

PRODUTOS BIOLÓGICOS NO MERCADO BRASILEIRO PARA CONTROLE DE PRAGAS



<https://doi.org/10.22533/at.ed.326122422108>

Data de submissão: 01/02/2025

Data de aceite: 03/02/2025

Camila Da Silva Lima

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Pará – Pa
<http://lattes.cnpq.br/3543298104002957>

Dandara Lima De Souza

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Pará – Pa
<http://lattes.cnpq.br/5576307967366617>

Daniele Monteiro Ribeiro

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Pará – Pa
<http://lattes.cnpq.br/0147006830715190>

Jhon Anderson Chaves De Araújo

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Pará – Pa
<http://lattes.cnpq.br/5884975318468097>

Ivy Laura Siqueira Saliba Machado

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Pará – Pa
<http://lattes.cnpq.br/7917119821946050>

Gleicilene Brasil De Almeida

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Pará – Pa
<http://lattes.cnpq.br/0125039901485027>

Laila Brabo Pacheco

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Pará – Pa
<http://lattes.cnpq.br/6336773338574669>

Rita De Cássia Santa Brígida

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Pará – Pa
<http://lattes.cnpq.br/7785322359868531>

Telma Fátima Vieira Batista

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Pará – Pa
<http://lattes.cnpq.br/8251281115341075>

Gledson Luiz Salgado De Castro

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Instituto de ciências agrárias, Pará – Pa
<http://lattes.cnpq.br/7980739792448566>

RESUMO: Visando atender as demandas de maior sustentabilidade na agricultura brasileira, a utilização de bioinsumos representa uma alternativa estratégica para o manejo integrado de pragas e doenças, evidenciando-se pela eficiência, menor impacto ambiental e conformidade com as demandas dos atuais consumidores mais exigentes e as regulamentações mais rigorosas. No Brasil, atualmente, os bioinsumos alcançaram crescimento de 15% na safra de 2023/2024, movimentando cerca de R\$ 5 bilhões, com destaque para produtos microbiológicos, que representaram 79,23% dos registros

efetivados. Fungos e bactérias como *Trichoderma spp.*, *Bacillus spp.*, *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, são os mais utilizados para o manejo de pragas e doenças. Simultaneamente, inovações desenvolvidas por empresas como Syngenta, Bayer e Bioceres confirmaram o potencial de crescimento do setor. A expansão na utilização de produtos biológicos no Brasil, não apenas contribui para a diminuição dos impactos ambientais provenientes do uso de pesticidas químicos, mas também fortalece a competitividade no mercado global, atendendo crescente demanda por alimentos produzidos de forma racional, comprometimento na preservação do meio ambiente e ecologicamente sustentável.

Palavras- Chave: Sustentabilidade, Agricultura, bioinsumos.

BIOLOGICAL PRODUCTS IN THE BRAZILIAN MARKET FOR PEST CONTROL

ABSTRACT: In order to meet the demands for greater sustainability in Brazilian agriculture, the use of bio-inputs represents a strategic alternative for the integrated management of pests and diseases, characterised by their efficiency, lower environmental impact and compliance with the demands of today's more demanding consumers and stricter regulations. In Brazil, bio-inputs currently grew by 15% in the 2023/2024 crop year, generating a turnover of around R\$5 billion, especially microbiological products, which accounted for 79.23% of registrations. Fungi and bacteria such as *Trichoderma spp.*, *Bacillus spp.*, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* are the most widely used for pest and disease management. At the same time, innovations developed by companies such as Syngenta, Bayer and Bioceres have confirmed the sector's growth potential. The expansion in the use of biological products in Brazil not only contributes to reducing the environmental impact of the use of chemical pesticides, but also strengthens competitiveness in the global market, meeting the growing demand for food produced in a rational, environmentally friendly and ecologically sustainable way.

Keywords: Sustainability, Agriculture, bio-inputs.

INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro exportou em agosto de 2024 US\$14,14 bilhões, sendo os principais produtos vegetais o complexo de soja (31,6%) e complexo sucroalcooleiro (13,5%). Projeções do Agronegócio para as safras de 2032/33, mostra crescimento extraordinário da agricultura brasileira, prevendo aumento de 27,3% para cultura do milho e 20,6% na cultura da soja (MAPA, 2024).

