

BIOECONOMIA: EXPERIÊNCIAS E CARACTERÍSTICAS DO CONTROLE BIOLÓGICO NA AMÉRICA DO SUL

BIOECONOMY: EXPERIENCES AND CHARACTERISTICS OF BIOLOGICAL CONTROL IN LATIN AMERICA

Gillyene Bortoloti; Renata Martins Sampaio

Pós-graduação do Instituto Biológico (IB), Instituto de Economia Agrícola (IEA)
gillyenebiologa@gmail.com.br

Grupo de Trabalho (GT): GT12. Impactos socioambientais das novas tecnologias no agronegócio

Resumo

Este artigo tem por objetivo caracterizar o contexto de desenvolvimento do controle biológico na América do Sul, explorando a realidade do Brasil, Argentina, Chile, Colômbia, Paraguai e Peru. A discussão teórica sobre a bioeconomia e o controle biológico encaminha metodologia apoiada na análise de informações organizadas em três dimensões: institucional, tecnológica e de governança, coletadas por meio de pesquisa documental, bibliográfica e dados secundários disponibilizados por órgãos oficiais. Os resultados apontam similaridades históricas e o crescente interesse em práticas sustentáveis presentes nos países selecionados, movimento percebido, especialmente a partir da década de 1990. Também foram identificadas diferenças nos modelos regulatórios, nas estruturas de análise e registro dos bioinsumos biológicos, assim como em sua disponibilidade. Da mesma forma, são notáveis entre os países as distintas trajetórias das estratégias de inserção do controle biológico e dos aportes contidos em políticas públicas, como os programas nacionais de apoio aos bioinsumos presentes no Brasil e na Argentina, e o centro de bioinsumos no Chile.

Palavras-chave: Insumos agrícolas. Biopesticidas. Sustentabilidade. Agrotóxicos. Tecnologias Agrícolas.

Abstract:

This article aims to characterize the context of biological control development in South America, exploring the reality of Brazil, Argentina, Chile, Colombia, Paraguay, and Peru. The theoretical discussion on bioeconomics and biological control directs methodology supported by the analysis of information organized into three dimensions: institutional, technological, and governance, collected through documentary and bibliographic research and secondary data provided by official bodies. The results point to historical similarities and the growing interest in sustainable practices present in the selected countries, a trend perceived especially since the 1990s. Differences were also identified in regulatory models, structures for analysis and registration of biological inputs, as well as their availability. Similarly, notable among the countries are the distinct trajectories of biological control insertion strategies and contributions contained in public policies, such as national programs supporting bio-inputs in Brazil and Argentina, and the bio-input center in Chile.

Key words: Agricultural inputs. Biopesticides. Sustainability. Agrochemicals. Agricultural technologies.

1. Introdução

A busca por práticas agrícolas mais sustentáveis, como o controle biológico de pragas e doenças, é impulsionada pela necessidade de garantir a sustentabilidade ambiental, segurança alimentar, saúde humana e animal, eficiência econômica e inovação na agricultura. Esse impulso é evidenciado pelo significativo crescimento do mercado internacional de bioinsumos, que, em 2021, respondeu por mais de 4% do mercado de agroquímicos. As previsões apontam que, até 2026, esse mercado alcance US\$ 18,5 bilhões, em um movimento que prioriza a conservação da biodiversidade, assegurando a exploração adequada dos recursos biológicos e reduzindo o uso de insumos de origem química, os agroquímicos. Esses espaços posicionam o controle biológico em sintonia com as construções teóricas da bioeconomia em sua perspectiva econômica pautada no uso de recursos biológicos renováveis em diversos setores, incluindo a agricultura e sua agregação de valor (BULLOR et al., 2023; HORLINGS; MARSDEN, 2011).

O controle biológico consiste no uso de macrorganismos, como joaninhas e vespas, e microrganismos, como fungos e bactérias, para gerenciar a presença de pragas e doenças nos sistemas de produção agrícola. Essa abordagem está inserida em estratégias de produção, como o manejo integrado de pragas e doenças, que preconiza a adaptação contínua às mudanças nas condições ambientais e nas demandas da produção agrícola. Ao explorar as interações naturais entre organismos vivos, o controle biológico busca manter o equilíbrio biológico nos ecossistemas agrícolas, oferecendo alternativas fundamentais para reduzir a dependência e os impactos dos insumos químicos (BORTOLOTTI; SAMPAIO, 2023; DINIZ; BERMANN, 2012; ROMEIRO; REYDON; LEONARDI, 2001).

Esse conjunto de tecnologias que permeiam o controle biológico vem desempenhando papel crucial na promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis no mundo e também na América do Sul. O crescente reconhecimento dos impactos adversos dos insumos químicos na agricultura impulsiona a necessidade urgente de transição para métodos mais sustentáveis. Em uma região caracterizada pela diversidade climática e agrícola, como a América do Sul, essa transição é essencial não apenas para garantir a segurança alimentar e a preservação ambiental, mas também para impulsionar o desenvolvimento econômico (BETTIOL et al., 2014).

Uma parcela significativa da agricultura latino-americana tem historicamente dependido fortemente do uso intensivo de insumos químicos, refletindo uma transformação produtiva associada à revolução verde e às *commodities* agroindustriais. No entanto, à luz do crescente reconhecimento dos impactos ambientais, sociais e econômicos desse modelo sociotécnico, torna-se evidente a necessidade de uma mudança. Nesse contexto, o controle biológico emerge como uma alternativa promissora, alinhada aos princípios da agricultura sustentável, desempenhando um papel fundamental na transição para práticas agrícolas mais sustentáveis.

Nesse sentido, este artigo tem por objetivo caracterizar o contexto de desenvolvimento do controle biológico na América do Sul em resposta à seguinte questão condutora: Como os países da América do Sul têm trabalhado o desenvolvimento dos bioinsumos para controle biológico? Que estruturas de apoio podem ser identificadas? Quais semelhanças e diferenças podem ser percebidas? Dessa forma, para tratar do objetivo estabelecido, foram selecionados seis países da América do Sul, dentre eles Brasil, Argentina e Paraguai, que se destacam na produção de *commodities* agroindustriais, assim como Colômbia, Chile e Peru, com produções que permeiam mercados pautados pela qualidade e valor agregado.

A pesquisa foi conduzida considerando três dimensões: institucional, tecnológica e governança, e o texto organizado em quatro seções além desta introdutória, seguida por uma seção que posiciona a discussão sobre a interação entre controle biológico, bioeconomia e desenvolvimento sustentável. Na sequência, as próximas seções apresentam a metodologia adotada, discutem os resultados obtidos e tratam das conclusões e considerações finais.

2. Bioeconomia: tecnologias biológicas no desenvolvimento sustentável

Os esforços de pesquisa e construção do debate sobre bioeconomia remontam à década de 1980; no entanto, o termo "bioeconomia" ganhou destaque apenas nos anos 2000. Esse período marca um avanço significativo no uso da biotecnologia, com o país se destacando em pesquisas de melhoramento, especialmente no desenvolvimento de variedades transgênicas de culturas importantes, como soja, milho e algodão, além do crescente uso de biomassa na produção de biocombustíveis, bioeletricidade e em processos industriais, especialmente aqueles vinculados à produção da cana-de-açúcar. Esses avanços científicos e tecnológicos refletem uma crescente conscientização sobre a importância dos recursos biológicos e renováveis na economia nacional (TORRES et al., 2022).

