínas que compõem o corpo dos nematoides. Dificulta a orientação dos nematoides e prejudica o reconhecimento da raiz da planta hospedeira pelos nematoides.

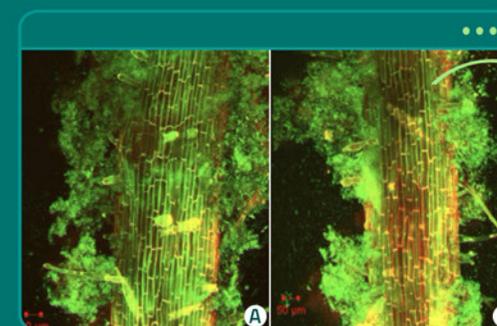


Figura 1

Bacillus subtilis (A) e *B. licheniformis* (B) colonizando a superfície externa de raízes ativas e formando um biofilme bacteriano (verde). Fonte: FMC/Chr Hansen.

Pausteuria

Seus endósporos entram em contato com juvenis em movimento no solo e se fixam externamente à cutícula deles; depois emitem tubos germinativos que os perfuram e se propagam no interior dos corpos, iniciando, em seguida, intensa formação de novos esporos, o que causa a morte do nematoide

(FERRAZ; BROWN, 2016).

Figura 2 Esporos da bactéria endoparasita *Pausteuria penetrans*, agente de biocontrole de espécies de *Meloidogyne*, aderidos a juvenis infectantes (S. Ferraz e University of California/Davis)



12. Um produto biológico controla qualquer doença?

Um produto biológico NÃO controle qualquer doença

Uma primeira etapa para o desenvolvimento de um potencial agente de controle biológico é a definição do alvo.

Exemplo: Ferrugem do cafeeiro, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* ou nematoide das galhas do cafeeiro (*Meloidogyne exigua*).

Levantamento e coleta de antagonistas naturais no ambiente.

Os levantamentos de inimigos naturais podem ter início no centro de origem da espécie-alvo ou nas regiões de ocorrência desse patógeno. Esses inimigos naturais podem ser específicos para controlar determinada(s) doença(s).

Identificação e caracterização dos agentes de controle biológico

Após os trabalhos de coletas de campo dos inimigos naturais (antagonistas) dos patógenos, os pesquisadores devem esclarecer a identidade dos antagonistas selecionados como mais promissores à ação sobre a espécie-alvo.

Estudos envolvendo mecanismos de ação antagonistas

Avaliações do potencial dos isolados antagonistas obtidos como agentes de biocontrole devem ser investigados, em laboratório e em casa de vegetação, a fim de verificar sua eficiência em manejar a espécie-alvo em questão.

Especificidade

Deve ser determinada ainda a especificidade do antagonista em relação à espécie-alvo e algumas características são desejadas como agente de controle biológico, tais como segurança para espécies não-alvo, efetividade e virulência.

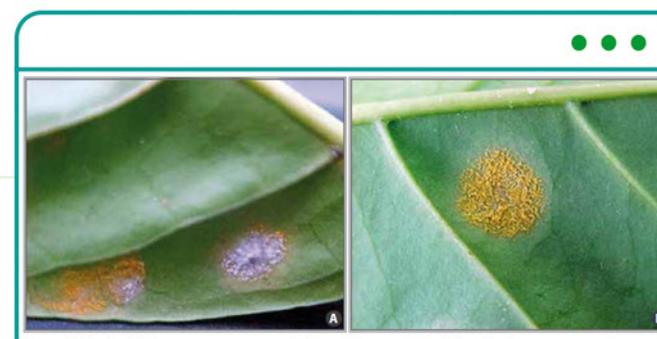


Figura 1

Pústulas de ferrugem com a presença do fungo hiperparasita *Verticillium hemileae*, com o centro branco (A); e pústula de ferrugem na face inferior da folha (B).

13. Fungos e bactérias controlam insetos?

Os insetos são suscetíveis a muitos organismos causadores de doenças. Várias espécies de bactérias e fungos podem matar insetos e, quando não ocorre a morte, os insetos podem apresentar efeitos subletais pelo contato com os entomopatógenos, como dificuldades de locomoção, alimentação, reprodução, entre outros.

BACTÉRIAS

As bactérias patogênicas de insetos-praga estão entre os inseticidas microbianos de maior sucesso comercial. Esses organismos entram no hospedeiro somente depois que insetos os ingerem. Dentro do corpo do inseto, essas bactérias produzem toxinas que rompem a parede do intestino onde proliferam causando infecção generalizada e a morte do inseto.



Algumas bactérias patogênicas de insetos de ocorrência natural foram isoladas e produzidas em massa para uso comercial. Uma delas, *Bacillus thuringiensis* (Bt), é o agente de controle biológico mais aplicado no mundo. A toxina Bt primeiro paralisa o intestino e depois o corpo inteiro do inseto, levando-o à morte. Como a maioria dos outros patógenos bacterianos, o Bt é específico e letal para determinados insetos-praga, principalmente para *Lepidoptera*, *Diptera* e *Coleoptera*.

FUNGOS

Ao contrário do que ocorre com as bactérias que precisam ser ingeridas, o processo de infecção por fungos entomopatogênicos se dá principalmente por contato. Esses patógenos também têm a capacidade de infectar todos os estágios de desenvolvimento dos hospedeiros (ovos, larvas, pupas, ninfas ou adultos).

Os fungos penetram no inseto principalmente pela cutícula. Uma vez dentro dos insetos, os fungos multiplicam-se rapidamente na cavidade interna do corpo. A morte é causada pela destruição dos tecidos e, ocasionalmente, pelos metabólitos tóxicos produzidos pelos fungos.

Após a morte do hospedeiro, os fungos entomopatogênicos frequentemente emergem do corpo dos insetos e produzem esporos. Tais esporos continuarão o ciclo em outro hospedeiro (Figura 1).



Figura 1
Moleque da bananeira morto por *Beauveria bassiana*.

Beauveria bassiana e *Metarhizium anisopliae* são os fungos mais estudados e aplicados no controle de pragas. A broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), por exemplo, é uma praga amplamente distribuída nas regiões produtoras, e pode ser controlada utilizando o fungo *B. bassiana*.

