



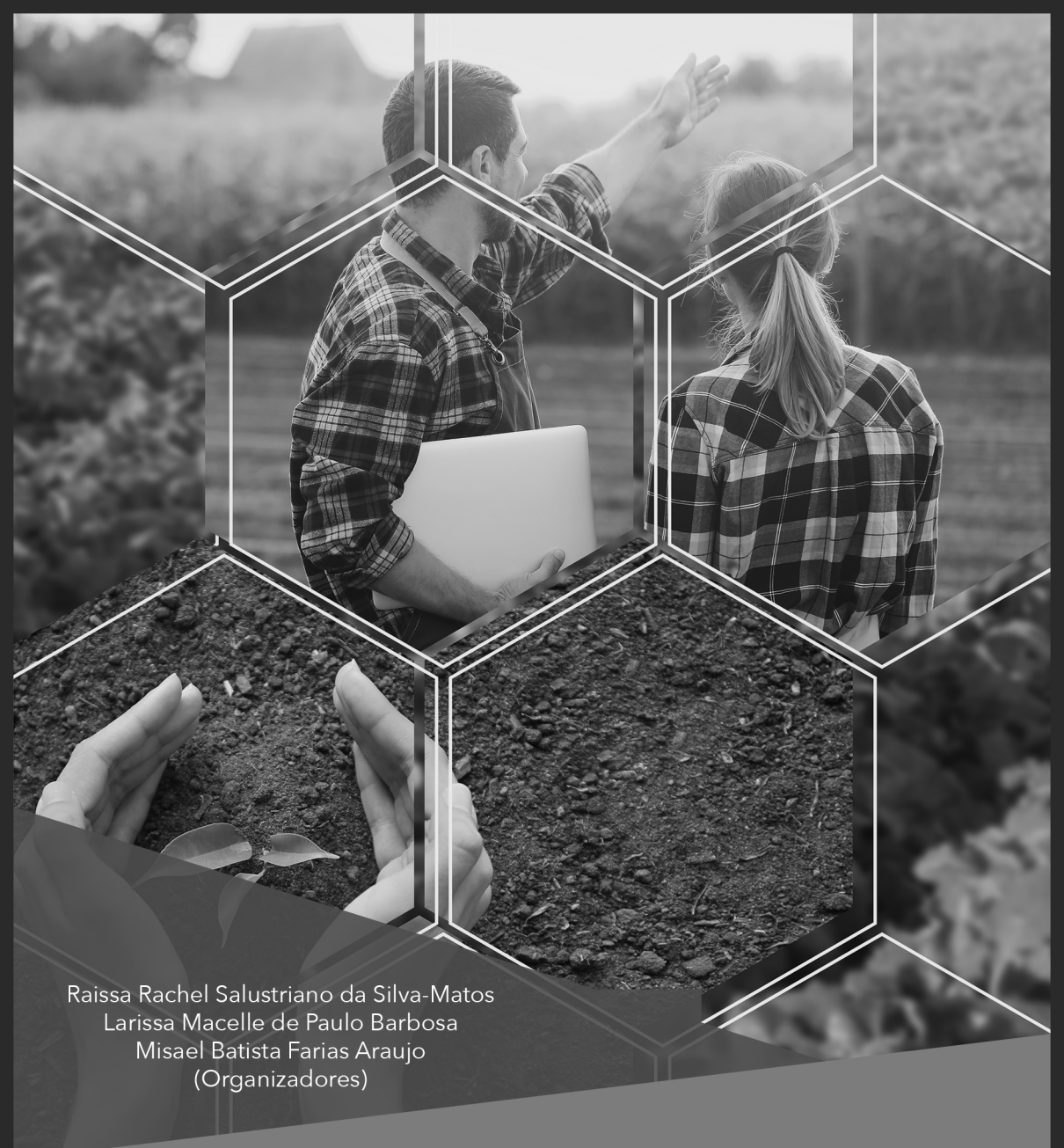
Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Larissa Macelle de Paulo Barbosa  
Misael Batista Farias Araujo  
(Organizadores)

# **Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias**

**2**

**Atena**  
Editora

Ano 2020



Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Larissa Macelle de Paulo Barbosa  
Misael Batista Farias Araujo  
(Organizadores)

# Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias

2

**Atena**  
Editora

Ano 2020

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

- Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

## **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

- Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional

Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia

Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá

Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais

Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos

Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo

Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas

Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliãni Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Larissa Macelle de Paulo Barbosa  
Misael Batista Farias Araujo

