

Jaguariúna, SP / Outubro, 2025

## Programa AgroBioSafe: Racionalização no uso de agrotóxicos

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Sergio de Oliveira Procópio<sup>(1)</sup>, Robson Rolland Monticelli Barizon<sup>(2)</sup>, Cláudia Vaz Crecci<sup>(3)</sup>, Nilza Patrícia Ramos<sup>(4)</sup>, Fagoni Fayer Calegario<sup>(5)</sup>, Ricardo Antonio Almeida Pazianotto<sup>(6)</sup>, Marcelo Augusto Boechat Morandi<sup>(7)</sup>

<sup>(1)</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. <sup>(2)</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. <sup>(3)</sup> Tecnóloga em processamento de dados, especialista em engenharia de software, analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. <sup>(4)</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. <sup>(5)</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. <sup>(6)</sup> Matemático, mestre em Biofísica Molecular, analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. <sup>(7)</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, chefe da Assessoria de Relações Internacionais da Embrapa, Brasília, DF.

### Introdução

Programa AgroBioSafe é um acelerador da transição de um processo de produção agrícola prioritariamente de base química (atual) para uma produção mais sustentável e de base biológica (futuro), por estimular/promover o uso racional de agrotóxicos. Esse movimento é observado em diversas regiões do planeta e direciona para um caminho sem volta na agricultura mundial, apenas diferindo quanto à velocidade de adoção entre os países.

Como sinal dessa transição em andamento, pode-se destacar o fato de que grandes companhias fabricantes de agrotóxicos já estão investindo no segmento de insumos biológicos para proteção de plantas (biodefensivos). O retorno econômico dessa iniciativa atingiu a cifra de 3,3 bilhões de reais na safra brasileira de 2021/2022, segundo a CropLife (Pesquisa [...], 2023), com perspectivas de aumentos progressivos.

Os agrotóxicos são insumos importantes na proteção fitossanitária das culturas agrícolas (Zhao et al., 2018; Tran et al., 2023) e, consequentemente, na segurança alimentar (Council for Agricultural Science and Technology, 2014). No entanto, com o atual aparato tecnológico, há possibilidade real de redução dos níveis de utilização de agrotóxicos e a substituição parcial ou total por produtos com menor potencial de periculosidade ambiental (PPA) e com menor risco à saúde humana, sem alterações na

produtividade das culturas agrícolas (Daraban et al., 2023).

É importante ressaltar que racionalizar o uso de agrotóxicos é, basicamente, uma decisão do produtor rural, que pode ser estimulada por mecanismos presentes em instrumentos de políticas públicas. Reduzir o uso de agrotóxicos se tornou um grande desafio para países empenhados em adotar agendas de sustentabilidade (Chèze et al., 2020).

### Efeitos da aplicação do conceito AgroBioSafe na agricultura

#### Substituição de agrotóxicos mais perigosos ao meio ambiente e/ou à saúde humana

Atualmente, a escolha dos agrotóxicos ocorre, basicamente, por critérios técnicos e econômicos (Adejumo et al., 2014; Sharifzadeh et al., 2018). Com a adoção dos conceitos preconizados pelo AgroBioSafe, a tomada de decisão relacionada à utilização/seleção de agrotóxicos inclui também um critério ambiental/toxicológico.

Os efeitos da inclusão do critério ambiental/toxicológico na tomada de decisão são: a) aumento no

uso de insumos biológicos (biodefensivos); b) preferência pelo uso de agrotóxicos de menor potencial de periculosidade ambiental (PPA); c) preferência pelo uso de agrotóxicos de menor risco à saúde humana; e d) preferência pelo uso de agrotóxicos que necessitem de menor dose de ingrediente ativo por área.

## Redução do uso de agrotóxicos

O conceito AgroBioSafe estimula investimentos em técnicas de monitoramento das lavouras (monitoramento in loco; uso de drones e imagens de satélite; mapas de calor; sistemas de previsão de doenças). Com isso, as aplicações de agrotóxicos não acontecem de maneira calendarizada, ou seja, pré-programadas sem a utilização de ferramentas de monitoramento, o que normalmente resulta em uso excessivo desses insumos agrícolas. Além disso, fomenta a melhoria da tecnologia de aplicação, com a maior precisão nas aplicações dos agrotóxicos (doses corretas; atingimento do alvo; aplicações localizadas) e, conseqüentemente, reduzindo a necessidade de aplicações adicionais.