Devido às suas habilidades inerentes de matar insetos, sua distribuição no ambiente e por não causar doença aos humanos, fungos e bactérias entomopatogênicos são aplicados com sucesso em todo o mundo para controlar pragas agrícolas.

14. Existem produtos com vírus e nematoides para o controle de insetos?

Sim!



São produtos biológicos, formulados à base de vírus e nematoides entomopatogênicos que contribuem para tornar as atividades agrícolas mais sustentáveis.

Os vírus interferem no metabolismo do hospedeiro, causando-lhe disfunção fisiológica. Eles penetram no sistema digestivo dos insetos por meio do alimento contaminado atingindo o intestino médio da larva.

O ambiente alcalino dissolve o alimento e libera as partículas virais que iniciam o processo de infecção das células epiteliais do intestino médio.

Os sintomas são variáveis, no entanto, a maioria das viroses ocasiona a perda do apetite, da mobilidade e da coloração da epiderme, liquefazendo as vísceras contidas no corpo do inseto. Existem diversos casos de doenças de etiologia viral, sendo que a família *Baculoviridae* concentra os mais importantes vírus utilizados no controle biológico de insetos-praga.

Produtos comerciais com vírus são utilizados para controle de importantes pragas agrícolas como lagarta-da-soja (Figura 1), lagarta-do-cartucho, lagarta-falsa-medideira e *Helicoverpa armigera*.



Figura 1 - Lagarta-da-soja infectada com *Baculovírus*.

Já os **nematoides entomopatogênicos (NEPs)** são aqueles capazes de matar insetos principalmente devido a uma simbiose estabelecida entre o nematoide e uma bactéria, sendo essa a responsável por causar a degradação dos tecidos do inseto e a morte por infecção generalizada.

Estes nematoides apresentam, durante seu ciclo de vida, uma forma larval de resistência conhecida como juvenil infectante (JI), encontrada livre no solo. Os JIs infectam insetos adultos, larvas ou ninfas, penetrando em orifícios como aparelho bucal, ânus ou espiráculos ou, ainda, perfurando regiões menos resistentes do exoesqueleto. Algumas espécies de NEPs possuem um dente córneo na região anterior do corpo que facilita a penetração.

Uma vez na cavidade do corpo do inseto, os JIs liberam as bactérias neles contidas, iniciando uma infecção. Essas bactérias rapidamente matam o inseto (normalmente entre 24 e 48 horas) (Figura 2).

Figura 2
Nematoides entomopatogênicos saindo do inseto morto



O nematoide entomopatogênico *Heterorhabditis bacteriophora* é registrado para controle dos besouros: brasileirinho, gorgulho-da-cana e broca-do-cupuaçu.



15. Viabilidade de calda armazenada de produtos biológicos

Para a preparação da calda fitossanitária é preciso:

- a. Identificar o alvo.
- b. Conhecer a severidade ou a infestação do agente nocivo à cultura.
- c. Definir o produto.
- d. Definir o método de aplicação.
- e. Definir a dose (que varia com a concentração do agente biológico).
- f. Definir a taxa de aplicação.
- g. Definir o tamanho da gota (há poucos estudos para tamanho de gotas com biológicos).
- h. Selecionar a ponta de pulverização.
- i. Preparar a calda.
- j. Realizar a aplicação.

Preparação da calda.

- a. Como é recomendado se fazer:
Adicionar os produtos ao tanque e, imediatamente, iniciar a aplicação.

- b. O que pode dar errado e aumentar o tempo de permanência da calda no tanque:
 - I. Problemas mecânicos no trator ou pulverizador.
 - II. Condições meteorológicas inadequadas.
 - III. Trabalhar com calda pronta concentrada.
 - IV. Reduzir a taxa de aplicação.

O problema.

- a. A calda permanece no tanque por mais tempo que o planejado. Nas bulas e rótulos dos produtos não há orientação a esse respeito.

A tomada de decisão.

- a. O que fazer com o produto armazenado no tanque?
 - I. Descartar! Onde?
 - II. Aplicar na lavoura! A que custo? Vai funcionar?
- b. À noite as condições meteorológicas são favoráveis para a aplicação?
Nem sempre, nosso inverno é frio e seco.
- c. O que a empresa fabricante recomenda nessa condição?
- d. O que a pesquisa tem buscado esclarecer para essa condição?
Há poucas pesquisas conclusivas nessa matéria.

I. Neste trabalho, a calda armazenada por 48 horas, manteve a germinação dos conídios em 84%. Ao adicionar alguns adjuvantes a viabilidade permaneceu acima de 70% por 4 horas.



<https://doi.org/10.1590/1983-40632019v4955513>

II. Neste trabalho a adição de um emulsificante não contribuiu para elevar a mortalidade da broca-do-café.



<https://doi.org/10.1590/1983-40632019v4955513>

Por quanto tempo a calda pode permanecer armazenada?

a. Considerando um tanque de 2.000 litros, uma taxa de 500 L ha¹, a 6 km h¹, no espaçamento de 4x0,8m e eficiência operacional de 70%. Leva-se 36 minutos ha¹; ou 2,4 horas para aplicar o tanque. Esse é o tempo médio da calda no tanque.

b. Há reações entre produtos químicos e biológicos? É provável, mas como essas reações afetam o microrganismo biológico? A resposta impacta diretamente nas decisões sobre mistura em tanque.

c. A calda permaneceu 24 horas no tanque: o que fazer?

- I. Recomendação do fabricante, para produto comercial, descartar. Onde? Como? Você conhece os inertes que constituem a formulação do biológico?
- II. Na produção *On Farm*, seguir a mesma regra recomendada pela indústria química?

A calda permanece viável após ser armazenada?

Talvez, irá depender, principalmente do tempo de armazenamento, sua composição e agente biológico.

Há muitas perguntas sem respostas, não é mesmo?

Mas, os problemas mecânicos, más condições meteorológicas, redução na taxa de aplicação podem estender o armazenamento da calda.



16. Quais são os predadores?

Os predadores são aqueles organismos que capturam, matam e se alimentam de várias presas ao longo do seu ciclo de vida. Eles exercem papel importante como fator de mortalidade dos artrópodes-praga nos agroecossistemas e podem promover o equilíbrio natural ao controlar as populações de pragas potenciais.