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

R436 Resultados econômicos e de sustentabilidade nos sistemas nas ciências agrárias 2 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Larissa Macelle de Paulo Barbosa, Misael Batista Farias Araujo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-675-1

DOI 10.22533/at.ed.751201112

1. Ciências Agrárias. 2. Sustentabilidade. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Barbosa, Larissa Macelle de Paulo (Organizadora). III. Araujo, Misael Batista Farias (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

## APRESENTAÇÃO

Com o passar dos anos, a busca e a necessidade por recursos naturais se tornaram frequentes na vida do homem, surgindo como estratégia para o suprimento e melhoria de vida. Neste cenário, o equilíbrio entre as atividades agrícolas e o meio ambiente é um dos fatores imprescindíveis para conservação da natureza, o dinamismo na cadeia produtiva e consequentemente o desenvolvimento econômico.

Nesta perspectiva, prezados leitores, estes seguintes livros, constituem uma série de estudos experimentais e balanços bibliográficos direcionados ao setor agrário, apresentando técnicas para uso e manejo do solo, da água e de plantas, no que compete a adubação, fitossanidade, melhoramento genético, segurança de alimentos, beneficiamento de produtos agroindustriais, de forma estritamente relacionada com a sustentabilidade, visando atenuar os impactos no meio ambiente.

Finalmente, espera-se que o conteúdo desta obra seja um subsídio para a pesquisa acadêmica, respostas para o pequeno e grande produtor, sugestões tecnológicas e inovadoras para as empresas e indústrias, somando para o progresso do país.

Uma ótima leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Larissa Macelle de Paulo Barbosa

Misael Batista Farias Araujo

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA ATIVIDADE ENZIMÁTICA EM SOLOS CULTIVADOS COM PALMA FORRAGEIRA**

Vilma Maria do Santos  
Nilza da Silva Carvalho  
Sandra Mara Barbosa Rocha  
Joana Suassuna da Nóbrega Veras  
Indra Elena Costa Escobar

**DOI 10.22533/at.ed.751201121**

### **CAPÍTULO 2..... 8**

#### **COBERTURA DO SOLO E OCORRÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS, APÓS A SEMEADURA DO MILHO, EM RAZÃO DE SISTEMAS E ÉPOCAS DE MANEJO DO NABO FORRAGEIRO**

Gabriela Benini  
Antônio Augusto Pinto Rossatto  
Leonardo Seibel Sander  
João Paulo Hubner  
Heloísa Schmitz  
William Nathaniel Battú do Amaral  
Daniela Batista dos Santos  
Juliano Dalcin Martins

**DOI 10.22533/at.ed.751201122**

### **CAPÍTULO 3..... 14**

#### **RECUPERAÇÃO DOS SOLOS E IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO OLERÍCOLA ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM ROTEIRO – AL**

Alexandre Alves da Silva  
Mariza Fordellone Rosa Cruz  
Gabriele Tamires de Andrade Peres Ramos  
Amabily Furquim da Silva  
Matheus Eduardo Leme  
Gabriella Carolina da Silva  
Igor Birelo Sanches  
Octávio Bueno de Godoy Neto  
Melissa Monteiro Paiva  
Jaqueline Rodrigues  
Thais Aparecida Wenceslau

**DOI 10.22533/at.ed.751201123**

### **CAPÍTULO 4..... 23**

#### **POTENCIAL DE *CARRYOVER* DE HERBICIDAS RESIDUAIS INIBIDORES DA ENZIMA ACETOLACTATO-SINTASE (ALS)**

Vicente Bezerra Pontes Junior  
Kassio Ferreira Mendes  
Antônio Alberto da Silva

Maura Gabriela da Silva Brochado  
Paulo Sérgio Ribeiro de Souza  
Dilma Francisca de Paula  
Miriam Hiroko Inoue

**DOI 10.22533/at.ed.7512011124**

**CAPÍTULO 5..... 43**

**PEDOMETRIA E MAPEAMENTO DIGITAL: CONTRIBUIÇÕES NA CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE SOLOS**

Waldir de Carvalho Junior  
Helena Saraiva Koenow Pinheiro  
Theresa Rocco Pereira Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.7512011125**

**CAPÍTULO 6..... 61**

**MIX EM PLANTAS DE COBERTURA/VERÃO: “TECNOLOGIA VERDE” MONITORADA COM FERRAMENTAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO**