A discussão em torno da bioeconomia encontra eco nas ideias de Nicholas Georgescu-Roegen, que propôs uma abordagem integrada combinando princípios da biologia com processos econômicos. Ele destacou que o crescimento econômico ilimitado entra em conflito com as leis biofísicas da natureza, uma dentre outras reflexões e debates que influenciaram as discussões sobre desenvolvimento sustentável, notadamente evidenciadas no Relatório Brundtland de 1987. Esses debates destacam a necessidade de uma abordagem mais ampla que reconheça as interações entre economia, sociedade e meio ambiente para promover o desenvolvimento sustentável (BASTOS et al., 2022; MAIA, SHIBATA, ROMÃO, 2021; MUELLER, 1999; SILVA, PEREIRA, MARTINS, 2018; GAIO, 2019).

Os argumentos de Georgescu-Roegen têm como contraponto a evolução do pensamento econômico e sua negligência com os problemas ambientais em uma abordagem unidimensional da economia. Isso tem motivado o debate em direção a uma abordagem mais integrada, com destaque para duas correntes: a economia ambiental neoclássica e a economia ecológica. Enquanto a primeira baseia-se nos construtos teóricos tradicionais da economia neoclássica para analisar os problemas ambientais a partir de construtos da oferta, demanda e preços, a segunda adota uma visão mais ampla e interdisciplinar, priorizando a sustentabilidade e a integração de sistemas naturais e sociais. Embora distintas em suas estruturas de análise, refletem visões e abordagens dos aspectos ambientais na análise econômica contemporânea (ANDRADE, 2008; ROMEIRO; REYDON; LEONARDI, 2001; BASTOS et al., 2022; CLANCHE, FOLLIARD, 2011).

Nesse conjunto de novas frentes podem ser colocadas diferentes abordagens econômicas relacionadas à sustentabilidade, como a economia regenerativa, economia de baixo carbono, economia de serviços ecossistêmicos, economia circular e a bioeconomia, dentre outras. Cada uma delas com seus próprios enfoques e objetivos, no entanto, todas compartilham a preocupação central com a promoção da sustentabilidade e o equilíbrio entre as atividades humanas e a proteção do meio ambiente (AZEVEDO, 2015; GONÇALVES; BARROSO, 2019; BERTO, FERRAZ; REBELATTO, 2022; DE OLIVEIRA, 2017; DINIZ; BERMAN, 2012; BETTIOL et al., 2014).

A bioeconomia, por sua vez, emerge como uma concepção relativamente recente, resultado da convergência de diferentes especialidades e abordagens econômicas. Influenciada por correntes do pensamento econômico e outras disciplinas, essa abordagem se destaca pela interdisciplinaridade e pela ênfase na busca por soluções que promovam sistemas de produção renováveis de base biológica em substituição aos insumos fósseis, químicos e sintéticos, abrindo espaço para a valorização da produção agrícola sustentável (BALBINO et al., 2012; LOPES; CONTINI, 2012).

Essa nova visão econômica desafia as teorias tradicionais do desenvolvimento ao propor uma mudança na relação entre o homem e a natureza. A bioeconomia não apenas abrange uma ampla gama de setores e sistemas, mas também promove inovações na utilização e produção de insumos de base biológica. No entanto, para garantir sua eficácia e

sustentabilidade, é crucial a inovação em produtos e processos acompanhada de maneira responsável, considerando os impactos ambientais, sociais e econômicos (HORLINGS E MARSDEN, 2011).

Nesse contexto, Horlings e Marsden (2011) destacam a importância da reflexão crítica sobre o impacto da bioeconomia rural. Os autores ressaltam a necessidade de novos modelos de negócios e sistemas de produção, pautados no desenvolvimento socioeconômico e socioambiental, na inclusão socioprodutiva e a harmonia entre recursos naturais, ecossistemas e produção agrícola. Dessa forma, fica evidente a interdependência entre esses elementos e sua importância no desenvolvimento econômico mais resiliente e sustentável.

A bioeconomia posiciona o controle biológico como insumo fundamental para a redução do uso de matérias-primas de origem química, sintética e fóssil, e também como instrumento essencial na construção de sistemas sustentáveis de produção capazes de oferecer biomassa para compor processos agroindustriais também sustentáveis.

O controle biológico teve sua origem há séculos, na China, como uma prática para manejar pragas agrícolas de forma natural. Ao longo do tempo, essa abordagem encontrou prosperidade, mas também a concorrência dominante dos agroquímicos em várias regiões. Nas últimas décadas, tem experimentado um crescente interesse e construído suas bases científicas, tecnológicas e comerciais em diferentes países europeus, asiáticos e latino-americanos (BORTOLOTTI, 2022; PARRA, 2014; 2023).

O aumento do mercado internacional de bioinsumos, que atingiu US\$ 10,6 bilhões em 2021 e é projetado para chegar a US\$ 18,5 bilhões até 2026, não apenas reflete uma tendência econômica, mas também indica uma mudança de paradigma pautada na adoção de recursos biológicos e suas soluções sustentáveis. Em 2021, os bioinsumos para controle biológico representaram mais de 4% do mercado fitossanitário internacional (BULLOR et al., 2023; HORLINGS; MARSDEN, 2011).

A discussão colocada posiciona a importância de compreender como as tecnologias biológicas para controle de pragas e doenças estão sendo mobilizadas, incentivadas e utilizadas nos sistemas de produção agrícola e suas interações com as premissas da bioeconomia e seus processos de inovação. Para avançar nesse debate, a realidade da América do Sul é tomada como objeto de estudo, a partir do cenário existente no Brasil, Argentina, Colômbia, Chile, Paraguai e Peru.

3. Metodologia

Esta pesquisa, de natureza exploratória e descritiva, foi conduzida utilizando uma metodologia baseada na coleta, organização e análise de informações documentais, bibliográficas e dados secundários, abordando três dimensões distintas. Na primeira dimensão, a institucional, que se apoiou principalmente na pesquisa documental, foram agrupadas e analisadas informações relacionadas à evolução da legislação fitossanitária voltada para a introdução de bioinsumos para controle biológico, bem como políticas de incentivo ao desenvolvimento desses bioinsumos. A segunda dimensão abordou as estruturas de governança, reunindo informações sobre a interação entre organizações públicas e privadas envolvidas em atividades de pesquisa e regulação, com interfaces importantes com a primeira dimensão. A pesquisa bibliográfica foi o principal instrumento nessa etapa.

A terceira dimensão, a tecnológica, concentrou-se na coleta e análise de informações sobre a evolução do registro de bioinsumos para controle biológico, especialmente as classes agronômicas, ingredientes ativos e quantidades. Essas informações são disponibilizadas por órgãos oficiais responsáveis pela avaliação, registro e controle de insumos fitossanitários nos países selecionados.