Ademais, a adesão ao Programa AgroBioSafe estimula a escolha de cultivares resistentes/tolerantes a doenças e pragas, bem como o uso de sementes com tecnologias embarcadas, como a tecnologia Bt, a tecnologia Block® (Embrapa), entre outras, que diminuem a necessidade da aplicação de agrotóxicos (Qaim; De Janvry, 2005; Naranjo, 2009).

## Nova visão sobre “Serviços Ambientais”

Na visão do Programa AgroBioSafe, um agricultor que utiliza agrotóxicos de forma racional nos seus cultivos agrícolas está promovendo importantes serviços ambientais. Com menos agrotóxicos no ambiente, principalmente os com alto PPA, serviços ecossistêmicos são potencializados (Sabatier et al., 2013), como: polinização, regulação natural da população de pragas (inimigos naturais nativos) e dispersão de sementes.

Os serviços ambientais decorrentes da implementação de práticas preconizadas no Programa AgroBioSafe não ficam restritos apenas à área agrícola em si, mas se irradiam para outros locais/ambientes, gerando reflexos amplificados. Com isso, propriedades agrícolas podem se tornar verdadeiras “biofábricas naturais”, expandindo benefícios ambientais para todo o entorno.

## AgroBioSafe - Princípios

O Programa AgroBioSafe baseia-se em dois princípios, descritos a seguir:

### Valoração de serviços ambientais on crop

O Programa AgroBioSafe valoriza os serviços ambientais decorrentes do manejo racional e responsável do uso de agrotóxicos, perpetuados dentro da área de produção agrícola. O próprio ambiente de cultivo pode se tornar um importante emissor de serviços ambientais que se propagam pelo seu entorno.

### Certificação e premiação/ remuneração de agricultores que utilizam os agrotóxicos de forma racional e responsável

Como forma de propagar a adoção de práticas de uso racional de agrotóxicos no meio rural, o Programa AgroBioSafe sugere e aponta mecanismos de reconhecimento de produtores rurais que demonstrarem engajamento com seus princípios. Esse reconhecimento pode vir na forma de certificações, premiações ou remunerações, que serão proporcionais aos resultados de redução do lançamento de agrotóxicos ao ambiente.

## Contribuição com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

A implementação do Programa AgroBioSafe se alinha, direta ou indiretamente, com os ODS 2, 3, 6, 12 e 15 (Figura 1), propostos pela Organização das Nações Unidas (Nações Unidas, 2015): ODS 2 - *Fome zero e agricultura sustentável*. O Programa incentiva a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, como a redução do uso de agrotóxicos, a substituição de agrotóxicos mais perigosos ao ambiente e ao ser humano, a utilização de biodefensivos, a implementação de práticas de monitoramento da ocorrência de pragas e doenças, bem como o investimento em melhorias na tecnologia de pulverização; ODS 3 - *Saúde e bem-estar*. O uso racional de agrotóxicos é essencial para a redução dos casos de intoxicação de aplicadores/trabalhadores rurais, além de promover ações que reduzem a deriva das gotas das pulverizações, melhorando, assim, a segurança da população residente no entorno das

áreas agrícolas; ODS 6 - *Água potável e saneamento*. Os agrotóxicos podem contaminar mananciais de águas superficiais, sendo carreados pelo fluxo de erosão ou pela deriva das gotas de pulverização, ou mesmo mananciais subterrâneos, principalmente pela lixiviação das moléculas dos agrotóxicos. Os princípios preconizados pelo Programa AgroBioSafe se mostram fundamentais para a redução desses processos de transporte de agrotóxicos, promovendo uma maior qualidade da água, especialmente da água destinada diretamente ao consumo humano; ODS 12 - *Consumo e produção responsáveis ou sustentáveis*. O uso racional de agrotóxicos resulta em um efeito de extrema importância, que é a diminuição dos resíduos desses compostos químicos nos grãos, frutos, folhagens e raízes produzidas nas propriedades agrícolas, resultando, conseqüentemente, em maior segurança alimentar para os consumidores, além de uma produção agrícola com maior responsabilidade sobre os produtos colhidos e ofertados ao mercado; ODS 15 - *Vida terrestre*. Esse conjunto de benefícios descritos para os ODS 2, 3, 6 e 12 auxilia na manutenção, perpetuação e equilíbrio da vida terrestre, contemplando não somente os seres humanos, mas todo o equilíbrio das cadeias ecológicas.