Anderson Michel Wermuth  
Cristiano Reschke Lajús  
André Sordi  
Alceu Cericato  
Francieli Dalcanton  
Gean Lopes da Luz  
Rodrigo Barichello

**DOI 10.22533/at.ed.7512011126**

**CAPÍTULO 7..... 72**

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE FEIJÃO-CAUPI DO ACRE**

Joões Alves da Silva Pereira  
Caroline Nascimento dos Santos  
Vanderley Borges dos Santos  
Mateus Martins da Silva  
Francisca Silvana Silva do Nascimento  
Eldevan Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.7512011127**

**CAPÍTULO 8..... 78**

**NÃO PREFERÊNCIA PARA OVIPOSIÇÃO DE MOSCAS BRANCAS COM CHANCE DE ESCOLHA EM CULTURA DE FEIJÃO COLORIDO**

Ana Beatriz Cerqueira Camargo  
Jose Celso Martins

**DOI 10.22533/at.ed.7512011128**

**CAPÍTULO 9..... 87**

**EFEITOS DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS DE FEIJÃO NAS CARACTERÍSTICAS DAS ESPIGAS DE MILHO CULTIVADO EM CONSORCIAÇÃO**

Douglas Graciel dos Santos

Kaliu Batista Gonçalves Santos  
Iran Dias Borges  
Ricardo Ribeiro da Silva Almeida  
Samuel Henrique Pereira Costa  
José Francisco Braga Neto  
Tháís Fernanda Silva

**DOI 10.22533/at.ed.7512011129**

**CAPÍTULO 10..... 93**

**ESTRATÉGIAS DE VALORIZAÇÃO DO MILHO CRIOULO NA AGRICULTURA FAMILIAR DE SERGIPE, BR: ANÁLISE DAS CONTAMINAÇÕES POR TRANSGENIA**

Eliane Dalmora  
Irinéia Rosa Nascimento  
Kauane Santos Batista  
Phillipe Rolemberg Caetano

**DOI 10.22533/at.ed.75120111210**

**CAPÍTULO 11..... 105**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE SEMENTES DE MILHO**

Luiz Fernando Gibbert  
Bruna Francielly Gama  
Ana Paula Rodrigues da Silva  
Adriana Matheus da Costa Sorato  
Marco Antonio Camillo de Carvalho  
Fernando Elias Roveda  
Cesar Henrique Ruiz da Silva  
Lavínia Ferreira Batista  
Felipe de Souza Freitas  
Patrícia Cristiane Gibbert

**DOI 10.22533/at.ed.75120111211**

**CAPÍTULO 12..... 111**

**INFLUÊNCIA DO SISTEMA E ÉPOCA DE MANEJO DO NABO FORRAGEIRO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL E RENDIMENTO DO MILHO**

Gabriela Benini  
Antônio Augusto Pinto Rossatto  
Leonardo Seibel Sander  
João Paulo Hubner  
Heloísa Schmitz  
William Nathaniel Battú do Amaral  
Daniela Batista dos Santos  
Juliano Dalcin Martins

**DOI 10.22533/at.ed.75120111212**

**CAPÍTULO 13..... 117**

**PRODUTIVIDADE DE MILHO SAFRINHA CONSORCIADO COM *Urochloa ruziziensis* EM DIFERENTES MODALIDADES DE SEMEADURA**

Luiz Fernando Gibbert  
Bruna Francielly Gama  
Itamar de Souza Sauer  
Sheila Caioni  
Cesar Henrique Ruiz da Silva  
Donizete Vinicius Vaz da Silva  
Tiago de Lisboa Parente  
Ellen Clarissa Pereira da Cunha  
Samiele Camargo de Oliveira Domingues  
Patrícia Cristiane Gibbert

**DOI 10.22533/at.ed.75120111213**

**CAPÍTULO 14..... 123**

**PREDIÇÃO DE GANHO GENÉTICO EM GENÓTIPOS DE SOJA POR MEIO DE ÍNDICES DE SELEÇÃO**

Ana Paula Lira Costa  
Dardânia Soares Cristeli  
Alyce Carla Rodrigues Moitinho  
Thayná Pereira Garcia  
Alice Pereira da Silva  
Lígia de Oliveira Amaral  
Ivana Marino Bárbaro-Torneli  
Sandra Helena Unêda-Trevisoli