No caso do Brasil, esse universo é coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que disponibiliza informações por meio do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT). As informações catalogadas incluem consulta de produtos formulados e suas categorias associadas à classe agrônômica e ingredientes ativos, tratando, particularmente, dos totais e dos percentuais, datadas de janeiro de 2024. Além disso, foram analisadas informações sobre vendas de ingredientes ativos para formulação de bioinsumos para controle biológico, disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), relacionadas ao período de 2014 a 2022.

Para a Argentina, a fonte de informações foi o *Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria* (SENASA), do *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca* (MAGYP), que estabelece os requisitos e procedimentos para registro e manutenção de empresas e estabelecimentos que fabricam/formulam agroquímicos, biológicos, fertilizantes, aditivos e bioinsumos. As informações coletadas constam atualizadas em 25 de setembro de 2023 no *Listado oficial de insumos comerciales*, e também foram reunidas informações sobre registros de importação de produtos para o controle biológico, a partir das *Estadísticas de Importación y Exportación*, atualizadas até o ano de 2022.

No Peru, também há o SENASA, através do *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego* (MIDAGRI), que da mesma forma, estabelece as diretrizes para a manutenção das inscrições nos respectivos registros. Para o Chile, as informações estavam disponíveis no *Servicio Agrícola y Ganadero* (SAG), com dados sobre registro em sua *Lista de Plaguicidas* de 2023 (SAG, 2023), pertencente ao *Ministerio de Agricultura* (MINAGRI).

Na Colômbia, o *Instituto Colombiano Agropecuario* (ICA), do Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (MADR), fornece dados sobre registros, inclusive de origem destes produtos, datados em dezembro de 2023, no *Listado de Productos Bioinsumos* (ICA, 2023), além de outras informações disponibilizadas no Relatório Agronegócio Colômbia, de julho de 2022, e no posto do MAPA em Adidos Agrícolas. Por fim, o *Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas* (SENAVE) no Paraguai, representado pelo *Ministerio de Agricultura e Pecuária* (MAG), fornece informações sobre o Registro de Produtos.

A coleta de informações foi realizada nos portais virtuais dos órgãos acima indicados, abrangendo tanto os bioinsumos formulados a partir de microrganismos quanto de macrorganismos. A pesquisa foi conduzida entre dezembro de 2023 e janeiro de 2024, coletando informações relacionadas a diferentes períodos conforme a disponibilidade e programação de cada país abordado neste estudo. A organização e análise do material reunido foram realizadas com o apoio de planilhas, agrupando e analisando os resultados considerando cada país.

4. Controle biológico na América do Sul

Os resultados alcançados são apresentados e discutidos nesta seção, que está organizada em seis subseções. Os países selecionados e as dimensões trabalhadas durante a coleta e análise das informações formam subseções individuais para Brasil, Argentina, Colômbia e Chile, e uma conjunta para Paraguai e Peru. Na sexta subseção, são abordados os pontos de contato e de afastamento entre os países selecionados neste estudo.

4.1 Brasil

Os avanços em direção à sustentabilidade na América do Sul no recorte do controle biológico destacam o Brasil como líder, em grande parte devido a um conjunto de atividades e ações em aspectos legislativos, científicos e tecnológicos, de produção e comerciais. A regulação abrangente de produtos fitossanitários, desde a pesquisa até a fiscalização, é regida

por leis como a Lei dos Agrotóxicos, Lei n.º 7.802/1989, recentemente substituída pela Nova Lei dos Agrotóxicos em 27 de dezembro de 2023, a Lei n.º 14.785. Esta última simplificou o processo de registro, garantindo a segurança alimentar e a saúde pública, enquanto promove práticas agrícolas mais sustentáveis.

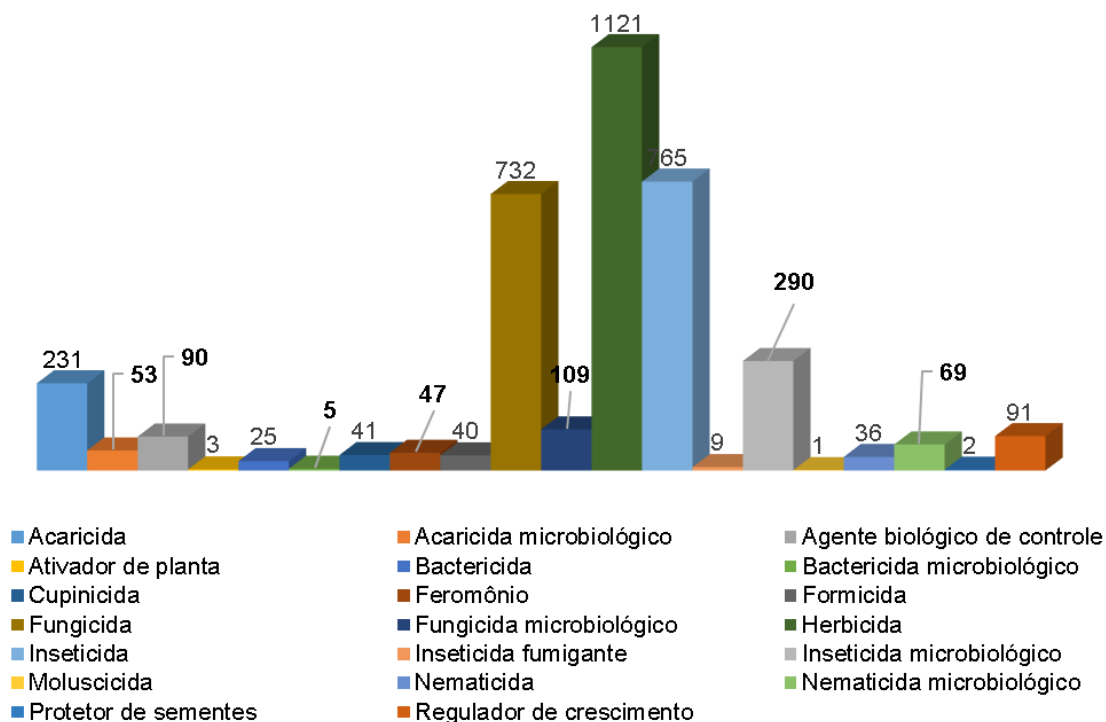
Além disso, o Brasil se destaca como o principal produtor e consumidor global de agentes de biocontrole, impulsionado por vastas áreas cultivadas e condições edafoclimáticas. Em paralelo, com outros avanços na legislação, como a incorporação de bioinsumos para controle biológico foi estabelecida pelos Decretos 4.074/2002 e 10.833/2021, com o lançamento significativo do Decreto n.º 10.375/2020, instituindo o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB). A produção agrícola substancial, que inclui culturas essenciais como soja, cana-de-açúcar, café e milho, tem se beneficiado historicamente de práticas bem-sucedidas de biocontrole desde as décadas de 1960 e 1970, consolidando o país como líder no setor (BRASIL, 2020; PLANALTO, 1989; PLANALTO, 2021; BETTIOL, 2023).