**Figura 1.** Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) atendidos direta ou indiretamente pela Plataforma Web AgroBioSafe.

## Lógica conceitual

Programa AgroBioSafe utiliza parte da lógica conceitual do RenovaBio (Política Nacional de Biocombustíveis, instituída pela Lei nº 13.576/2017 - Brasil, 2024), que atua premiando produtores de biocombustíveis que comprovem que as emissões de carbono de seus produtos são inferiores aos combustíveis fósseis de referência. Dessa forma, garantem a “descarbonização” contínua do setor de transportes brasileiro, além de incentivar a produção e a participação de mais biocombustíveis, na atual matriz energética do país (Cruz et al., 2024).

O AgroBioSafe visa reduzir o uso excessivo de agrotóxicos e desestimular o uso de produtos com maior potencial de periculosidade ao ambiente e

com maior toxicidade à saúde humana. Assim, traz como ponto central o desafio de promover uma racionalização, bem como apoiar o uso de biodefensivos na agricultura (Tabela 1).

**Tabela 1.** Diretrizes previstas no RenovaBio e no AgroBioSafe.

Renovabio	AgroBioSafe
Descarbonização	Racionalização
Incentivo à produção e uso de biocombustíveis	Incentivo à produção e uso de biodefensivos

## Funcionamento do Programa

AgroBioSafe é um programa que estabelece e apoia um mecanismo de certificação voluntário para produtores rurais, que poderão fazer jus ao recebimento de créditos de racionalização (CSafes) ou de títulos de certificação, caso atinjam e comprovem metas pré-estabelecidas relacionadas à racionalização do uso de agrotóxicos. Também pode diferenciar produtos agrícolas produzidos sob diferentes regimes de uso de agrotóxicos, podendo abrir mercados mais exigentes neste quesito.

O Programa agrega um Protocolo específico, associado à uma Plataforma dedicada, contendo um formulário, uma base de dados e uma ferramenta de contabilidade e qualificação de uso de agrotóxicos, comparativamente às metas pré-estabelecidas, que quantificarão o total de créditos de racionalização elegíveis à certificação.

Os CSafes são ativos ambientais emitidos por empresa certificadora, sendo oficializados por agência ou entidade reguladora (a ser definida), podendo ser comercializados por bancos ou instituições financeiras. Ademais, cooperativas/associações de produtores rurais poderão negociar os CSafes dos seus cooperados de forma agregada. O valor financeiro do CSafe deverá ser flutuante, variando de acordo com a oferta e a procura.

Os CSafes podem também ser customizados de acordo com a entidade credenciada para operar a Plataforma Web AgroBioSafe. Nesse caso, o CSafe pode ser transformado ou vinculado a programas de recompensas/fidelização, com graduações de acordo com o nível de eficiência de racionalização alcançado. Exemplos: cashback; taxa de juros reduzida; limite maior de crédito; prazo maior de pagamento; certificado/selo digital de reconhecimento agroambiental/sustentabilidade, gerando favorecimento de comercialização ou melhoria na imagem da empresa rural.

Cada *CSafe* corresponderá a uma determinada quantidade de ingrediente ativo não lançado ao ambiente, podendo ser relativizada de acordo com a classe ambiental e toxicológica do agrotóxico. Exemplo: 1 *CSafe* = 10 kg de ingrediente ativo (i.a.) de um agrotóxico (relativizado ou não), que deixou de ser lançado na área agrícola.

No Programa AgroBioSafe podem ser contempladas todas as culturas agrícolas que possuam agrotóxicos registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) para uso no Brasil, e que também podem ser priorizadas/definidas pelo administrador da Plataforma.

## Requisitos adicionais que podem ser implementados para a certificação AgroBioSafe e o recebimento de *CSafes*, independentemente do atingimento das metas de racionalização

Além de reduzir o lançamento de agrotóxicos ao meio ambiente, para que o produtor rural possa fazer jus ao recebimento de *CSafes*, pode ser implementado também (a critério do administrador da Plataforma Web AgroBioSafe) a necessidade de atendimento de alguns requisitos de sustentabilidade pré-definidos em Protocolo específico.