Os predadores têm sido amplamente relatados em plantações de café em vários países da América Latina e **África** desde a década de 1970 como fatores de mortalidade natural de pragas.

Tripes predadores e a formiga *Crematogaster curvispinosus* foram encontrados se alimentando da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*).



Vários trabalhos indicam as vespas predadoras como inimigos naturais eficientes no controle do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) como também os *crisopídeos*, como *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa cincta*, que consomem principalmente lagartas e pupas da praga.



Várias espécies de ácaros predadores pertencentes à família *Phytoseiidae* também podem ser encontradas no agroecossistema cafeeiro, sobretudo dos gêneros *Euseius*, *Amblyseius* e *Iphiseiodes*, atuando sobre os principais ácaros fitófagos e diminuindo os prejuízos à cultura e o número de aplicações de produtos fitossanitários.



Conhecer as principais espécies predadoras presentes no agroecossistema é de suma importância para selecionar técnicas de manejo do ambiente que favoreçam a conservação e o incremento daquelas espécies desejáveis.

17. Como agem os parasitoides no controle de pragas?

Os insetos parasitoides são aqueles que as formas imaturas vivem como parasitas em outros insetos, consumindo seus tecidos externamente ou internamente, levando o hospedeiro à morte. Os parasitoides podem atacar as diferentes fases de vida do hospedeiro, como ovos, larvas, ninfas, pupas e adultos.

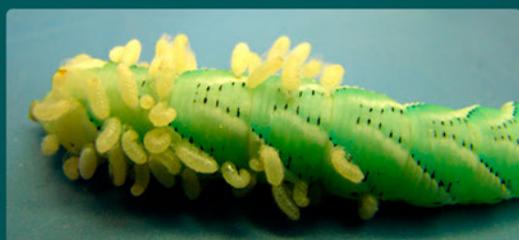


Figura 1
Parasitoide *Cotesia congregata* em *Manduca sexta*, Lyle J. Buss, University of Florida



Figura 2
Pupários de *Cotesia* sp. em *Manduca sexta*, Elijah J. Talamas, ARS USDA

Ocorrem naturalmente no ambiente e também são produzidos de forma massal em laboratório. São considerados como importantes ferramentas no controle biológico natural e aplicado de pragas, principalmente contra lagartas e percevejos em várias culturas agrícolas.

Dentre os maiores casos de sucesso de programas de controle biológico aplicado com parasitoides no Brasil, destacam-se os usos de *Cotesia flavipes* no controle de lagartas da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*); espécies de *Trichogramma* sp. (Figura 3) no controle de ovos de mariposas como *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa armigera*, *Tuta absoluta*, entre outras; o uso de *Telenomus podisi* (Figura 4) e *Trissolcus basalís* no controle de ovos de percevejos da família *Pentatomidae*, como o percevejo-marrom, *Euschistus heros*; além de *Ageniaspis citricola* e *Tamarixia radiata* contra pragas na citricultura.



Figura 3
Adulto de *Trichogramma* sp., Bornand, C. C. BY-NC 2.0



Figura 4
Telenomus podisi em ovos de percevejo-marrom (*Euschistus heros*), R. R. Rufino, EMBRAPA

No Brasil existem mais de 50 produtos comerciais registrados a base de insetos parasitoides. Os produtos comerciais podem ser liberados a campo de forma manual ou por meio de drones. São amplamente utilizados nas culturas da soja, milho, algodoeiro, citros e tomateiro.

Apesar dos produtos comerciais com parasitoides ainda não serem utilizados na cafeicultura, existe uma grande diversidade de espécies com ocorrência natural que parasitam as principais pragas do cafeeiro, em especial o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), concentradas principalmente nas famílias Eulophidae e Braconidae.

A preservação de áreas naturais, o enriquecimento ambiental e o manejo racional com produtos fitossanitários favorecem a ocorrência natural dos parasitoides no agroecossistema.



18. Em quais condições do ambiente posso aplicar um biológico?

As condições do ambiente podem interferir na viabilidade e eficiência do biológico aplicado. Os principais parâmetros estão relacionados à temperatura, umidade relativa do ar e à radiação ultravioleta.

Temperatura

É importante que se conheça a resposta do biológico a diferentes temperaturas e que sejam conhecidas as temperaturas favoráveis e desfavoráveis ao seu desenvolvimento. De maneira geral, os biológicos se adaptam melhor a condições de temperaturas próximas a 25 °C.



Umidade relativa do ar

Os biológicos requerem condições ambientais de elevada umidade relativa, principalmente microrganismos como os fungos entomopatogênicos, a fim de favorecer a germinação e, conseqüentemente, o ataque ao hospedeiro susceptível.

Radiação ultravioleta

A exposição à radiação ultravioleta tem efeito negativo na germinação de esporos, bem como na sobrevivência, reprodução, dispersão e virulência de fungos e bactérias. Nesse contexto, as condições no momento da aplicação devem ser cuidadosamente monitoradas, podendo-se, por exemplo, priorizar as aplicações ao final do dia e durante a noite.

Formulações

As formulações de agentes biológicos contribuem para sua estabilização, manuseio e aplicação, além de proteger e potencializar seus efeitos. As formulações podem ser sólidas (pó, pó molhável, grânulo ou *pellets*) ou líquidas (à base de água, óleo ou emulsões). Essas formulações podem conter aditivos para amenizar os efeitos causados pela temperatura, umidade relativa do ar e radiação ultravioleta, garantindo maior eficiência do biológico.

19. Mistura em tanque entre produto biológico e químico



🍃 Há recomendação de mistura entre as empresas fabricantes dos produtos?

SIM

Vou fazer, é interessante para minha condição e propriedade.

a) Segundo Adeney Bueno, pesquisador da EMBRAPA, o uso conjunto de produtos biológicos e químicos pode ser feito desde que o defensivo químico seja seletivo fisiológica ou ecologicamente ao agente de controle presente no produto biológico.

b) Nestes trabalhos, pode ser observado que a combinação entre produtos químicos e biológicos é possível e pode ser viável ao produtor.