Devido a expansão agrícola no país, as pragas são um dos principais problemas importantes, com danos econômicos, pois, pode provocar danos diretos ou como vetores de doenças. As pragas de maiores riscos fitossanitários do Brasil, são os insetos (42%) e os fungos (28%), com isso, o controle de pragas se torna imprescindível para reduzir os danos causados a agricultura e assegurar a maior produção de alimentos (WANG, QIN, TANG, 2019; MAPA, 2022).

O controle químico é o método mais utilizado para o controle de pragas, entretanto, o uso indiscriminado provoca sérias complicações na agricultura, como surgimento de populações resistentes e consequente aumento das pragas, diminuição da fauna benéfica, além de causar problemas ambientais (HUANG et. al., 2019). A União Europeia, é onde mais se consome produtos com menos resíduos tóxicos e optou por proibir vários ingredientes ativos importantes na agricultura, propondo alto índice de redução, ou seja, 50% nos pesticidas químicos até 2030.

A busca por maiores produtividades, assegurando a sustentabilidade no sistema de produção alavancou o crescimento do mercado de biopesticidas, devido à crescente demanda do consumidor por alimentos produzidos organicamente e de forma sustentável, juntamente com regulamentações governamentais cada vez mais rigorosas relativas a pesticidas sintéticos. No Brasil, o método de controle biológico surgiu a partir da implementação do MIP (Manejo Integrado de Pragas), na década de 1960 com auxílio importante dos programas de pós-graduação em estudos em entomologia aplicada (PARRA, 2014).

Sendo assim, o método de controle biológico é uma das alternativas para enfrentar os desafios de uma agricultura sustentável, pois além de diminuir a aplicação dos inseticidas químicos, os produtos biológicos possuem menor impacto na saúde humana e no meio ambiente (PARANHOS et. al., 2019).

Neste capítulo, objetivou-se descrever a dinâmica da evolução do mercado brasileiro com o uso de bioprodutos para o controle de pragas agrícolas.

MERCADO BRASILEIRO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS

Os consumidores aumentaram o critério de consumo, estão mais exigentes, dando preferência a opções mais saudáveis, onde os agricultores devem se adaptar a novos métodos de manejo de cultivos que assegurem esse novo modelo de demanda do mercado, o que aumenta o consumo por biopesticidas à medida que mais agricultores tendem aos padrões orgânicos, gerenciando as populações de pragas de forma eficaz.

Os biopesticidas derivados de fontes naturais como microrganismos, extratos vegetais e outros compostos orgânicos podem ser utilizados na agricultura orgânica e não-orgânica, criando um ambiente de cultivo mais sustentável (BALDINI; MENDIZÁBAL, 2019).

No caminho da agricultura moderna, a produção brasileira de bioinsumos tem crescimento anual de 30%, enquanto o resto do mundo apresenta crescimento de 18%, dessa forma os bioinsumos são atualmente uma das maiores apostas de sustentabilidade e estão em constante expansão. No Brasil, houve crescimento de 15% na safra de 2023/2024, em comparação à safra anterior, atingindo as vendas de R\$ 5 bilhões (MAPA, 2024).

Segundo a CropLife Brasil (CLB), no contexto do mercado global a estimativa é que a taxa anual de crescimento até 2032, seja entre 13% e 14%, o que corresponde a US\$ 45 bilhões, valor três vezes maior que o atual. O segmento mais representativo entre os bioinsumos são os produtos de controle biológico, estimados em 57% do mercado e tendo previsão que devem continuar como o maior representante.

No Brasil a avaliação e registro dos bioinsumos, produtos biológicos ou bioprodutos é controlado por três agências governamentais: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Produtos biológicos possuem maior prioridade em relação aos químicos no que tange ao registro frente aos órgãos competentes, pois, desde a publicação do Decreto nº 4.074/2002 que prioriza os produtos de baixa toxicidade, a avaliação desses produtos tende a acontecer em menor tempo, enquanto defensivos químicos podem chegar até 10 anos.