Requisitos de sustentabilidade:

- 1) Utilização de pelo menos um insumo biológico destinado à proteção de plantas (biodefensivo) na cultura, por safra.
- 2) Manutenção/calibração periódica das máquinas e equipamentos de pulverização e/ou investimentos em tecnologia de aplicação de agrotóxicos.
- 3) Utilização de técnicas/tecnologias de monitoramento de pragas e/ou sistemas de previsão da ocorrência de doenças de âmbito agrícola.

## Critérios eliminatórios para a certificação

Os critérios eliminatórios para a participação no AgroBioSafe e a elegibilidade ao recebimento dos *CSafes*, independentemente do atingimento das metas quantitativas de racionalização, são:

- 1) Utilização de agrotóxico não registrado para uso na cultura agrícola cadastrada.
- 2) Omissão de utilização/aplicação de agrotóxicos ou inserção de dados/informações falsas no Formulário On-line.
- 3) Produtividade média da área agrícola cadastrada inferior a 80% da produtividade média estadual da safra (flexível de acordo com o administrador da Plataforma).

## Processo de auditoria e certificação do programa

A credibilidade do Programa AgroBioSafe será apoiada no processo de auditoria e certificação, tendo empresas credenciadas para essa função. Esse processo está alinhado a fatores como: baixo custo, facilidade de operação e confiabilidade. Há também a possibilidade de customização do procedimento de certificação, dependendo do tipo de operacionalização da Plataforma.

## Composição da Plataforma Web AgroBioSafe

Os principais módulos da Plataforma Web AgroBioSafe são: o Formulário On-line, a Base de Dados de Agrotóxicos e Biodefensivos e a Calculadora BioSafeCalc (Figura 2).

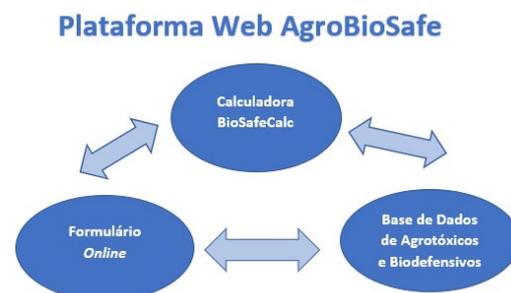


Figura 2. Módulos principais da Plataforma Web AgroBioSafe.

## Formulário On-line

O Formulário On-line, um dos módulos da Plataforma Web AgroBioSafe, é composto por cinco diferentes “Menus” de preenchimento, sendo estes: 1) Cadastro do produtor/propriedade rural; 2) Cadastro das informações referentes à cultura agrícola e à área cultivada; 3) Cadastro das informações referentes ao uso de agrotóxicos e biodefensivos comerciais; 4) Cadastro de informações adicionais; e 5) Termo de aceitação às regras/normativas do Programa Web AgroBioSafe, declaração de veracidade das informações inseridas e submissão das informações.

A inserção das informações referentes ao uso de agrotóxicos e biodefensivos comerciais é o ponto central, sendo organizada, primeiramente, por modalidades de aplicação, a saber: 1) Tratamento de Sementes (onfarm ou industrial); 2) Pulverizações (terrestres, drones e aeronaves tripuladas); 3) Iscas, Granulados e Fumigantes (excetuando agrotóxicos utilizados em silos, armazéns ou em pós-colheita); 4) Liberações de Agentes de Controle Biológico (ovos, pupas e adultos); e 5) Armadilhas (feromônios).

No menu Pulverizações, os agrotóxicos/biodefensivos a serem informados são divididos por classe de uso: 1) Herbicidas, Desfolhantes e Reguladores do Crescimento/Maturadores; 2) Fungicidas, Bactericidas e Ativadores de Plantas; 3) Inseticidas, Acaricidas, Cupinícidas e Nematicidas.

As informações constantes no menu para cadastro de informações adicionais são divididas em três categorias: 1) Biodefensivos produzidos na propriedade rural para uso próprio (onfarm, biofábricas na fazenda); 2) Técnicas de monitoramento/previsão de ocorrência de pragas e doenças de âmbito agrícola; 3) Manutenção/calibração periódica das máquinas e equipamentos de pulverização e/ou investimentos em tecnologia de aplicação de agrotóxicos.