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/180368/brenha_jam_dr_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y. <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/31043/3/AtividadeInseticidasBiol%C3%B3gicos.pdf>.

NÃO

Posso fazer?

a) Não sem um profissional responsável.

b) Será preciso conhecer
I. A formulação
II. A dose
III. A concentração
IV. Os demais produtos

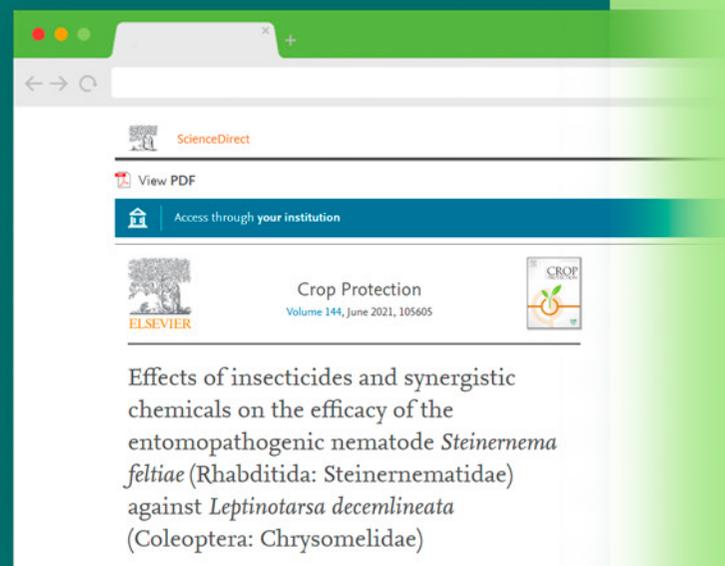
Em muitas bulas o fabricante diz para evitar, tenho respeitado esta orientação.

É desejável que produtos biológicos e químicos sejam compatíveis?

a) Sim, neste trabalho os autores concluíram que essa combinação:

- I. Reduziria custos operacionais.
- II. Facilitaria o operacional das aplicações.
- III. Possível ação aditiva em produtos químicos e biológicos, aumentando assim a eficácia de controle.
- IV. Reduziria casos de resistência a químicos

Novos estudos ainda precisam ser conduzidos.



<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105605>

Como essa combinação seria útil ao produtor? Uma alternativa!

- a) Um químico com efeito de choque imediato.
- b) Um biológico com efeito mais duradouro e prolongado.

Para evitar mistura de produto químico e biológico; é só não os misturar no tanque?

I. O pulverizador foi corretamente descontaminado?

Existem vários produtos para descontaminação de tanque.

II. É realizada a tríplice lavagem no tanque e sistema hidráulico?

A água pura é capaz de reduzir bastante os resíduos químicos, mas pode não ser suficiente.

O sucesso da mistura é dependente da dose dos produtos adicionados à calda e sua concentração.

a) Produção comercial, a concentração é conhecida.

b) Produção *on farm* também! Posso confiar?

I. Sem conhecer a concentração não se pode recomendar a mistura.

A mistura entre produtos só ocorre no tanque?

a) Não, em função do tempo de absorção, formulação, tempo de permanência na superfície da folha e, duas aplicações sucessivas em período curto de tempo, a mistura ocorre na planta.

I. Você conhece o processo de interação dos produtos.

Exemplo: pense em um cúprico seguido de um biológico ou vice-versa.

a. Qual é o intervalo ideal entre essas aplicações?

Antes de realizar a mistura em tanque de produto biológico e químico, atente-se a estas questões, assim estará melhor preparado para realizar a aplicação.

20. Preciso de receita para usar um produto biológico?

Engenheiros Agrônomos, Engenheiros Florestais e Técnicos Agrícolas são os profissionais competentes e habilitados para preenchimento da RECEITA AGRONÔMICA – documento obrigatório para recomendação de PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS OU AFINS.

A Receita Agrônômica garante que o PRODUTO FITOSSANITÁRIO está sendo recomendado em função das particularidades relativas ao alvo biológico. Em virtude do grande número de fatores relacionados à ocorrência de um problema fitossanitário, apenas profissionais habilitados podem emitir tal documento.



Como as recomendações para controle de problemas de ordem fitossanitária são intrínsecas àquele problema, e muito dinâmicas, para a recomendação de INSUMOS BIOLÓGICOS, faz-se necessária a emissão da RECEITA AGRONÔMICA quando o produto é destinado à PROTEÇÃO VEGETAL.

Porém, os produtos de BAIXA PERICULOSIDADE podem ser dispensados do RECEITUÁRIO AGRONÔMICO, o que constará no RÓTULO e na BULA DO PRODUTO. Os produtos registrados para a AGRICULTURA ORGÂNICA são dispensados de RECEITA AGRONÔMICA.

21. O produto biológico tem que ser registrado para a cultura e para o alvo de controle?

Os produtos biológicos no Brasil podem ser agentes microbiológicos, biológicos, semioquímicos ou bioquímicos. A regulamentação sobre todas as etapas que possibilitam a utilização dos produtos no campo é realizada com base em análises do IBAMA, do MAPA e da ANVISA.



• O PRODUTO BIOLÓGICO TEM QUE SER REGISTRADO PARA A CULTURA E PARA O ALVO DE CONTROLE?

Ao adquirir um produto biológico, o agricultor tem respaldo técnico e científico acerca da eficiência e da qualidade do produto e de seu menor risco à saúde do homem e ao meio ambiente.

Os produtos fitossanitários convencionais são registrados para o alvo biológico e para a cultura, de acordo com todas as pesquisas do processo de registro. Porém, os **PRODUTOS BIOLÓGICOS**, em função de suas características mais seguras à saúde do homem e ao meio ambiente, podem ser utilizados em **QUALQUER CULTIVO**, desde que o **ALVO BIOLÓGICO** esteja presente (ATO N° 6, DE 23 DE JANEIRO DE 2014).

Na embalagem também não precisa constar o termo “cuidado veneno” e a caveira com as tîbias cruzadas. Fica facultada a indicação da cultura no rótulo ou bula dos produtos pela empresa registrante.