As primeiras incursões nesse campo datam do início do século XX, destacando os esforços de pesquisadores como Adolph Hempel e sua contribuição ao introduzir a vespa de Uganda em 1929 para combater a broca-do-café, uma praga crucial na época. Além disso, sua dedicação à compreensão dos hábitos alimentares das aves silvestres contribuiu significativamente para o controle biológico e a preservação da biodiversidade no Brasil. Após sua chegada ao Brasil, ele desempenhou papéis importantes no Museu Paulista e no Instituto Biológico, liderando o Departamento de Identificação e Controle de Pragas Vegetais por muitos anos (IDE et al., 2005; BORTOLOTTI, 2022; BETTIOL et al., 2014; SAMPAIO et al., 2023).

O potencial transformador na agricultura brasileira, especialmente no que diz respeito ao custo-benefício de práticas que substituem insumos químicos por biológicos, conta com a participação de importantes organizações de pesquisa como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Instituto Biológico e a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), entre outras, que desempenham papel fundamental no desenvolvimento de estratégias biológicas para o manejo de pragas e doenças. Essa abordagem tem sido aplicada com sucesso no mercado fitossanitário e nas estruturas de comercialização, impulsionando o desenvolvimento da bioeconomia brasileira (BETTIOL, 2023).

À medida que mudanças legislativas e a ampliação e disseminação da conscientização e do conhecimento impulsionam o registro, verifica-se a adoção crescente de produtos biológicos; a área sob controle biológico no Brasil superou 70 milhões de hectares em 2024. Nesse contexto, destaca-se o controle biológico de nematoides, representando 67% dos registros, do total de 679 biopesticidas, enquanto os biopesticidas correspondem a 18% do total de 3.797 produtos fitossanitários formulados (Figura 1). Apesar dos desafios, como o predomínio dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* na formulação de grande parte dos produtos e do desenvolvimento de bioherbicidas e do controle biológico em doenças foliares de forma exclusiva, o Brasil se posiciona como um importante território para impulsionar a inovação e sustentabilidade na agricultura (BETTIOL, 2023; AGROFIT, 2024).

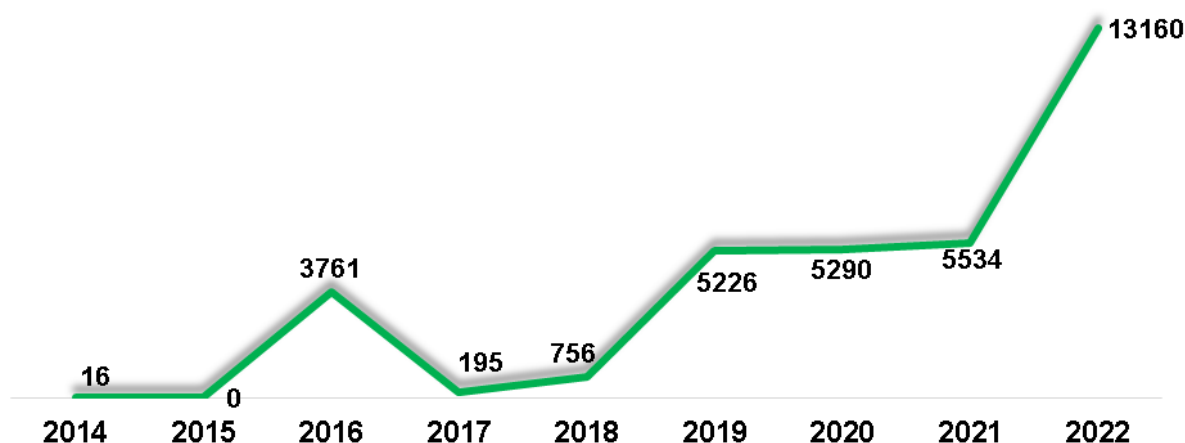
Figura 1 Registro de produtos fitossanitários formulados, Brasil, por classe agrônômica e totais



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Agrofit, janeiro de 2024.

No que se refere aos relatórios de venda de ingredientes ativos disponibilizados pelo IBAMA, é evidente o predomínio de microrganismos, especialmente nas exportações, como demonstrado pelo registro de 13.160 kg comercializados em 2022, representando um aumento significativo de 138%. Vale ressaltar também o aumento expressivo em 2019, com um incremento de 591% em relação a 2018, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 Histórico das vendas de microbiológicos para exportação, Brasil, 2014 a 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Ibama (2022), coleta de informações realizada em janeiro de 2024.

No Brasil, também foram observadas iniciativas na construção de um sistema de inovação que busca a interação entre pesquisa, gestores públicos, assistência técnica rural, empresas, produtores e organizações de representação. Destaca-se o Programa Nacional de

Bioinsumos, lançado em 2020, e iniciativas também em diversas unidades da federação. Esses espaços de debates são de fundamental importância para superar desafios pontuados, principalmente no modelo regulatório, no desenvolvimento tecnológico e na difusão do conhecimento em bioinsumos para controle biológico aos produtores, especialmente os de pequeno e médio portes.

4.2 Argentina

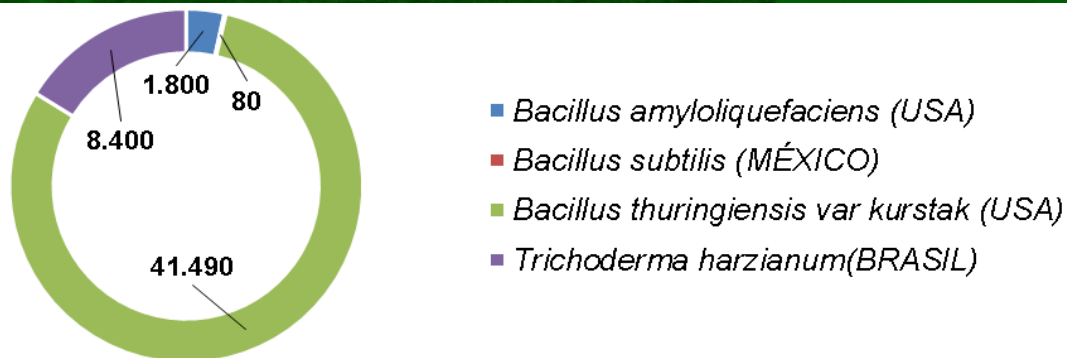
No contexto argentino, o estudo de Rivera e Wright (2014) destaca a influência seminal do Engenheiro Agrônomo Juan B. Marchionatto, renomado professor de Fitopatologia, cujos estudos pioneiros na década de 1990 impulsionaram o desenvolvimento de cursos de pós-graduação sobre controle biológico de doenças de plantas em Buenos Aires, com a participação de especialistas renomados como John Sutton e Enrique Monte Vazquez. Em maio de 2023, o lançamento do *Programa de Bioinsumos Agropecuarios Argentinos* (PROBIAAR) é colocado como uma importante estratégia que visa promover o desenvolvimento de bioinsumos para uso agrícola. Esse programa destina até US\$ 50 milhões para financiar projetos de produção de bioinsumos, visando substituir importações de produtos fitossanitários e fertilizantes (ARGENTINA, 2023a).