**DOI 10.22533/at.ed.75120111214**

**CAPÍTULO 15..... 129**

**COMPORTAMENTO DE NOVAS CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO**

Antônio Sérgio de Souza  
André Mundstock Xavier de Carvalho  
Fabrícia Queiroz Mendes

**DOI 10.22533/at.ed.75120111215**

**CAPÍTULO 16..... 135**

**EFEITO DE FERTILIZANTES FOLIARES EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Bruno Nicchio  
Camila Lariane Amaro  
Gustavo Alves Santos  
Marlon Anderson Marcondes Vieira  
Bruno Barbosa Guimarães  
Hamilton Seron Pereira  
Gaspar Henrique Korndörfer

**DOI 10.22533/at.ed.75120111216**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>147</b>
SISTEMA AGROFLORESTAL COM ESPÉCIES NATIVAS DE VALOR MADEIREIRO, COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O USO DA TERRA NA CHAPADA DIAMANTINA	
Diego Machado Carrion Serrano	
DOI 10.22533/at.ed.75120111217	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>152</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>153</b>



# CAPÍTULO 4

## POTENCIAL DE CARRYOVER DE HERBICIDAS RESIDUAIS INIBIDORES DA ENZIMA ACETOLACTATO-SINTASE (ALS)

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 06/11/2020

**Miriam Hiroko Inoue**

Universidade do Estado de Mato Grosso,  
Departamento de Agronomia  
Tangará da Serra – Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/5603582678388704>

**Vicente Bezerra Pontes Junior**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento  
de Agronomia  
Viçosa- Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/2861582505500232>

**Kassio Ferreira Mendes**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento  
de Agronomia  
Viçosa- Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/7101423608732888>

**Antônio Alberto da Silva**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento  
de Agronomia  
Viçosa- Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/6471640192667153>

**Maura Gabriela da Silva Brochado**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento  
de Agronomia  
Viçosa- Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/1509312557137003>

**Paulo Sérgio Ribeiro de Souza**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento  
de Agronomia  
Viçosa- Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/2217629885749129>

**Dilma Francisca de Paula**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento  
de Agronomia  
Viçosa- Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/5000058539625268>

**RESUMO:** As plantas daninhas interferem negativamente no desenvolvimento das culturas quando não controladas, tendo os herbicidas como principal técnica de manejo. É desejável que um herbicida controle as plantas daninhas por um maior período de tempo. Entretanto, o efeito residual poderá trazer injúrias na cultura subsequente, causando efeitos de *carryover*. Torna-se necessário, portanto, a escolha criteriosa do herbicida, conhecendo os fatores edafoclimáticos e ambientais que culminam na sua transformação, especialmente para herbicidas com muitas moléculas registradas e diferentes grupos químicos, como os inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS). Das propriedades físico-químicas para avaliar a presença de moléculas ativas no solo, a RL50 é o parâmetro mais eficiente para estimar o potencial de *carryover*, pois apresenta visualmente a atividade do herbicida usando bioensaios. Faz-se, então, uma análise físico-química das amostras de solo com herbicida, onde é semeada a espécie biodindicadora. Depois, avalia-se as injúrias por 5 períodos distintos até o momento que não apresentar mais injúrias para melhor ajuste da curva de regressão. Dentre os herbicidas inibidores da ALS, o imazethapyr apresentou maior efeito *carryover* em solos arenosos e a irrigação proporcionou menor efeito fitotóxico. Os

herbicidas imazaquin, pyriithiobac e cloransulam-methyl causaram injúrias nas culturas aos 365 dias após a aplicação (DAA). Os herbicidas nicosulfuron, chlorimuron-ethyl e imazapyr causaram efeito *carryover* até 45, 90 e 90 DAA, respectivamente. Quando misturados, os herbicidas imazethapyr e imazapic tiveram efeito *carryover* até 371 DAA. Devido a ocorrência de *carryover*, a necessidade de alternativas de baixo custo para o produtor é imprescindível tendo a técnica de biorremediação como um modelo eficiente que usa organismos vivos para descontaminar solo e água com resíduos das moléculas-alvo e promover a degradação parcial ou completa, prevenindo prejuízos econômicos e danos ambientais. A fitorremediação é um método promissor, embora necessite de mais estudos para identificação de plantas como potenciais fitorremediadoras.