Os produtos biológicos são regulamentados pela Lei N. 7.802, de 11 de julho de 1989. Em virtude dos diversos estudos e das melhores características que esses produtos possuem, houve muitos avanços na regulamentação. A possibilidade de utilizar o produto, independente da cultura, proporcionou estímulo ao desenvolvimento e maior oferta de produtos para os diversos cultivos agrícolas do Brasil.



22. Tecnologia de aplicação para produtos biológicos por via líquida

☞ A aplicação por via líquida utiliza água ou óleo como veículo para dispersão de produtos fitossanitários.

a) Para biológicos o principal veículo é a água.

☞ Na cafeicultura o principal veículo é a água, em aplicação terrestre e aérea.

a) A água é um bom veículo para dispersar o agente de controle sobre a cultura.

b) A água auxilia no desenvolvimento de estruturas de agentes patogênicos.

☞ Tecnologia de aplicação para produtos biológicos por via líquida?

- a) Fungos
- b) Bactérias
- c) Vírus
- d) Nematoides entomopatogênicos

☞ Possibilidades para aplicação de biológicos na cafeicultura.

a) Pulverização.

b) Irrigação.

I. Turbo atomizadores.

I. Pivô central.

II. Aeronaves remotamente pilotadas.

II. Gotejo.

III. Aeronaves agrícolas.



Vantagens da aplicação via líquida.

- a) Experiência do produtor/operador com a máquina.
- b) Distribuição do organismo diretamente sobre o alvo.
- c) Não corrosivo ao sistema hidráulico do pulverizador ou irrigação.
- d) Redução da contaminação do operador.

Pontos de atenção para a pulverização de produtos biológicos.

a) Concentração do produto comercial deve ser conhecida, independente da forma de produção.

b) Taxa de aplicação.

c) Número de aplicações.

d) Tamanho de gotas.

I. Impacto direto na dose.

II. Impacto direto na eficácia de controle.

III. Impacto direto na tecnologia.

1. Se não funcionar perde o crédito e é difícil recuperar.

e) Tipo de ponta.

f) Efeito do fluxo de ar da turbina.

g) A evaporação da água inviabiliza a proliferação do agente biológico.

h) Possível entupimento de pontas devido a granulometria das estruturas dos agentes biológicos.

i) A qualidade da água deve representar as mesmas preocupações da calda química?

I. Dureza.

II. pH.

III. Condutividade elétrica.

IV. Tensão superficial.

Pontos de atenção para a pulverização de produtos biológicos.

- a) A formulação.
- b) Os inertes.
- c) Possível uso de adjuvantes visando a melhora da chegada do agente biológico no alvo de controle.

23. Controle biológico de plantas daninhas

Qual a importância das plantas daninhas?

As plantas daninhas são plantas que interferem nas culturas competindo por água, luz e nutrientes.

O controle biológico funciona para plantas daninhas?

O controle biológico de plantas daninhas é viável e utilizado em muitos locais. De forma indireta, pratica-se esse controle ao se manter uma palhada protegendo o solo; o material vegetal abriga inimigos naturais das plantas daninhas. Existem também insetos, fungos, bactérias e ácaros com potencial para controlar plantas.

Existem produtos comerciais para controle biológico de plantas daninhas?

Os metabólitos de plantas ou de microrganismos, ou os próprios microrganismos, são comercializados como PRODUTOS BIOLÓGICOS para controle de plantas daninhas. Os herbicidas biológicos são efetivos e produzidos a partir de microrganismos como *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Streptomyces*, *Xanthomonas*, dentre outros. Alguns exemplos de produtos comerciais comercializados fora do Brasil são: Opportune™, Stumpout™, Velgo® e Smolder WP.

Produtos biológicos para controle de plantas daninhas no Brasil.

O controle biológico de plantas daninhas é fruto de grandes investimentos no Brasil. Instituições como a Universidade Federal de Uberlândia, em parceria com entes públicos ou privados, trabalham no desenvolvimento de produtos biológicos para controle de plantas daninhas e os resultados indicam grande potencial para a produção e comercialização desses produtos em breve.

24. Remineralizadores na cafeicultura

🍃 O uso de pós de rocha é interessante na cafeicultura?

Pós de rochas calcárias (calcários), fosfáticas (fosfatos naturais reativos) ou de gipsita (gesso mineral) são eficientes como condicionadores de solo ou fontes de nutrientes em solos ácidos e com baixa fertilidade para Ca, Mg e P, respectivamente para cafeicultura. Já remineralizadores de solo a base de rochas silicatadas possuem eficiência altamente variável.

🍃 O que são os remineralizadores de solo?

Legalmente, remineralizadores de solo são pós de rochas submetidas apenas a processamento físico (moagem), em geral silicatadas, com teores mínimos de K_2O de 1%, ξ CaO, MgO e $K_2O \geq 9,0\%$ e teores de As, Cd, Hg e Pb inferiores a 15, 10, 0,1 e 200 mg/kg, respectivamente, capazes de promover benefícios ao solo (fonte de nutrientes ou condicionador) ou às plantas (crescimento, produtividade).

🍃 Qual a composição dos remineralizadores?

São materiais ricos em diversos minerais, como feldspatos, micas e quartzo, com reatividade e solubilidade muito variáveis. Em geral, destacam-se com elevados teores de Si e Al e de médio a baixos teores de K, Fe, Ca, Mg, P e micronutrientes.

🍃 Alguns remineralizadores possuem mais de 10% de K_2O . Pode-se considerar esse teor como disponível para as plantas?

Não! A maior parte do K está ligado fortemente às estruturas silicatadas nesses materiais, portanto é praticamente insolúvel em água. Uma pequena porção é solúvel em ácido cítrico, em geral menos de 3%, podendo ser liberada no solo em alguns meses após a aplicação, em condições que favoreçam a dissolução.



Remineralizadores de solo são eficientes?

A eficiência dos remineralizadores é muito dependente das características dos materiais, do solo e do manejo.

Remineralizadores de solo podem substituir o calcário na correção da acidez do solo?

Apesar de os materiais silicatados terem potencial de correção da acidez do solo, a baixa reatividade geralmente os inviabiliza como corretivos.

O que preciso conhecer para decidir sobre a utilização de remineralizadores na cafeicultura?