Esses progressos estão refletidos no processo de registro de produtos destinados ao controle biológico de pragas e doenças na Argentina. Todos os estudos e relatórios de impacto à saúde e ao meio ambiente são encaminhados ao *Dirección de Agroquímicos y Biológicos* do *Servicio Nacional de Sanidad Agraria* (SENASA), órgão responsável por promover a sanidade e qualidade dos produtos agroalimentares e monitorar a sanidade animal e vegetal no país. O registro é feito no *Sistema Federal de Fiscalización de Agroquímicos y Biológicos* (Siffab), conforme estabelecido na Resolução 369/2021, com listas disponíveis para consulta.

É notório o aumento da disponibilidade de produtos para controle de pragas e doenças, abrangendo tanto cultivos intensivos como extensivos. Por exemplo, em setembro de 2023, o número de produtos registrados atingiu 1.027, um aumento de 193,4% em relação a 2021, conforme regulamentado pela Resolução SENASA 374/16. Dentre esses produtos, 23 (2,24%) são indicados como *Biofitossanitários* e *Biofungicidas*, destinados à função de Terapêutica Vegetal (ARGENTINA, 2023b).

Esses produtos contêm uma variedade de ingredientes ativos, incluindo microrganismos como bactérias (*Bacillus thuringiensis* e *subtilis*), fungos (*Trichoderma* sp. e *Beauveria bassiana*), além de outros compostos químicos e extratos de plantas (ARGENTINA, 2023b). Quanto à importação, dados recentes mostram que em 2022, 80% dos produtos fitossanitários registrados têm origem nos Estados Unidos, com destaque para fungos como *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* (Figura 3). O Brasil contribui com 16% do total de importações, incluindo o fungo *Trichoderma harzianum*, enquanto o México também participa, com 80 kg do fungo *Bacillus subtilis*. Esses números indicam uma predominância de microrganismos entre os princípios ativos importados (MINISTERIO DE ECONOMÍA, 2022).

Figura 3: Importação de fitoterápicos, Argentina, total de kg, 2022.



Fonte: Adaptado pelos autores a partir Argentina, 2023c, coleta de informações realizada em janeiro de 2024.

Na Argentina, o registro de bioinsumos para uso agropecuário é conduzido pelo SENASA e atualmente regulamentado por diversas resoluções, incluindo a Resolução 345/1994, que atende às disposições do Tratado de Asunción, onde os Estados Partes decidem harmonizar a regulamentação dos produtos veterinários comercializados entre os países do MERCOSUL, e a Resolução 350/1999, que aprova o novo Manual de Procedimentos, Critérios e Escopos para o Registro de Produtos Fitossanitários na República Argentina (ARGENTINA, 2023c).

Além disso, na Argentina, observa-se uma sinergia entre vários ministérios, como o *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación*, o *Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación*, o *Ministerio de Agroindustria* e o *Ministerio de Economía*, em conjunto com diversos órgãos públicos. Um exemplo é o *Comité Asesor en Bioinsumos de Uso Agropecuario* (CABUA), modificado pela Resolução 41/2021, no âmbito da *Coordinación de Innovación y Biotecnología de la Dirección Nacional de Bioeconomía*. Essa coordenação ampliou suas funções e o leque de atores, dando autonomia da *Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria* (CONABIA), responsável por assessorar as autoridades em questões relacionadas a bioinsumos para uso agrícola, propor novas normas e opinar sobre a regulamentação e sua implementação, além de avaliar o desenvolvimento de bioinsumos para uso agrícola para concessão do Selo Argentino de bioproducto. A CONABIA realizou sua primeira reunião em 2 de junho de 2021 (ARGENTINA, 2023c).

No que diz respeito aos produtos fitossanitários, a SENASA considera todas as substâncias ou misturas de substâncias destinadas a prevenir, controlar ou destruir qualquer organismo prejudicial, incluindo espécies indesejáveis de plantas ou animais, que causem dano ou interferência negativa na produção, processamento ou armazenamento de plantas e seus produtos. Isso inclui adjuvantes, fitorreguladores, dessecantes e substâncias aplicadas aos vegetais, antes ou depois da colheita, para protegê-los contra a deterioração durante o armazenamento e transporte (ARGENTINA, 2023c). Quanto aos centros de pesquisa, assim como no Brasil, as organizações públicas se destacam, a exemplo do *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* (INTA).

Apesar do aumento significativo nos estudos e na adoção do controle biológico de pragas na Argentina, o país ainda não alcançou a fase de registro e comercialização de produtos feitos internamente, tornando-se mais dependente de importações.

4.3 Chile

No Chile, a pesquisa sobre o uso de biocontroladores de doenças de plantas tem crescido desde o primeiro curso de enfermidades de plantas em 1992 na *Universidad de Chile*. Desde a década de 1980, esse crescimento concentra-se no desenvolvimento de fungos e bactérias,

especialmente os gêneros *Trichoderma* e *Bacillus*, para o controle de patógenos que afetam uma ampla gama de cultivos agrícolas, como frutas, hortaliças, cereais e até mesmo videiras e espécies florestais para produção de madeira (BETTIOL et al., 2014).

Muitos dos projetos de pesquisa no Chile recebem apoio financeiro de agências governamentais, como FONDECYT, FIA e Innova CORFO, dentre outras. No entanto, apesar do crescimento da pesquisa, apenas 17 produtos biológicos estão registrados no mercado chileno, a maioria deles importados. Além disso, o país enfrenta desafios semelhantes aos da Argentina, incluindo a falta de pesquisas, controle de qualidade, alto preço e falta de suporte técnico pós-aplicação (BETTIOL et al., 2014).

Em relação à regulamentação, no Chile, o registro e fiscalização de produtos destinados ao controle biológico de pragas e doenças são de responsabilidade do *Servicio Agrícola y Ganadero* (SAG). Este órgão governamental supervisiona o desenvolvimento sustentável da agricultura e pecuária no país e implementa políticas e regulamentos relacionados à sanidade vegetal e animal, bem como à fiscalização e controle de insumos agrícolas, incluindo produtos destinados ao controle biológico.

Em outubro de 2023, por meio do *Instituto de Investigaciones Agropecuarias* (INIA), o Chile anunciou a inauguração do primeiro Centro Nacional de Bioinsumos (CeNBI). A entidade coordenará o desenvolvimento tecnológico de insumos de origem microbiológica, como bioestimulantes e biocontroladores, para combater pragas, doenças agrícolas e tensões nas culturas devido aos efeitos das alterações climáticas (AGROPAGES, 2023).

Apesar de seguir diretrizes internacionais, o processo de registro de pesticidas no Chile enfrenta desafios devido a normativas contraditórias e assimetrias entre empresas nacionais e internacionais. A agricultura chilena se divide em duas realidades contrastantes: uma voltada para o mercado interno, com desafios como a redução de insumos disponíveis e baixo investimento em pesquisa, e outra voltada para a exportação, alinhada às tendências globais e investindo em pesquisa e desenvolvimento de insumos ecológicos. Sendo assim, são desafios a legislação, a integração da pequena agricultura no uso de insumos biológicos e abordar desafios específicos da indústria, visando posicionar o Chile como uma potência na produção de insumos ecológicos.