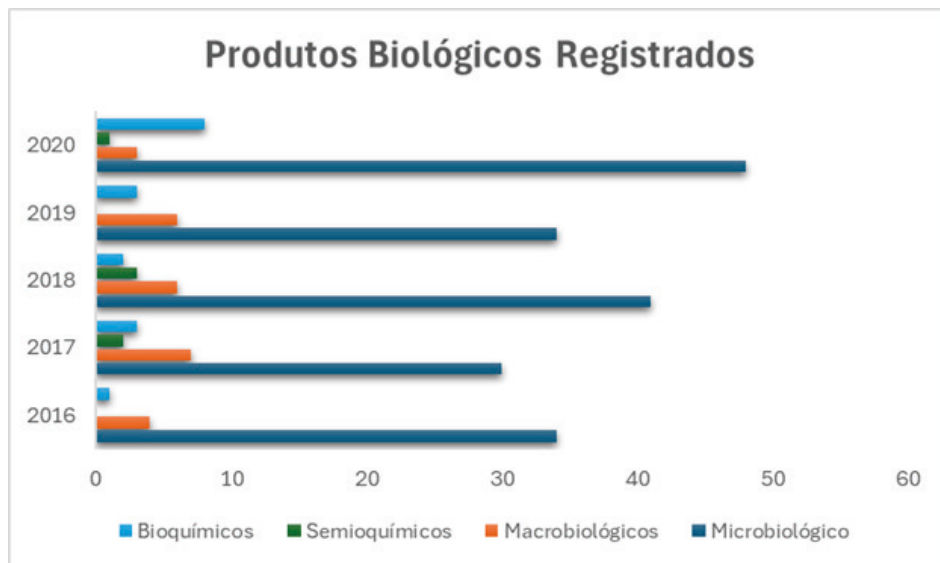
Um dos fatores para que esse tempo de avaliação seja alcançado é por meio das Instruções Normativas Conjuntas (INC) do MAPA, que os dispensam de algumas exigências daquelas solicitadas aos produtos de origem 100% química e estabelecem protocolos diferenciados para cada grupo de biodefensivos.

Todas essas medidas impulsionaram o mercado brasileiro, para o aumento do número de aprovações de produtos de base biológica para o controle de pragas e de doenças. De acordo com dados da Anvisa, em 2022, foram finalizadas as análises do total de 157 pedidos, representando aumento de 70% em relação às solicitações concluídas em 2021 (ANVISA, 2023).

Dentre os produtos biológicos de controle disponíveis para os agricultores brasileiros realizarem o biocontrole em suas lavouras, os fungos e bactérias lideram o ranking de ingredientes ativos usados (AGROFIT,2024).

Os produtos biológicos de controle podem ser classificados em dois grupos: os que possuem substâncias químicas naturais (semioquímicos e bioquímicos) e os que possuem agentes biológicos de controle (microbiológicos e macrobiológicos).

Entre esses os produtos com maiores números registrados são os microbiológicos (Fungos, vírus, bactérias etc.) que apresentam 79,23% dos produtos registrados, seguido dos macrobiológicos que detêm cerca de 11,01%, os semioquímicos e bioquímicos detêm somente 9,74% de percentual dos registros (Figura 1).



Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; setembro de 2020 (Adaptado)

Na legislação brasileira os macrorganismos são os agentes biológicos de controle, entre esses agentes registrados oito são insetos, quatro ácaros e três nematóides.

Dentre os insetos pode-se citar os parasitóides que são inimigos naturais com ampla utilização no controle biológico e são aqueles que vivem como parasitas durante a fase do desenvolvimento larval, sendo os adultos de vida livre. Alguns exemplos de culturas afetadas por pragas cujo controle biológico é eficaz, destacam-se: *Cotesia flavipes* e *Trichogramma galloi* (vespas) no controle da broca *Diatraea saccharalis* (mariposa), na cultura da cana-de-açúcar, *Trichogramma pretiosum* (vespa) no controle das lagartas *Tuta absoluta*, *Helicoverpa zea*, *Spodoptera frugiperda*, (mariposas), na cultura da soja e milho (MAPA, 2020).

Recentemente o lançamento da nova ER 51 que tem como ingrediente ativo a pequena vespa parasitoide, chamada *Tetrastichus howardi*, para o manejo de duas pragas importantes no campo: broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) e lagarta-de-cor-parda (*Thyrinteina arnobia*) (MAPA, 2022).