- Preço por ponto do nutriente considerando o teor solúvel;
- Solubilidade dos materiais em água, ácido cítrico ou citrato neutro de amônio;
- Reatividade no solo;
- Demonstração experimental local atestando eficiência.

25. Microbiologia do Solo

A biomassa microbiana é a parte viva e ativa da matéria orgânica do solo, composta, principalmente, por fungos, bactérias e arqueias.

VOCÊ SABIA?

Uma colher de chá de solo contém de 100 milhões a 1 bilhão de bactérias.

Esses microrganismos possuem papel fundamental no funcionamento sustentável dos processos naturais do solo, podendo atuar na:

- ✓ Ciclagem de nutrientes, afetando a produtividade e estabilidade do ecossistema;
- ✓ Estocagem do carbono e nutrientes minerais;
- ✓ Biodegradação de poluentes e agrotóxicos;
- ✓ Estruturação do solo;
- ✓ Promoção do crescimento de plantas;
- ✓ Proteção contra pragas e doenças.

As alterações da comunidade e atividade microbiana podem acarretar mudanças nas propriedades químicas e físicas solo - podendo significar um sinal de melhoria ou degradação do solo.

A comunidade microbiana do solo está atrelada à sustentabilidade agrícola, assim, ela pode ser usada como indicador potencial para a avaliação da qualidade do solo.

A biomassa microbiana pode refletir alterações na matéria orgânica e no desenvolvimento do solo?

Sim. Como os microrganismos do solo participam de processos que afetam o ecossistema e estão ligados à fertilidade do solo, eles podem ser usados como indicadores da qualidade do solo.

Estudo realizado por pesquisadores da UFU*, campus Monte Carmelo, demonstrou que a diversidade de bactérias pode ser um indicador para alterações do funcionamento do solo.

* <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-62940>

26. Cuidados e riscos na produção e manipulação dos bioinsumos



A produção *on farm*, também conhecida como “produção nas fazendas” de insumos biológicos, consiste na multiplicação de bactérias e/ou fungos dentro da propriedade, para uso próprio.



Entretanto, existe grande preocupação em relação à multiplicação dos microrganismos. A técnica inadequada e a ausência das etapas de controle de qualidade durante a produção *on farm* de microrganismos, podem levar à multiplicação de produtos de baixa qualidade, inseguros

e ineficazes para o controle biológico, colocando a lavoura em risco. Além disso, podem ocorrer contaminações por agentes causadores de doenças humanas ou proliferação de espécies que produzam toxinas prejudiciais à saúde humana.



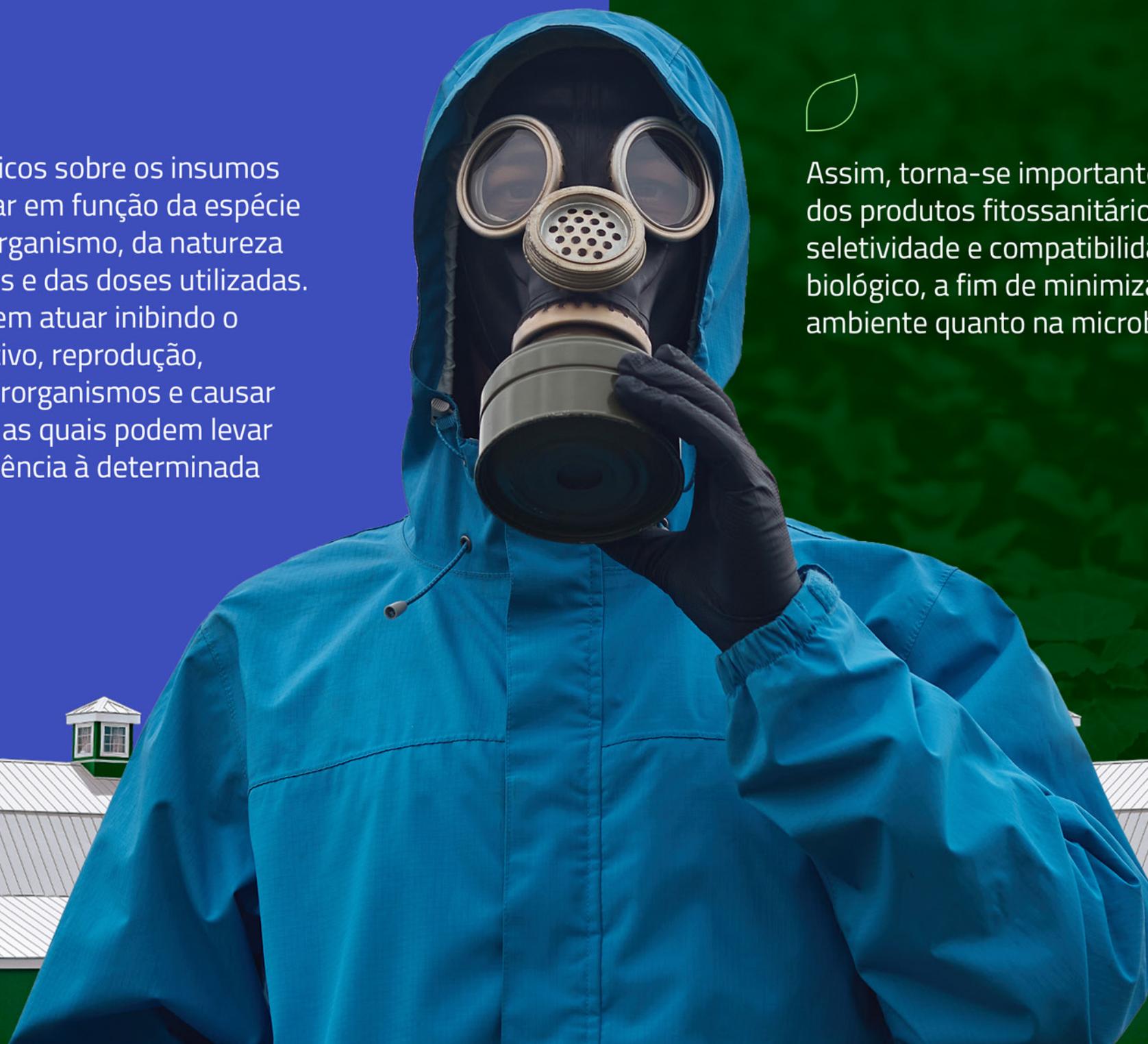
A produção de insumos biológicos exige conhecimento científico e a adoção de processos rigorosos de controle de qualidade em todas as suas etapas. O que se espera é um produto livre de contaminantes e com efetividade no controle de pragas e doenças.