4.4 Colômbia

Ao longo das últimas décadas, o progresso e as iniciativas relacionadas ao controle biológico de pragas na Colômbia têm enfatizado a importância do uso de microrganismos, como *Baculovirus*, *Trichoderma* spp. e *Beauveria bassiana*, além da abordagem multidisciplinar adotada por instituições como o *Centro Nacional de Investigaciones de Café* (Cenicafé) e a *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria* (Corpoica). A Colômbia possui uma longa história no manejo de pragas por meio do controle biológico, inicialmente focado em insetos, mas posteriormente ampliando para fitopatógenos, com destaque para o uso de *Baculovirus* importados dos EUA para controlar lagartas como a *Tricoplusia ni* e *Heliothis* spp. em algodão na década de 1970.

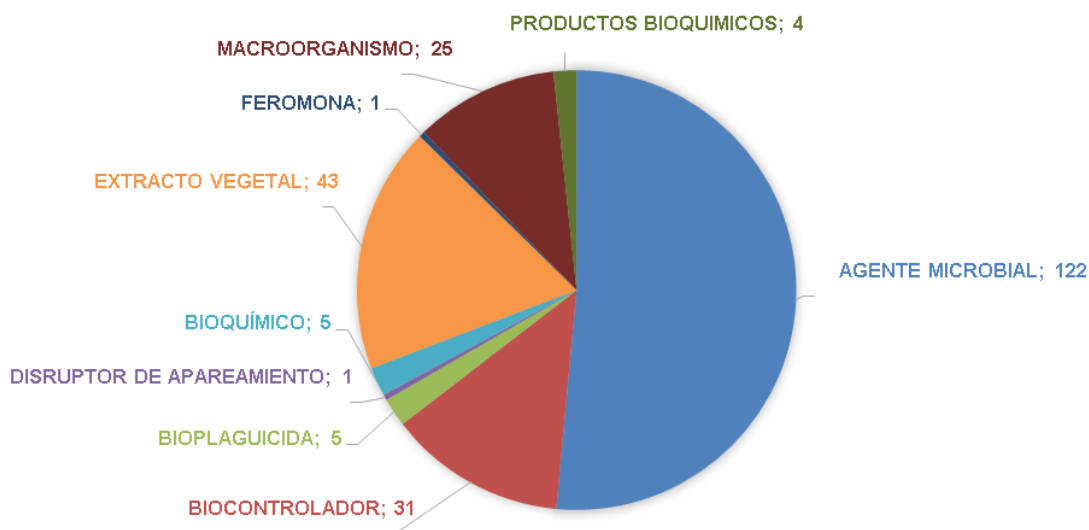
O desenvolvimento dessas tecnologias permitiu que o país se tornasse pioneiro na América do Sul em capacidade de desenvolver, produzir e comercializar biopesticidas. A regulação, registro e fiscalização de produtos destinados ao controle biológico de pragas e doenças são atribuídos ao *Instituto Colombiano Agropecuario* (ICA), desempenhando um papel de destaque nas últimas duas décadas, concentrando pesquisas na busca por alternativas, como a vespa parasitoide *Trichogramma pretiosum riley*, com sucesso na redução da população de pragas que antes exigiam controle químico. Essas iniciativas visam não apenas controlar pragas, mas também promover práticas sustentáveis, evitando o uso excessivo de inseticidas químicos.

e contribuindo para a restauração do equilíbrio biológico em ecossistemas afetados (BORTOLOTTI, 2022).

O ICA, vinculado ao Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, desempenha um papel crucial na promoção da sanidade agropecuária, na regulação da produção e comercialização de insumos agrícolas, além de estabelecer normas e regulamentos para o setor. No âmbito do controle biológico, o sistema de registros é conduzido pelo *Registro Único de Plaguicidas* (RUP), sob gestão do ICA (COLÔMBIA, 2022).

Até a última consulta em dezembro de 2023, o *Listado de Productos Bioinsumos* registrados revelou um total de 395 produtos. Dentre esses bioinsumos, uma pequena proporção está relacionada ao controle de pragas e doenças, enquanto a maioria é destinada a ser utilizada como biofertilizantes e estimuladores de crescimento (Figura 3). No entanto, entre os produtos voltados para o controle biológico, os agentes microbianos se destacam, representando 31% do total de bioinsumos, notadamente os fungos *Beauveria bassiana* e *Trichoderma harzianum*, com 20% e 19%, respectivamente. Dos 122 agentes microbianos, 64% são fabricados localmente na Colômbia, enquanto o restante é importado. Destacam-se, nesse contexto, os agentes provenientes dos Estados Unidos e México, cada um contribuindo com 5% do total (ICA, 2023).

Figura 3: Número de registros de bioinsumos destinados ao controle biológico, Colômbia, 2023.



Fonte: Adaptado pelos autores a partir Ica, 2023, coleta de informações realizada em janeiro de 2024.

4.5 Paraguai e Peru

No Paraguai, os primeiros passos no controle biológico foram dados durante os anos 1990, com a experimentação do *Baculovirus anticarsia* para conter a lagarta da soja *Anticarsia gemmatilis*. Instituições como o *Centro de Educación, Capacitación y Tecnología Campesina* (CECTEC) e a organização não governamental (ONG) Alter Vida têm desempenhado papéis importantes na promoção do controle biológico no país. A regulação, registro e fiscalização de produtos destinados ao controle biológico são supervisionados pela *Dirección General de Sanidad Vegetal* (DGSV), vinculada ao *Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de*

Semillas (SENAVE). Até janeiro de 2024, o sistema do SENAVE (2024) registrou apenas um produto para controle biológico baseado na bactéria *Bacillus thuringiensis*.

No Peru, o controle biológico, como parte do manejo integrado de cultivos, tem uma trajetória de mais de um século, ganhando destaque a partir de 1995 com o aumento das exportações de produtos hortícolas, especialmente espargos. Restrições ao uso de pesticidas e a necessidade de controlar resíduos nos produtos finais levaram as empresas agrícolas a buscarem alternativas ao uso excessivo de produtos químicos. A regulamentação, registro e fiscalização de produtos destinados ao controle biológico, assim como na Argentina, são da responsabilidade do SENASA, vinculado ao Ministério da Agricultura e Irrigação, que também gerencia o *Sistema de Información de Registro de Plaguicidas y Productos Reguladores de Uso Agrícola* (SIRPRA). Até o momento, não há registro de biopesticidas na *Lista de plaguicidas* de 2022 (PERU, 2024).