Os ácaros apresentam hábitos alimentares diversos, enquanto algumas espécies se alimentam de materiais vegetais (fitófagos), outras são predadoras e se alimentam de ácaros fitófagos e pequenos insetos. A utilização de ácaros predadores para o controle de pragas agrícolas iniciou nos anos da década de 1960 e alguns desses macrorganismos estão presentes em produtos biológicos disponíveis no Brasil como: *Neoseiulus californicus* e *Phytoseiulus macropilis* no controle de *Tetranychus urticae* (ácaro rajado) na cultura da soja e milho, *Amblyseius tamatavensis* no controle de *Bemisia tabaci* (mosca branca) na cultura do feijão (FONTES & VALADARES-INGLIS, 2020; MAPA, 2020).

Dentre os microbiológicos, os mais comercializados para o controle de doenças de plantas, são produtos à base de *Trichoderma* (*Trichoderma asperellum*, isolado SVG-00124-F, isolado URM 8117, *Trichoderma harzianum*, isolado SVG-00003-F, cepa CCT 7589, cepa BRM 29600, *Trichoderma hamatum*, Cepa SYM37537 e *Bacillus* (*Bacillus amyloliquefaciens* CCT8135, isolado SVG-0036-B, isolado IMA 412, *Bacillus subtilis*, isolado SVG-0037-B, *Bacillus amyloliquefaciens* CCT8135, *Bacillus velezensis* CCT8136) (AGROFIT, 2024).

Para o controle de nematoides, os agentes biológicos mais registrados são a base de fungos entomopatogênicos (*Arthrobotrys* spp., *Purpureocillium lilacinum* e *Pochonia chlamydosporia*) e as bactérias (*Pasteuria penetrans* e *Bacillus* spp.). (FONTES & VALADARES-INGLIS, 2020).

O fungo *Pochonia chlamydosporia* possui capacidade de parasitar ovos e fêmeas de nematoides, bem como de sobreviver no solo em condições desfavoráveis e as bactérias, especialmente as relacionadas aos *Bacillus* podem produzir enzimas que são capazes de degradar as paredes celulares dos nematoides, levando-o à morte. Além disso, as bactérias podem secretar compostos antimicrobianos que criam ambiente desfavorável para a sobrevivência dos nematoides. Na soja *Bacillus velezensis* e o fungo *Pochonia chlamydosporia* são utilizados ovicidas no controle de eclosão de ovos e forma juvenis de nematoides reduzindo a infestação nas áreas comerciais (MEYER, et al., 2022).

Para o controle de insetos-pragas os principais inseticidas microbiológicos registrados para o mercado brasileiro, são a base de *Bacillus* (*Bacillus subtilis* cepa N5, *Bacillus subtilis*, isolado CCT 7993, CCTB04, *Bacillus thuringiensis*, isolados CCTB22, CCTB23 e CCTB25) e fungos entomopatogênicos: *Beauveria bassiana* ASN 053, *Beauveria bassiana*, isolados CBMAI 2359, CG 1420 e isolado ESALQ 1432, *Metarhizium anisopliae* ASN 054, *Metarhizium anisopliae* BV12, *Metarhizium anisopliae*, Cepa CCT8094, *Metarhizium rileyi* CG 1153, *Isaria javanica*, isolado BV14 e somente dois produtos a base de *Brevibacillus laterosporus* (isolado CCT492 e isolado CCT492) (AGROFIT, 2024).

Os *Bacillus thuringiensis* (Bt), são os bioinseticidas mais amplamente utilizados devido a toxicidade inseticida especificamente contra lepidópteros, coleópteros, dípteros e outras pragas. Ao longo do ciclo de vida do Bt, durante a esporulação a bactéria produz fatores de virulência como as toxinas cristalinas (Cry) (endotoxina). A ingestão oral é a principal via de entrada bacteriana nos insetos e ao serem ingeridas as toxinas cristalinas (Cry) danificam as células do intestino médio, tornando-as permeáveis e resultando em septicemia e morte de insetos (GRIZANOVA et al., 2023).

A *Beauveria bassiana*, é um fungo entomopatogênico com o espectro de hospedeiros mais amplo entre todos os fungos filamentosos entomopatogênicos (EPF) e *Metarhizium anisopliae* é amplamente utilizado como agente de biocontrole na agricultura, devido aos diversos mecanismos de ação e adaptabilidade a várias condições de campo, pois, os fungos ao aderirem às cutículas dos insetos, as células fúngicas secretam um complexo de enzimas hidrolíticas, como quitinases, proteases, (ZHANG et al., 2024; YAMINI et al., 2024) e glucanases que auxiliam desde a liberação do tubo germinativo do esporo, amolecimento da cutícula e grampo de penetração no corpo do inseto.