E para não comprometer o manejo integrado de pragas e doenças é necessária uma estratégia para a conservação desses microrganismos na área, podendo ser feita por meio da aplicação de agrotóxicos seletivos quando o uso do controle químico for indispensável.



O efeito dos agrotóxicos sobre os insumos biológicos pode variar em função da espécie e linhagem do microrganismo, da natureza química dos produtos e das doses utilizadas. Esses produtos podem atuar inibindo o crescimento vegetativo, reprodução, esporulação dos microrganismos e causar mutações genéticas as quais podem levar a diminuição da virulência à determinada praga ou patógeno.



Assim, torna-se importante conhecer a ação dos produtos fitossanitários, determinando a sua seletividade e compatibilidade com o produto biológico, a fim de minimizar os impactos tanto no ambiente quanto na microbiota residente.



REFERÊNCIAS CONSULTADAS:

ABDEL-SALAM, M.S.; AMEEN, H.H.; SOLIMAN, G.M.; ELKELANY, U.S.; ASAR, A.M. Improving the nematicidal potential of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Lysinibacillus sphaericus* against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* using protoplast fusion technique. **Egypt Journal of Biological Pest Control**, v. 28, n. 31, 2018. <https://doi.org/10.1186/s41938-018-0034-3>.

ALAGELE, S.M.; ANDERSON, S.H.; UDAWATTA, R.P.; VEUM, K.S.; RANKOTH, L.M. Long-term perennial management and cropping effects on soil microbial biomass for claypan watersheds. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 2, p. 815-827, 2020. <https://doi.org/10.1002/agj2.20116>.

ALMEIDA, J. D.; MOTTA, I. O.; VIDAL, L. A.; BÍLIO, J. V. F.; PUPE, J. M.; VEIGA, A. D.; CARVALHO, C. H. S.; LOPES, R. B.; ROCHA, T. L.; SILVA, L. P.; PUJOL-LUZ, J. R.; ALBUQUERQUE, E. V. S. **Bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*): uma revisão sobre o inseto e perspectivas para o manejo da praga** – Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020.

ALMENARA, D. P.; NEVES, M. R. C.; KAMITANI, F. L.; WINTER, C. E. Nematoides entomopatogênicos: as duas faces de uma simbiose. **Revista da Biologia**. p.1-6, 2010.

ALVES, R.; LOBATO, B. Controle biológico na agricultura: faça a coisa certa. **Neo Mondo: um olhar consciente**. Disponível em: <<https://neomondo.org.br/2019/10/07/controle-biologico-na-agricultura-faca-a-coisa-certa/>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

ALVES, S.B. Fungos Entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. (Ed). **Controle Microbiano de Insetos**. Piracicaba: FEALQ, p. 289-381. 1998.

ARAÚJO, F.F.; SILVA, J.F.V.; ARAÚJO, A.S.F. de. Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p.197-203, 2002.

BAKER, K.F.; COOK, R.J. **Biological control of plant pathogens**. San Francisco: W.H. Freeman, 1974.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Gerência de Processos Regulatórios – GPROR**. Biblioteca de Agrotóxicos. Brasília: M, 8 p. 2019. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/4967127/Biblioteca+de+Agrot%C3%B3xicos_Portal.pdf> Acesso em: 07 jun. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 4 de jan. 2002.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS:

BRASIL. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Dispõe sobre a pesquisa, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. In: Legislação federal de agrotóxicos e afins. Brasília (DF): Ministério da Agricultura e do Abastecimento; 1998. p. 7-13.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – Mapa. Governo Federal. **Mapa registra recorde de 95 defensivos de controle biológico em 2020**. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/Mapa-registra-recorde-de-95-defensivos-biologicos-em-2020>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – Mapa. Governo Federal. **Programa Nacional de Bioinsumos é lançado e vai impulsionar uso de recursos biológicos na agropecuária**. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/programa-nacional-de-bioinsumos-e-lancado-e-vai-impulsionar-uso-de-recursos-biologicos-na-agropecuaria-brasileira>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento-MAPA. Coordenação Geral de Agrotóxico e Afins. **Manual de procedimentos para o registro de agrotóxicos**. Brasília. 2012.

BURGES, H.D. (Ed.). **Formulation of microbial biopesticides**. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 1998.

CANAL AGRO. **Bioinsumos: o que são e para que servem?**, 2020. Disponível em: <<https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/bioinsumos-o-que-sao-e-para-que-servem/>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

CROPLIFE. **Cresce a adoção de produtos biológicos pelos agricultores brasileiros**, 2021. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/noticias/cresce-a-adocao-de-produtos-biologicos-pelos-agricultores-brasileiros/>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

CROPLIFE BRASIL. **Regulamentação de produtos biológicos**, 2020. Disponível em: <<http://croplifebrasil.org/produtos-biologicos/regulamentacao-de-produtos-biologicos/>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

DECRETO Nº 10.375, de 26 de maio de 2020. **Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos**. Recuperado de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10375.htm.