O Peru adotou o Decreto Supremo N° 001-2015-MINAGRI, que estabelece o Regulamento do *Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso Agrícola*, visando proteger a saúde humana e o meio ambiente e garantir a eficácia biológica dos produtos. Este regulamento exige o registro no SENASA de todos os pesticidas de uso agrícola importados, fabricados, produzidos, formulados, envasados, distribuídos ou comercializados no país. No entanto, a lista oficial de agroquímicos de janeiro de 2023 mostra apenas quatro produtos à base da bactéria *Bacillus thuringiensis*, todos importados da China.

4.6 Controle Biológico na América do Sul

Essa subseção destina-se ao esforço de reunir e estruturar os principais achados da pesquisa, tratando especialmente, os centros de pesquisas, os programas e órgãos governamentais internacionais, na intenção de proporcionar uma visão abrangente do cenário na América do Sul. A Figura 4, apresenta os principais órgãos oficiais responsáveis pela regulação, fiscalização, registro e controle dos produtos formulados para controle biológico. Por fim, é indicada a principal estratégia de cada país para internalizar essas tecnologias, prevalecendo a importação de produtos e de ingredientes, com exceção do Brasil.

Figura 4 Principais órgãos governamentais envolvidos e estratégia de inserção do controle biológico em países da América do Sul.

	Principais Órgãos governamentais internacionais	Principal estratégia de negócio
BRASIL	CABI	PRODUÇÃO
ARGENTINA	SENASA	IMPORTAÇÃO
CONTROLE BIOLÓGICO NA AMÉRICA DO SUL	SENAVE	IMPORTAÇÃO
PARAGUAI	SENASA	IMPORTAÇÃO
PERU	SENASA	IMPORTAÇÃO
CHILE	SAG	IMPORTAÇÃO
COLÔMBIA	ICA	IMPORTAÇÃO

SIGLAS:

ICA - Instituto Colombiano Agropecuario

SAG - Servicio Agrícola y Ganadero

SENASA - Servicio Nacional de Sanidad Agraria

SENAVE - Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Esses países desempenham papéis cruciais no avanço do controle biológico na região, impulsionados pela diversidade biológica e climática, produção agrícola expressiva e desafios ambientais e regulatórios. Porém, apesar do crescimento do mercado global de biopesticidas, que já era estimado em US\$ 1,213 milhões em 2010, os países da América do Sul enfrentam desafios, como o desenvolvimento de novos agentes de controle biológico e produtos de alta qualidade. Políticas públicas que promovam o uso de tecnologias de controle biológico na agricultura e forneçam informações relevantes são fundamentais para pesquisadores, acadêmicos, estudantes e profissionais interessados no controle biológico de doenças de plantas na região.

5. Considerações finais

A adoção do controle biológico na América do Sul reflete uma abordagem alinhada aos princípios da bioeconomia, impulsionando práticas agrícolas mais sustentáveis, incentivando a inovação, promovendo a colaboração internacional e otimizando o uso de recursos biológicos. Essas iniciativas desempenham um papel crucial no avanço de uma economia centrada na valorização dos recursos biológicos e na busca por soluções sustentáveis na agricultura. Dessa forma, este artigo buscou caracterizar o contexto de desenvolvimento do controle biológico na América do Sul, explorando a realidade do Brasil, Argentina, Chile, Colômbia, Paraguai e Peru.

A coleta e análise de informações secundárias permitiram observar que esses países compartilham semelhanças em seus contextos históricos relacionados ao controle biológico na agricultura. A década de 1990 é marcada pelo avanço significativo do interesse por práticas sustentáveis nos sistemas de produção e a criação de espaços para o desenvolvimento do controle biológico. Apesar dos esforços e da construção de ambientes de pesquisa e de debates, foram identificados desafios regulatórios, em C&T, de transferência tecnológica e de apoio ao desenvolvimento dos bioinsumos visando incrementar sua oferta e adoção.

Nesse caminho, países como Brasil, Colômbia e Argentina dispõem de maior número de produtos biológicos registrados e de programas de incentivo a esses bioinsumos, somados ao Chile. Dessa forma, cabe destacar que a colaboração entre esses países, inclusive por meio de organizações internacionais, é de fundamental importância para superar os desafios e continuar avançando no desenvolvimento do controle biológico na região. Aprofundar esses laços de cooperação regional posiciona-se como uma importante temática a ser tratada em estudos futuros.

6. Referências bibliográficas

AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de ingredientes ativos**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 12 jan. 2024.

AGROPAGES. PR Alliance Biologicals. Latin America Focus. **Chile launches National Center of Bioinputs to reduce agrochemicals use**. Disponível em: <https://news.agropages.com/News/Detail-48156.htm>. Acesso em: 12 jan. 2024.

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de economia política**, n. 14, 2008. 1-31.

ARGENTINA. Ministerio de Economía. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Senasa. Producción orgánica. 25 setembro de 2023. **Listado oficial de insumos comerciales**.

2023b. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/produccion-organica/listado/oficial-de-insumos-comerciales>. Acesso em: 12 jan. 2024.

ARGENTINA. Ministerio de Economía. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. **Senasa**. 2023c. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/senasa>. Acesso em: 13 jan. 2024.

ARGENTINA. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. PROBIAAR. Programa de Bioinsumos Agropecuarios Argentinos – PROBIAAR. **Bioindustrializar para construir una Argentina sustentable y soberana**. 2023a Disponível em: <https://www.magyp.gob.ar/probiaar/>. Acesso em: 12 jan. 2024.

AZEVEDO, J. L. A Economia Circular Aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. **In: XI Congresso Nacional de Excelência em gestão**. 2015.

BALBINO, L. C. et al. Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). **Informações agronômicas**, 2012, 138.7: 1-14.

BASTOS, B. G. et al. Bioeconomia, economia circular e agroindústria 4.0: proposições para as transições tecnológicas emergentes. **COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. 1, p. 312-338, jan./mar. 2022. Disponível em: <http://seer.faccat.br/index.php/coloquio/article/view/2375>. Acesso em: 3 jan. 2023.

BERTO, P. J.; FERRAZ, D.; REBELATTO, D. A. N. The Circular Economy, Bioeconomy, and Green Investments: A Systematic Review of the Literature. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 17, n. 1, p. 46-63, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v17i1.2796>. Acesso em: 28 mar. 2023.

BETTIOL, W. Agroecologia e agricultura orgânica. Manejo Integrado de Pragas. **Artigo: Como o Brasil se tornou o maior produtor e consumidor de produtos de biocontrole**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/79156418/artigo-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-consumidor-de-produtos-de-biocontrole>. Acesso em: 10 jan. 2024.

BETTIOL, W.; RIVERA, M. C.; MONDINO, P.; MONTEALEGRE, J. R.; COLMENAREZ, Y.; COLMENAREZ, Y.; e DEL SUR, C. A. **Control biológico de enfermedades de plantas en América del Sur y el Caribe**. 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1012615/1/2014LV01.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2024.

BORTOLOTI, G. **Características da inserção dos bioinsumos para controle biológico no mercado fitossanitário brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Programa de Pós-Graduação, Instituto Biológico, São Paulo, 2022.