**PALAVRAS - CHAVE:** herbicida, plantas daninhas; injúria; fitorremediação.

### CARRYOVER POTENTIAL OF RESIDUAL HERBICIDES INHIBITORS OF THE ENZYME ACETOLACTATE-SYNTHASE (ALS)

**ABSTRACT:** Weeds negatively interfere in crop development when uncontrolled, with herbicides as the main management technique. It is desirable for a herbicide to control weeds for a longer period of time. However, the residual effect may bring injuries in subsequent culture, causing carryover effects. It is necessary, therefore, the careful choice of the herbicide, knowing the edaphoclimatic and environmental factors that culminate in its transformation, especially for herbicides with many registered molecules and different chemical groups, such as acetolactate synthase inhibitors (ALS). Of the physical-chemical properties to evaluate the presence of active molecules in the soil, RL50 is the most efficient parameter to estimate the carryover potential, as it visually presents herbicide activity using bioassays. A physical-chemical analysis of soil samples with herbicide is then made, where the bioindicator species is sowed. Then, the injuries are evaluated for 5 distinct periods until the moment that does not present more injuries for better adjustment of the regression curve. Among the als-inhibiting herbicides, imazethapyr had a higher carryover effect in sandy soils and irrigation provided less phytotoxic effect. The herbicides imazaquin, pyriithiobac and chlorosulam-methyl caused injuries in crops 365 days after application (DAA). The herbicides nicosulfuron, chlorimuron-ethyl and imazapyr caused carryover effect up to 45, 90 and 90 DAA, respectively. When mixed, the herbicides imazethapyr and imazapic had carryover effect up to 371 DAA. Due to the occurrence of carryover, the need for low-cost alternatives for the producer is essential with the bioremediation technique as an efficient model that uses living organisms to decontaminate soil and water with residues of the target molecules and promote partial or complete degradation, preventing economic damage and environmental damage. Phytoremediation is a promising method, although it requires further studies to identify plants as potential phytoremediators.

**KEYWORDS:** herbicide, weeds; injury; phytoremediation.

## 1 | INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são um dos principais fatores limitantes em produções agrícolas. Dentre os métodos de manejo destas, o controle químico por meio de herbicidas é eficiente e apresenta melhor custo-benefício em relação aos demais métodos (DALLEY et al., 2006).

Um efeito desejado dos herbicidas é que estes controlem as plantas daninhas por um maior período de tempo após a aplicação, evitando reinfestação da área e reduzindo os vários fluxos de germinação (ALONSO et al., 2013). Entretanto, os mesmos autores citaram que o efeito residual do herbicida maior que o intervalo entre os ciclos de cultivo pode causar injúrias na cultura a ser plantada em seqüência, efeito este conhecido por *carryover*. Logo, a escolha do herbicida deve ser feita de forma criteriosa e levar em consideração as propriedades físico-químicas do herbicida, o sistema de cultivo, as condições ambientais e a espécie cultivada em sucessão (ALONSO et al., 2013). Logo, torna-se importante conhecer os fatores que influenciam o processo de transformação do herbicida no ambiente (MANCUSO et al., 2011), bem como as formas de identificar e evitar a ocorrência do *carryover*, especialmente para herbicidas de mecanismos de ação que possuem uma grande quantidade de moléculas registradas, com diferentes grupos químicos, como os inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS).

## 2 | HERBICIDAS INIBIDORES DA ALS

Alguns dos herbicidas mais utilizados na agricultura são os inibidores da ALS (DAL MAGRO et al, 2010). Atualmente no Brasil, há registro para 23 moléculas de herbicidas com este mecanismo de ação, com diferentes doses recomendadas e intervalos de segurança (Tabela 1) (AGROFIT, 2020; AGROLINK, 2020).

Tal enzima está ligada à síntese dos aminoácidos ramificados: leucina, isoleucina e valina, e sua inibição impede a síntese de DNA e crescimento celular (SILVA et al., 2007), com conseqüente morte da planta. A Figura 1 representa esquematicamente as rotas de produção dos aminoácidos ramificados e o mecanismo de ação dos herbicidas inibidores da ALS.