## Base de dados de agrotóxicos e biodefensivos

A Base de Dados da Plataforma Web AgroBioSafe contém informações atualizadas de todos os agrotóxicos e biodefensivos registrados para uso no Brasil junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), sendo atualizada de forma periódica e automaticamente pela Plataforma. Entre os itens que constam na Base de Dados, destacam-se: Marca Comercial (nome do produto formulado); Número de registro do produto formulado junto ao Mapa; Tipo de formulação; Nome do(s) ingrediente(s) ativo(s);

Concentração do(s) ingrediente(s) ativo(s) isolado(s) e concentração total (soma de todas as concentrações dos ingredientes ativos presentes em um único produto formulado); Grupo químico do(s) ingrediente(s) ativo(s); Classes de Uso (Agrofit e FAO); Classe ambiental (Ibama); Classe toxicológica (Anvisa); e Culturas agrícolas com registro de uso.

## Calculadora BioSafeCalc

A calculadora BioSafeCalc, um dos módulos da Plataforma Web AgroBioSafe, é responsável pela contabilidade do lançamento de agrotóxicos no ambiente, além de outros cálculos necessários para a avaliação do nível de racionalização do uso de agrotóxicos, bem como da realização de uma verificação prévia da documentação anexada e da geração e disponibilização de relatórios. A seguir, serão descritas as principais funcionalidades presentes na BioSafeCalc.

### Índices calculados pela BioSafeCalc

Os índices calculados pela calculadora BioSafeCalc, a partir das informações inseridas no Formulário On-line e dos mapeamentos e das validações na Base de Dados, são: 1) LMA: Lançamento médio de agrotóxicos ao ambiente por hectare; 2) QSafe: quantidade ponderada (ou não) de agrotóxicos não lançados ao ambiente por hectare; 3) TSafe: quantidade total ponderada (ou não) de agrotóxicos não lançados no ambiente; 4) ESafe: índice de racionalização no uso de agrotóxicos; 5) quantidade de CSafes adquiridos pela propriedade na safra agrícola; e 6) PSafe: relação entre a produção e o consumo de agrotóxicos.

### Diferenciação entre agrotóxico e biodefensivo

É de fundamental importância que a calculadora BioSafeCalc diferencie “agrotóxico” de “biodefensivo” (microbiológicos e macrobiológicos – agentes de controle biológicos), para que possa ser verificado o atendimento do critério (obrigatório ou não, a critério do administrador da Plataforma) denominado “Utilização de pelo menos um insumo biológico destinado à proteção de plantas (biodefensivo) na cultura, por safra”.

### **Representatividade das aplicações realizadas com aeronaves tripuladas**

A racionalização no uso dos agrotóxicos deve estar relacionada também com a qualidade das aplicações, principalmente com a redução da deriva das gotas pulverizadas. Desse modo, a BioSafeCalc realiza o cálculo da porcentagem do total de agrotóxicos lançados via pulverização aérea (aeronaves tripuladas), ou seja, dimensiona a participação da aplicação aérea (aeronaves tripuladas) frente às demais modalidades de aplicação de agrotóxicos.

### **Utilização de agrotóxico não registrado para uso na cultura agrícola**

Para cada produto formulado inserido na Base de Dados, estão associadas todas as culturas agrícolas registradas para o uso desse agrotóxico. Dessa forma, a calculadora valida os “dados da cultura agrícola” com as informações associadas a todos os produtos formulados inseridos pelo agricultor no Formulário On-line e realiza uma verificação do possível uso de um ou mais agrotóxico não registrado.

### **Comparativo da produtividade da propriedade cadastrada versus produtividade estadual**

O Programa AgroBioSafe tem como uma de suas premissas promover a racionalização do uso de agrotóxicos sem prejudicar a produtividade das culturas agrícolas, ou seja, sem colocar em risco a renda do produtor, bem como a segurança alimentar. Por isso, é importante que o agricultor que queira participar do Programa AgroBioSafe tenha obtido produtividades condizentes com as condições regionais/estaduais da respectiva safra agrícola. Diante disso, a calculadora efetuará um comparativo da produtividade informada pelo agricultor no Formulário On-line com a média estadual daquela safra, confrontando com as informações contidas na plataforma de Produção Agrícola Municipal/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (PAM/IBGE).