INOVAÇÕES E CRESCIMENTO DO SETOR

Algumas inovações no setor demonstram o crescimento e importância dos bioinseticidas, no final de 2023, por exemplo, a Syngenta lançou o CERTANO, seu primeiro produto biológico com ação nematocida e fungicida, recomendado para controle de: Fusariose (*Fusarium solani*), Nematóide-das-galhas (*Meloidogyne incognita*), Tombamento (*Rhizoctonia solani*), Podridão-cinza-do-caule (*Macrophomina phaseolina*), Nematóide-das-lesões (*Pratylenchus brachyurus*), entre outros (Agrolink, 2023)

Em outubro de 2024, o Secretário de Defesa Agropecuária do Brasil, apresentou o cenário regulatório do país para produtos biológicos no Annual Biocontrol Industry Meeting (ABIM), enfatizando como o governo brasileiro está impulsionando a expansão do setor de bioinsumos como parte de seu compromisso com a agricultura sustentável (MAPA, 2024).

Segundo MarketsandMarkets, 2024 a Bioceres Crop Solutions anunciou que o Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil (MAPA) aprovou três novas soluções bioinseticidas e bionematocidas derivadas de células inativadas da plataforma Burkholderia.

A Bayer assinou acordo com a AlphaBio Control, sobre o novo inseticida biológico com previsão de lançamento para 2028. Este novo inseticida será o primeiro do gênero disponibilizado para culturas aráveis, como sementes oleaginosas, colza e cereais (BAYER, 2024).

A FMC Corporation e a Optibrium assinaram acordo para acelerar a descoberta de novas tecnologias de proteção de cultivos, incluindo biopesticidas usando aprendizado de máquinas e inteligência artificial (FMC CORPORATION, 2024)

A Badische Anilin- und Sodafabrik (BASF) investiu na construção de uma nova fábrica de fermentação para produtos de proteção de cultivos biológicos e biotecnológicos na Alemanha. A fábrica deve começar a operar no segundo semestre de 2025 e incluirá fungicidas biológicos e tratamentos de sementes, entre outros produtos valiosos, para ajudar os agricultores (BASF, 2023).

No Brasil, o agronegócio ocupa papel importante e fundamental na economia e apresenta projeções crescentes para o futuro, com isso as pragas são um dos principais fatores de entrave para o desenvolvimento, com potenciais danos ecológicos e econômicos. Tradicionalmente, o método químico tem sido predominante nas áreas agrícolas e florestais, mas seu uso envolve riscos, como a contaminação ambiental e riscos à saúde humana.

Mas devido à demanda crescente por alimentos mais seguros com menor índice de resíduos tóxicos à saúde humana, as regulamentações governamentais estão mais rigorosas aos produtos químicos destinados à agricultura, e o mercado dos bioinsumos é alternativa altamente vantajosa para a redução dos impactos ambientais, além de contribuir também para a redução do efeito estufa, pois alguns produtos químicos em excesso podem liberar diferentes gases tóxicos ao meio ambiente. Ressalta-se que o comércio de biopesticidas está em expansão global, devido aos avanços da biotecnologia que permite o desenvolvimento de produtos biológicos mais eficientes e economicamente viáveis. Tornando o Brasil, em destaque na produção de alimentos mais seguros, com o agronegócio sustentável, baseado na agricultura moderna e na agricultura 5.0, onde é preconizado o uso de tecnologias inovadoras, onde possamos produzir em escala, mas que mantenha a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AGROFIT (SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS): Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 19 de Novembro de 2024. Base de dados.

Agrolink. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/certano_11397.html. Acesso em 08 de Janeiro de 2025.

ANVISA (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA). 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2023/anvisa-divulga-numero-de-produtos-de-base-biologica-aprovados-em-2022-para-uso-na-agricultura>. Acesso: 13.11.2024

BALDINI, C.; MENDIZÁBAL, A. Entre los commodities, el agronegocio y una población que demanda avanzar hacia la agroecología: pensar las políticas públicas agroecológicas en Argentina a partir de la reflexión sobre experiencias en Francia. **Cardinalis**, Argentina v. 7, n. 13, p. 82- 116, dec. 2019. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cardinal/article/view/27169>. Acesso em: 20 de Outubro 2024.