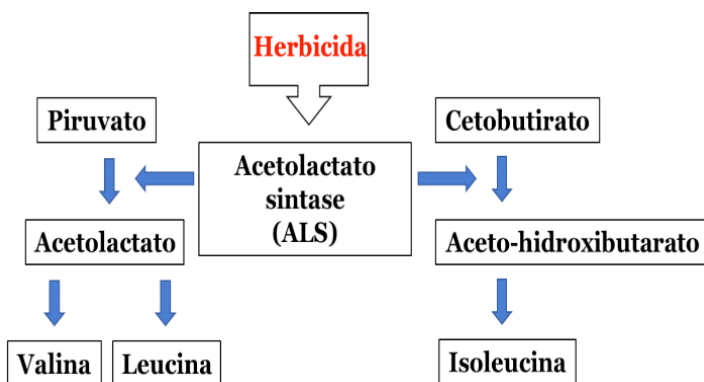


Figura 1. Esquema representativo do mecanismo de ação dos herbicidas inibidores da ALS.

Fonte: Adaptado de Vargas et al. (2016).

Grupo químico	Ingrediente ativo (i.a)	Dose de aplicação (g i.a. ha-1)1	Intervalo de segurança (dias)*	Recomendações de aplicação
Sulfonilureias	azimsulfurum	5 – 6	15	Seletivo para a cultura do arroz irrigado, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única quando as plantas daninhas estiverem entre os estádios de plântula até 4 folhas.
	chlorimuron-ethyl	10 – 20	65	Seletivo para a cultura da soja, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única, com doses menores para plantas daninhas com 2 a 4 folhas e doses maiores para plantas daninhas com 4 a 6 folhas ou altas infestações.
	cyclosulfamuron	40	111	Seletivo para a cultura do arroz, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, em estágio de até 4 folhas para eudicotiledóneas e até 6 folhas para cyperaceas.
	ethoxysulfuron	60 – 150	50 – 150	Seletivo para as culturas do arroz, cana-de-açúcar e feijão, recomendado para uso em pré e pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, com plantas daninhas no estágio de desenvolvimento da segunda folha até o terceiro perfilhamento.
	flazasulfuron	50 – 100	60	Seletivo e recomendado para uso em pré e pós-emergência para a cultura da cana-de-açúcar e em pós-emergência para as culturas de café e tomate. Realizar no máximo duas aplicações no ciclo das culturas, dependendo das espécies de plantas daninhas presentes na área.
	floransulfuron + iodosulfuron-methyl-sodium	(36 + 2,4) – (45 +3)	60	Seletivo para a cultura do milho, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, com plantas daninhas no estágio de 2 a 6 folhas para eudicotiledóneas e entre uma folha e um perfilhamento para monocotiledóneas.
	halosulfuron-methyl	60 – 112,5	30	Seletivo para as culturas da cana-de-açúcar, feijão e gramados, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única em cana-de-açúcar e até três aplicações em gramados, em diferentes estádios de desenvolvimento, dependendo das espécies presentes na área.
	iodosulfuron-methyl-sodium	3,5 – 20	60 – 92	Seletivo para as culturas da cana-de-açúcar, arroz e trigo, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única, em diferentes estádios de desenvolvimento das culturas e espécies de plantas daninhas presentes na área.
	metsulfuron-methyl	2 – 18	10 – 90	Seletivo para as culturas de arroz, aveia, café, cana-de-açúcar, cevada, trigo, triticale e pastagens. Recomendado para uso em pré-emergência em cana-de-açúcar e pós-emergência nas demais culturas. O número de aplicações dependerá da cultura e estágio de desenvolvimento das plantas daninhas.
	nicosulfuron	50 – 60	45	Seletivo para a cultura do milho, recomendado para uso em pós-emergência. O número de aplicações dependerá das espécies de plantas daninhas presentes na área e seus estádios de desenvolvimento.
pyrazosulfuron-ethyl	15 – 20	30	Seletivo para a cultura do arroz irrigado, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação quando as plantas daninhas estiverem no estágio de 2 a 3 folhas. Após a aplicação, inundar a área até no máximo sete dias, mantendo uma lâmina de água em torno de 12cm.	
trifloxysulfuron-sodium	7,5 – 22,5	-	Seletivo para as culturas da cana-de-açúcar e do algodão, recomendado para uso em pós-emergência no controle de eudicotiledóneas e cyperaceas. O número de aplicações dependerá das espécies de plantas daninhas presentes na área e seus estádios de desenvolvimento.	