### **Conferência dos requisitos adicionais para a certificação AgroBioSafe**

A calculadora BioSafeCalc também realiza a conferência de requisitos adicionais (opcionais ou não, de acordo com o administrador da Plataforma) para a certificação AgroBioSafe. Os requisitos adicionais checados pela calculadora são: 1)

Atendimento ao critério de utilização de técnicas de monitoramento de pragas e/ou sistemas de previsão da ocorrência de doenças de âmbito agrícola; 2) Atendimento ao critério de manutenção/calibração periódica das máquinas e equipamentos de pulverização e/ou investimentos em tecnologia de aplicação de agrotóxicos.

### **Apontamentos para auditoria/certificação**

A calculadora BioSafeCalc dispõe de algoritmos que podem identificar declarações contendo informações que mereçam investigação mais detalhada por parte da entidade certificadora, uma espécie de indicativo de “malha fina” para auditoria, apontando declarações submetidas na Plataforma que apresentem suspeita de omissão de informações ou de inserção de informações não verídicas.

### **Documentos/relatórios gerados para o agricultor participante do Programa AgroBioSafe**

A BioSafeCalc emite documentos/relatórios para o produtor rural participante do Programa AgroBioSafe, sendo estes: 1) Documento oficial contendo o desempenho obtido no Programa AgroBioSafe ao produtor/propriedade, contendo LMA, QSafe, TSafe, ESafe e PSafe. 2) Relatório de feedback (caráter educativo), contendo apontamentos customizados de melhoria no uso de agrotóxicos e o desempenho evolutivo dessa propriedade/cultura ao longo dos anos. 3) Emissão das cédulas de CSafe certificadas e aptas para serem comercializadas (Opcional). 4) Definição de uma categoria de racionalização no uso de agrotóxicos. Exemplos: Platinum (ESafe superior a 50%); Gold (ESafe 30 a 50%); Silver (ESafe 10 a 29,9%) (Opcional) (Flexível de acordo com o administrador da Plataforma).

### **Documentos/relatórios gerados para o administrador do Programa AgroBioSafe**

A calculadora BioSafeCalc confecciona e permite consultas/relatórios estratégicos para o administrador da Plataforma, os quais poderão ser utilizadas na formulação de políticas públicas, contendo informações como: uso de um determinado ingrediente ativo; uso de um determinado grupo químico; uso de uma determinada classe de uso; uso da aplicação aérea (tripulada); número de propriedades cadastradas no Programa AgroBioSafe – município, estado, país (relatório ao longo dos anos), entre outras informações relevantes.

## Considerações Finais

A descarbonização das diversas atividades produtivas é uma meta consolidada e muito discutida mundialmente, mas a necessidade de programas voltados à racionalização do uso de agrotóxicos das atividades agrossilvipastoris ainda é pouco abordada, seja nos fóruns científicos, sociais, econômicos e, até mesmo, nos ambientais.

Diante disso, o Programa AgroBioSafe foi desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente com o objetivo de contribuir, somar, junto a uma série de iniciativas públicas ou privadas voltadas ao aumento da sustentabilidade das atividades rurais, valorizando e premiando os agricultores que fazem o uso racional e responsável dos agrotóxicos, permitindo, assim, que as propriedades rurais sejam fontes importantes de serviços ambientais.

Esta publicação está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU: 2) “Fome zero e agricultura sustentável”, 3) “Saúde e bem-estar”, 6) “Água potável e saneamento” e 12) “Consumo e produção responsáveis”, auxiliando na manutenção, perpetuação e equilíbrio da vida terrestre, contemplando não somente os seres humanos, mas todo o equilíbrio das cadeias ecológicas.

## Agradecimentos

Ao Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), pelo financiamento para a elaboração e desenvolvimento da Plataforma Web AgroBioSafe, por meio de um Termo de Execução Descentralizada (TED).

## Referências

ADEJUMO, O. A.; OJOKO, E. A.; YUSUF, S. A. Factors influencing choice of pesticides used by grain farmers in Southwest Nigeria. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 4, p. 31-38, 2014. Disponível em: <https://www.iiiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/18242/19166>. Acesso em: 14 abr. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **RenovaBio**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1>. Acesso em: 12 fev. 2025.

CHÈZE, B.; DAVID, M.; MARTINET, V. Understanding farmers' reluctance to reduce pesticide use: A choice experiment. **Ecological Economics**, v. 167, 106349, 2020. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.06.004.

COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. **The contributions of pesticides to pest management in meeting the global need for food**

**production by 2050**. 2014. Disponível em: [https://www.ag.ndsu.edu/potatoextension/CAST\\_IP55\\_Contributions\\_of\\_Pesticid\\_4992B5674417F.pdf](https://www.ag.ndsu.edu/potatoextension/CAST_IP55_Contributions_of_Pesticid_4992B5674417F.pdf). Acesso em: 19 fev. 2025.

CRUZ, M. C. C.; BATISTA, K. S.; FERREIRA, J. P. C.; ANTERO, C. A. S.; NOVAIS, T. M. F. Sustainable energy transition: an application of RenovaBio. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 22, p. 1-22, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n7-039.

DARABAN, G. M.; HLIHOR, R. M.; SUTEU, D. Pesticides vs. biopesticides: from pest management to toxicity and impacts on the environment and human health. **Toxics**, v. 11, 983, 2023. DOI: 10.3390/toxics11120983.

NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 18 fev. 2025.

NARANJO, S. E. Impacts of Bt crops on non-target invertebrates and insecticide use patterns. **Cabi Reviews**, v. 4, p. 1-11, 2009. DOI: 10.1079/PAVSNNR20094011.

PESQUISA da CropLife Brasil, em parceria com a S&P Global, destaca o crescimento do mercado de bioinsumos na última safra. 2023. Disponível em: <https://www.koppert.com.br/centro-de-informacoes/noticias/pesquisa-da-croplife-brasil-em-parceria-com-a-sp-global-destaca-o-crescimento-do-mercado-de-bioinsumos-na-ultima-safra/>. Acesso em: 30 jan. 2025.

QAIM, M.; DE JANVRY A. Bt cotton and pesticide use in Argentina: economic and environmental effects. **Environment and Development Economics**, v. 10, p. 179-200, 2005. DOI: 10.1017/S1355770X04001883.

SABATIER, R.; MEYER, K.; WIEGAND, K.; YANN CLOUGH, Y. Non-linear effects of pesticide application on biodiversity-driven ecosystem services and disservices in a cacao agroecosystem: a modeling study. **Basic and Applied Ecology**, v. 14, p. 115-125, 2013. DOI: 10.1016/j.baae.2012.12.006.

SHARIFZADEH, M. S.; ABDOLLAHZADEH, G.; DAMALAS, C. A.; REZAEI, R. Farmers' criteria for pesticide selection and use in the pest control process. **Agriculture**, v. 8, 24, 2018. DOI: 10.3390/agriculture8020024.

TRAN, L.; SKEVAS, T.; MCCANN, L. Measuring pesticide overuse and its determinants: Evidence from Vietnamese rice and fruit farms. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 67, p. 417-437, 2023. DOI: 10.1111/1467-8489.12521.

ZHAO, X.; CUI, H.; WANG, Y.; SUN, C.; CUI, B.; ZENG, Z. Development strategies and prospects of nano-based smart pesticide formulation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, p. 6504-6512, 2018. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b02004.

**Embrapa Meio Ambiente**

Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho  
13918-110 Jaguariúna, SP  
[www.embrapa.br/meio-ambiente](http://www.embrapa.br/meio-ambiente)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Janaína Paula Marques Tanure*

Secretário-executivo: *Anderson Soares Pereira*

Membros: *Janaína Paula Marques Tanure, Robson Rolland Monticelli Barizon, Alfredo José Barreto Luiz, Fagoni Fayer Calegario, Marcos Eliseu Losekann, Vera Lúcia Ferracini, Victor Paulo Marques Simão, Julio Ferraz de Queiroz, Márcia Regina Assalin, Maria de Cléofas Faggion Alencar e Sonia Cláudia do Nascimento de Queiroz*

**Comunicado Técnico 060**

ISSN 1516-8638  
Mês Outubro, 2025

Edição executiva: *Anderson Soares Pereira*

Revisão de texto: *Eliana de Souza Lima*

Normalização bibliográfica: *Victor Paulo Marques Simão* (CRB-8/5139)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Silvana Cristina Teixeira*

Publicação digital: PDF



**Ministério da  
Agricultura e Pecuária**

Todos os direitos reservados à Embrapa.