BASF: Disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/informacoes-a-imprensa/2023/basf-construir-nova-fabrica-de-fermentacao-para-produtos-de-protecao-de-cultivos-na-alemanha>

BAYER: Disponível em: <https://www.bayer.com/media/en-us/bayer-aims-to-launch-first-bioinsecticide-for-arable-crops/> . ACESSO: 12.12.2024.

BETTIOL, W., MORANDI, M. A. B., PINTO, Z. V., DE PAULA JÚNIOR, T. J., CORREA, E. B., MOURA, A. B., BEZERRA, J. L. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 155 p.

CROPLIFE BRASIL: Disponível em: <https://croplifebrasil.org/bioinsumos>. Acesso em 02 de Dezembro de 2024.

EL SHEIKHA, A. F. Tracing insect pests: is there new potential in molecular techniques. **Insect Molecular Biology**, v. 28, n. 6, p. 759-772, Dec. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/imb.12601>

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília – DF: Embrapa, 2020. 510 p.

FMC CORPORATION (an agricultural Sciences Company): Disponível em: <https://ag.fmc.com/za/en/trending-topics/fmc-corporation-and-optibrium-collaboration-aims-accelerate-discovery-novel-crop>

GRIZANOVA, E. V., KRYTSYNA, T. I., KALMYKOVA, G. V., SOKOLOVA, E., ALIKINA, T., KABILOV, M., DUBOVSKIY, I. M. Virulent and necrotrophic strategies of *Bacillus thuringiensis* in susceptible and resistant insects, *Galleria mellonella*. **Microbial Pathogenesis**, v. 175, p.105958, Fev.2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105958>

HUANG, L., CHEN, X., Tan, X., CHEN, X., LIU, X. A stochastic predator–prey model for integrated pest management. **Advances in Difference Equations**, p. 1-10, Aug. 2019. Disponível em : <https://doi.org/10.1186/s13662-019-2291-1>

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA). Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/lider-global-na-utilizacao-de-bioinsumos-brasil-apresenta-panorama-regulatorio-de-registros-biologicos-na-abim>. Acesso: 12.12.2024.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA). Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agronegocio-somam-mais-de-us-14-bi-em-agosto>. Acesso: 23 de Novembro de 2024.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA). Hierarquização de pragas de maior risco fitossanitário do Brasil, Brasília – DF: MAPA, 2022 <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-divulga-lista-com-hierarquizacao-de-pragas-de-maior-risco-fitossanitario>. Acesso: 23 de Novembro de 2024.

MARKETSANDMARKET. Disponível em: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/agricultural-biological-market-100393324.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAu8W6BhC-ARIsACEQoDAzJ3N9HkSF90uhOJ8UuEGxFiCr7enHNz8JuCfQ1WbwdcoguMfBD_EaAjEgEALw_wcB. Acesso em 22 de Outubro, 2024.

PARRA, J. R. P. **Biological control in Brazil: an overview**. Scientia Agricola, v. 71, n. 5, p. 345-355, June. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>

PARANHOS, B. J.; NAVA, D. E.; MALAVASI, A. Biological control of fruit flies in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e26037, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.26037>

WANG, P.; QIN, W.; TANG, G. Guangyao. Modelling and Analysis of a Host-Parasitoid Impulsive Ecosystem under Resource Limitation. **Complexity**, v. 2019, ID do artigo 9365293. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/9365293>

YAMINI, R.; SHANMUGAM, P. S.; MURUGAN, M., GEETHA, N.; MEENAKSHI, P.; SRINIVASAN, T.; VIVEKANANDHAN, P. Effects of *Metarhizium anisopliae* on the Histochemistry and Enzymatic Activities of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v 62, p.103443, Dec. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2024.103443>

ZHANG, L. B.; YANG, Z. H.; GUAN, Y. A novel fungal sensor (Ngs1) of N-acetylglucosamine (GlcNAc) mediates the fungal response to GlcNAc in the interaction between entomopathogenic *Beauveria bassiana* and insect host. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.207, p.108206, Nov. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2024.108206>Obtenha direitos e conteúdo