Imidazolinonas	imazamox	28 – 49	43 – 70	Seletivo para as culturas da soja e do feijão, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo das culturas, quando as plantas daninhas estiverem no estágio de 2 a 4 folhas.
	imazapic	98 – 245	70 – 150	Seletivo para as culturas do algodão e do amendoim, recomendado para uso em pré e pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo das culturas, quando as plantas daninhas estiverem no estágio vegetativo.
	imazapyr	57,6 – 72	60	Seletivo para a cultura da soja tolerante ao imazapyr, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo de cultivo, quando as plantas daninhas eudicotiledôneas estiverem com 2 a 6 folhas e as gramíneas com até 2 perflhos.
	imazaquin	161	-	Seletivo para a cultura da soja, recomendado para uso em pré-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, em pré-plantio incorporado ou sem incorporação.
	imazethapyr	31,8 – 106	40 – 83	Seletivo para as culturas do arroz irrigado, feijão e soja, recomendado para uso em pré e pós-emergência. O número de aplicações dependerá da cultura, das espécies de plantas daninhas presentes na área e seus estádios de desenvolvimento.
Triazolpirimidinas	cloransulam-methyl	20 – 40	48	Seletivo para a cultura da soja, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única, quando as plantas daninhas estiverem com 2 a 4 folhas, de 6 a 30 dias após a emergência da soja.
	diclosulam	20 – 35	-	Seletivo para a cultura da soja, recomendado para uso em pré-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, em pré-semeadura da soja.
	flutmesulam	105 – 140	-	Seletivo para a cultura da soja, recomendado para uso em pré-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, em sistema de pré-plantio incorporado.
	penoxsulam	30 – 60	98	Seletivo para a cultura do arroz irrigado, recomendado para uso em pré e pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, quando as plantas eudicotiledôneas estiverem em estágio de desenvolvimento com 2 a 3 folhas e as monocotiledôneas estiverem em estágio de desenvolvimento de 4 folhas a 1 perflho.
	pyroxsulam	15,3 – 18	-	Seletivo para a cultura do trigo, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, quando as plantas daninhas estiverem em estágio de desenvolvimento de 2 a 4 folhas.
Pirimidiniltiobenzoatos	bispyribac-sodium	40 – 50	14	Seletivo para a cultura do arroz irrigado, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, com as plantas daninhas em estádios vegetativos de 3 a 4 folhas. Inundar a lavoura até 7 dias após a aplicação, não ultrapassando uma lâmina de 15cm.
	pyrithiobac-sodium	42 – 140	21	Seletivo para a cultura do algodão, recomendado pra uso em pré e pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, de 7 a 15 dias após a germinação das plantas daninhas.

Tabela 1. Herbicidas inibidores da ALS registrados no Brasil, divididos em grupos químicos e recomendações de aplicação.

(-): Intervalo de segurança não determinado devido à modalidade de utilização do herbicida.

(\*): Valores dependentes da cultura e espécies de plantas daninhas. Consultar a bula.

(<sup>1</sup>): Doses mínimas e máximas dos herbicidas.

Fonte: Adaptado do AGROFIT (2020) e AGROLINK (2020).

Os herbicidas inibidores da ALS são sistêmicos e estão inseridos nos grupos químicos sulfonilureias, imidazolinonas, triazolpirimidinas, pirimidiniltiobenzoatos e sulfonilamina carbonil triazolinonas (não disponível no Brasil), sendo eficientes no controle de grande espectro de plantas daninhas em baixas doses e recomendados para diversas culturas como trigo, soja, milho, algodão, feijão, batata, beterraba, dentre outras (MONQUERO et al., 2000; SILVA et al., 2007).

Diante da gama de moléculas registradas, é necessário conhecer as características físico-químicas destas, bem como o sistema de plantio, plantas cultivadas, época de aplicação, tipo de solo, histórico de aplicação na área, dentre outras informações, para entender o comportamento dos herbicidas no solo, para evitar prejuízos por meio de *carryover*.

### 3 | DIFERENÇA ENTRE EFEITO RESIDUAL E *CARRYOVER*

O alvo dos herbicidas são as plantas daninhas. No entanto, boa parte da dose aplicada em pós-emergência entra em contato com o solo. Quando os herbicidas são recomendados para em pré-emergência, a aplicação é feita diretamente no solo (SILVA et al., 2007). Uma vez no solo, os herbicidas sofrem processos físicos, químicos e biológicos, como retenção (sorção e dessorção), transporte (lixiviação, volatilização e escoamento superficial), transformação (fotodegradação, degradação química e biológica), além da absorção pelas plantas (BAILEY e WHITE, 1970). A persistência é influenciada diretamente pela degradação da molécula do herbicida e sua capacidade sortiva no solo (SILVA et al., 2007). O efeito residual “positivo” é o tempo que a molécula do herbicida permanece no solo ativa controlando as plantas daninhas e sem provocar injúrias nas plantas de interesse econômico (MENDES et al., 2017).