EAPEN, S.J.; BEENA, B.; RAMANA, K.V. Tropical soil microflora of spice-based cropping systems as potential antagonists of root-knot nematodes. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.88, p.218-225, 2005.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS:

- EPAMIG. Insetos na folha, 2015. **Revista Cultivar**. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/insetos-na-folha>>. Acesso em: 08 fev. 2022.
- FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. **Nematologia de Plantas: fundamentos e importância**. Norma Editora, 2016.
- FERRAZ, S.; SANTOS, M.A. Controle biológico de fitonematóides pelo uso de fungos. **Revisão Anual de Proteção de Plantas**, v.3, p.283-314, 1995.
- FONTES, E.M.G.; VALADARES-INGLIS, M.C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 510 p.
- GONÇALVES, F.L. **Diversidade de inimigos naturais de pragas do cafeeiro em diferentes sistemas de cultivo**. Tese de doutorado em Agronomia/Entomologia – Lavras: UFLA, 2013.192 p.
- HALFELD-VIEIRA, B.A.; MARINHO-PRADO, J.S.; NECHET, K. de L.; MORANDI, M.A.B.; BETTIOL, W. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.
- IFOPE. **Controle Biológico: o que é, para que serve, benefícios e quais os tipos de controle**, 2022. Disponível em: <<https://blog.ifopecom.br/controle-biologico-na-agricultura/>>. Acesso em: 08 fev. 2022.
- IVERSON, A.L.; GONTHIER, D.J.; PARK, D.; ENNIS, K.K.; BURNHAM, R.J.; PERFECTO, I.; RAMOS RODRIGUEZ, M.; VANDERMEER, J.J. A multifunctional approach for achieving simultaneous biodiversity conservation and armer livelihood in coffee agroecosystems. **Biological Conservation**, v. 238, p. 108-179, 2019.
- MAPA. **ATO Nº 6, DE 23 DE JANEIRO DE 2014**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/arquivos/ato-no-6-de-23-de-janeiro-de-2014-agentes-microbiologicos-de-controle.pdf/view>>. Acesso em: 08 jun. 2021.
- MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento registra recorde de 95 defensivos biológicos em 2020**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/Mapa-registra-recorde-de-95-defensivos-biologicos-em-2020/>>. Acesso em: 08 fev. 2022.
- NUNES, J.F.; MARTINS, F.K.; FRANKLIN, A.M.; COSTA, E.S. Inimigos naturais da broca-do-café e do bicho-mineiro do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Passos, MG. **Ciência et Praxis**, v. 11, p. 115-119, 2018.
- PARRA, J.R.P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, p. 420-429, 2014.
- PARRA, J.R.P.; GONÇALVES, W; GRAVENA, S.; MARCONATO, A.R. Parasitos e predadores do bichomineiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) em São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 6, n. 1, p. 138-143, 1977.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS:

- RAMAKRISHNA, W.; YADAV, R.; LI, K. Plant growth promoting bacteria in agriculture: two sides of a coin. **Applied Soil Ecology**, v. 138, p. 10-18, 2019.
- RAMPELOTTO, P.H.; FERREIRA A. DE S.; BARBOZA, A.D.M.; ROESCH, L.F.W. Changes in diversity, abundance, and structure of soil bacterial communities in Brazilian Savanna under different land use systems. **Microbial Ecology**, v. 66, n. 3, p. 593-607, 2013.
- ROCHA, A.F.B., SIQUIEROLI, A.C.S., SILVA, A.A.S.; CARNEIRO, A.M.L.; VASCONCELOS, B.N.F.; GONDIM, D.D.R. Soil quality indicators in agroecological systems in the Cerrado of Minas Gerais, Brazil. **Sociedade & Natureza**, v. 34, e62940, 2022. DOI: 10.14393/SN-v34-2022-62940
- SANTINATO, R.; SANTINATO, F.; ECKHARDT, C.F.; GONÇALVES, V.A.; CORSINI, P.R. Beauveria bassiana koopert aplicada em lavoura de café, na ausência de fungicidas, para controle da broca do café, nas condições de sul de Minas e Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. 43., 2017a, Poços de Caldas. **Anais [...]**. Poços de Caldas, 2017.
- SANTOS, J.C.S, AGUILERA, J.G, VIAN, R., SANTOS, C.S.O., BARBOSA, A. 2018. Conference: **2 Fórum de Agricultura Sustentável**. DOI: 10.13140/RG.2.2.32142.31046.
- SARE Outreach, 2005. **Principal Insect Pathogens**. Disponível em: <<https://www.sare.org/publications/manage-insects-on-your-farm/beneficial-agents-on-the-farm/principal-insect-pathogens/>>. Acesso em: 07 jun. 2021.
- SEAPA. EPAMIG. participa de discussões sobre uso de predadores naturais para controle da broca-do-café. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/ajuda/story/3937-epamig-participa-de-discussoes-sobre-uso-de-predadores-naturais-para-controle-da-broca-do-cafe>>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- SENA, J. R. **Ministério da Agricultura lança Programa Nacional de Bioinsumos**, 2020. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2020/05/27/interna-brasil,858773/ministerio-da-agricultura-lanca-programa-nacional-de-bioinsumos.shtml>>. Acesso em: 07 jun. 2021.
- SILVA, C. A. D. **Microorganismos entomopatogênicos associados a insetos e ácaros do algodoeiro**. Documentos 77. EMBRAPA, Campina Grande, 2000. 42p.
- STIRLING, G.R. **Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects**. Wallingford: CAB International, 1991. 282p.
- TIBOLA, C. M. **Vírus do bem? Sim, eles existem**, 2020. Disponível em <<http://www.pragas.com.vc/virus-do-bem-existem-para-controle-biologico-de-pragas-agricolas/>>. Acesso em: 07 jun. 2021.
- USTA, C. **Microorganisms in Biological Pest Control - A Review (Bacterial Toxin Application and Effect of Environmental Factors)**. In: SILVA-OPPS, M. (Ed.). *Current Progress in Biological Research*, IntechOpen, London. 2013.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS:

VALICENTE, F.H.; LANA, U.G.P.; PEREIRA, A.C.P.; MARTINS, J.L.A.; TAVARES, A.N.G. **Riscos à produção de biopesticida à base de *Bacillus thuringiensis***. Circular Técnica, 239. Sete Lagoas, MG, 2018.

VALICENTE, F.H. Controle biológico de pragas com entomopatógenos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 251, p. 48-55, jul./ago. 2009.

VASSILEV, N.; VASSILEVA, M.; MARTOS, V.; GARCIA DEL MORAL, L.F.; KOWALSKA, J., TYLKOWSKI, B.; MALUSÁ, E. Formulation of microbial inoculants by encapsulation in natural polysaccharides: focus on beneficial properties of carrier additives and derivatives. **Frontier in Plant Science**, v. 11, p. 1–9, 2020.



ISBN n° 978-65-86084-59-7



9786586 084597

APOIO:

Tim Hortons

 **VOLCAFE**