BORTOLOTI, G.; SAMPAIO, R. M. BIOINSUMOS PARA CONTROLE BIOLÓGICO E A REDE DE COMERCIANTES DE INSUMOS AGROPECUÁRIOS NO ESTADO DE SÃO PAULO. **In: Anais do 61º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER)**. Piracicaba (SP) ESALQ/USP, 2023.

Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sober2023/623035-bioinsumos-para-controle-biologico-e-a-rede-de-comerciantes-de-insumos-agropecuarios-no-estado-de-sao-paulo/>. Acesso em: 22 jan. 2024.

BRASIL. Decreto n.º 10.375, de 26 de abril de 2020. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 maio 2020. Seção 1, p. 105. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Legislação**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao>. Acesso em 26 fev. 2024.

BULLOR, L.; BRAUDE, H.; MONZÓN, J.; COTES PRADO, A. M.; CASAVOLA, V., CARBAJAL MORÓN; e RISPOULOS, J. N. Y. 2023. **Bioinsumos: Oportunidades de inversión en América do Sul - Direcciones de inversión**. No. 9. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc9060es>

CLANCHE, J. F. L.; FOLLIARD, G. Concept - Economie et développement durable: la bio-économie. **AGROCAMPUS OUEST**. Fouesnant. 2011.

COLÔMBIA. **Relatório Agronegócio. DTSE/SCRI - MAPA e Adidância Agrícola em Bogotá, nº 10 - Julho/2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/adidos-agricolas/colombia/RELATRIOAGRONEGCIOCOLMBIAv.cgaag03.08.2022.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

DE OLIVEIRA, E. Economia verde, economia ecológica e economia ambiental: uma revisão. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, 2017, 13.6.

DINIZ, E. M.; BERMANN, C. Economia verde e sustentabilidade. **Estudos avançados**, 2012, 26: 323-330. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/XhRBBkxrK8qcBXDxczvHY9f/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

GAIO, M. **A review of LCA studies on bio-based products using an ecosystem services perspective**. 2019. 81 f. Master's Degree Thesis (Scienze ambientali) - Università Ca' Foscari Venezia. 2019.

GONÇALVES, T. M.; BARROSO, A. F. F. A economia circular como alternativa à economia linear. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 11, 2019, São Cristóvão, SE. **Anais do XI Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe**. São Cristóvão, SE, 2019. p. 265-272. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/12561/2/EconomiaCircularAlternativa.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

HORLINGS, I.; MARSDEN, T. Rumo ao desenvolvimento espacial sustentável? Explorando as implicações da nova bioeconomia no setor agroalimentar e na inovação regional. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 11, p. 142-178, mai./ago. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-45222011000200007>. Acesso em: 31 mar. 2023.

IBAMA. Assuntos. Químicos e biológicos. Agrotóxicos. **Relatórios de Comercialização de Agrotóxicos**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 14 jan. 2024.

ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. Inicio. Subgerencias. Subgerencia de Protección Vegetal. Fertilizantes y Bioinsumos. **Listado de Productos Bioinsumos registrados**. 2023. Disponível em: https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/fertilizantes-y-bio-insumos-agricolas/listado-de-bioinsumos/2023/6-bd_productos-bioinsumos_19-de-abril-de-2023-1.aspx. Acesso em: 14 jan. 2024.

IDE, S.; MARTINS, J. E. R.; CAMPOS-FARINHA, A. D. C.; IMENES, S. D. L.; e YAMAKAWA, W. Coleção Entomológica Adolph Hempel, Instituto Biológico–São Paulo: história, importância e função. **Páginas do Instituto Biológico**, 1(1).2005. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/pag/V1_1/b7be194d-066f-4254-8c3b-a870eab6dd7c.htm. Acesso em: 10 jan. 2024.

LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. **Agroanalysis**, 2012, 32.02: 27-34.

MAIA, V. D. S. F.; SHIBATA, A. E.; ROMÃO, E. M. Revisão dos novos modelos de produção: Economia Circular, Bioeconomia e Biossociedade. **RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT**, v. 10, n. 9, 3 Agosto 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18539>. Acesso em: 09 fev. 2023.

MINISTERIO DE ECONOMÍA. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Senasa. Acceda a las estadísticas de importación y exportación desde AQUÍ. **ESTADÍSTICAS DE IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN**. 2022. **Importación**. 2022. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/files/importacionesfitosanitarios2022-senasaxls>. Acesso em: 12 jan. 2024.

MUELLER, C. C. Economia, entropia e sustentabilidade: abordagem e visões de futuro da Economia da sobrevivência. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 29, n. 4, 1999. ISSN 513-550. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ee/article/view/161518>. Acesso em: 1 jun. 2023.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, 2014, 71: 420-429. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>. Acesso em 21 jun. 2023.

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: state of art and perspectives. **Scientia Agricola**, 2023, 80: e20230080. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2023-0080>. Acesso em 21 jun. 2023.

PERU. Inicio. El Estado. MIDAGRI. SENASA. Informes y publicaciones. **Lista oficial de agroquímicos según grado de toxicidad**. 2024. Disponível em: <https://www.gob.pe/institucion/senasa/informes-publicaciones/3859333-lista-oficial-de-agroquimicos-segun-grado-de-toxicidad>. Acesso em: 13 jan. 2024.

PLANALTO. **DECRETO Nº 10.833, DE 7 DE OUTUBRO DE 2021**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/D10833.htm. Acesso em: 12 jan. 2024.

PLANALTO. **LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 12 jan. 2024.

RIVERA, M. C.; WRIGHT, E. R. Control biológico de enfermedades de plantas en Argentina. In: BETTIOL et al (ed.). **Control Biológico de Enfermedades de Plantas em América do Sul y el Caribe**. 2014.p. 09-81.

ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; e LEONARDI, M. L. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. 3. Ed.– Campinas, SP: Unicamp. IE, 2001.

SAG. Servicio Agrícola y Ganadero. Home. Insumos y productos silvoagrícolas. Registros Insumos y productos silvoagrícolas. Registros y Listas. **Lista de plaguicidas 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/insumos-y-productos-silvoagricolas/registros>. Acesso em: 10 jan. 2024.

SAMPAIO, R. M.; FREDO, C. E.; COSTA, A. R. DA; e BORTOLOTTI, G. Tecnologias fitossanitárias: um estudo do Manejo Integrado de Pragas (MIP) na produção paulista de laranja, LUPA 2016/2017. 2023. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 61(3). DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.258289>.

SENAVE. Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas. Paraguái. **Dirección de Agroquímicos. Registros de Productos**. 2024. Disponível em: <http://secure.senave.gov.py:8443/registros/servlet/com.consultaregistros2.login>. Acesso em: 11 jan. 2024.

SILVA, M. F. de O.; PEREIRA, F. dos S.; e MARTINS, J. V. B. **A bioeconomia brasileira em números**. 2018. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15383/1/BS47_Bioeconomia_FECHAD_O.pdf. Acesso em: 15 nov. 2021.

TORRES, D. A. P. et al. Breve panorama da bioeconomia no Brasil. **BIOECONOMIA**, 2022, 65. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1146725/1/Breve-Panorama-da-Bioeconomia-no-Brasil-Capitulo-2.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.