No entanto, a persistência prolongada ou o não conhecimento do tempo que a molécula do herbicida permanece ativa no solo pode afetar as culturas, efeito conhecido como *carryover*. Este é o efeito residual “negativo” dos herbicidas no solo, em que atingem as culturas sensíveis, causando injúrias que irão prejudicar sua produtividade ao longo do ciclo ou até mesmo a morte da planta (MANCUSO et al., 2011).

A ocorrência de *carryover* irá depender da molécula do herbicida e suas propriedades físico-químicas, da cultura a ser implementada em sucessão (e do seu sistema de manejo) e das condições ambientais em que o plantio está inserido (MANCUSO et al., 2011). Logo, conhecer cada um destes componentes e suas interações é fundamental para evitar problemas com *carryover*.

### 4 | PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS HERBICIDAS QUE PODEM INFLUENCIAR NO *CARRYOVER*

As propriedades físico-químicas das moléculas são importantes para definir a

persistência do herbicida no solo. As propriedades estão relacionadas diretamente com a molécula, tais como solubilidade em água ( $S_w$ ), coeficiente de partição octanol-água ( $K_{ow}$ ), capacidade de dissociação eletrolítica ácida (pKa), tempo de meia-vida da dissipação (DT50) e nível de resíduo da metade da dissipação (RL50) com o uso de plantas sensíveis, além do coeficiente de sorção normalizado pelo teor de carbono orgânico do solo ( $K_{oc}$ ). Uma vez conhecendo estas propriedades e suas interações com o solo e meio ambiente, pode-se evitar perdas com a ocorrência do *carryover* (MANCUSO et al., 2011). A Tabela 2 apresenta algumas propriedades físico-químicas dos herbicidas inibidores da ALS registrados no Brasil.

Herbicida (i.a)	$S_w$ (mg L <sup>-1</sup> )	$K_{ow}$ (Log)	pKa	$K_{oc}$ <sup>1</sup>	DT50 (dias)*	RL50 (dias)
Azimsulfurom	1.050 (alta)	-1,4 (baixa)	3,6 (ácido fraco)	73,8 (móvel)	3,5 (não persistente)	3,3
chlorimuron-ethyl	1.200 (alta)	0,11 (baixa)	4,2 (ácido fraco)	106 (moderadamente móvel)	28 (não persistente)	4,7
cyclosulfamuron	6,52 (baixa)	1,41 (baixa)	5,04 (ácido fraco)	1.440 (ligeiramente móvel)	-	-
ethoxysulfuron	5.000 (alta)	1,01 (baixa)	5,28 (ácido fraco)	134 (moderadamente móvel)	17,5 (não persistente)	-
flazasulfuron	2.100 (alta)	-0,06 (baixa)	4,37 (ácido fraco)	46,2 (móvel)	10 (não persistente)	-
halosulfuron-methyl	10,2 (baixa)	-0,02 (baixa)	3,44 (ácido fraco)	109 (moderadamente móvel)	14 (não persistente)	3
iodosulfuron-methyl-sodium	25.000 (alta)	-0,7 (baixa)	3,22 (ácido forte)	-	3,2 (não persistente)	4,8
metsulfuron-methyl	2.790 (alta)	-1,87 (baixa)	3,75 (ácido fraco)	-	13,3 (não persistente)	5,2
nicosulfuron	7500 (alta)	0,61 (baixa)	4,78 (ácido fraco)	30 (móvel)	19,3 (não persistente)	0,63
pyrazosulfuron-ethyl	14,5 (baixa)	3,16 (alta)	3,7 (ácido fraco)	154 (moderadamente móvel)	-	-
trifloxysulfuron-sodium	25.700 (alta)	-0,42 (baixa)	4,76 (ácido fraco)	306 (moderadamente móvel)	-	-
imazamox	626.000 (alta)	5,36 (alta)	2,3 (ácido forte)	-	16,7 (não persistente)	-
imazapic	2.230 (alta)	2,47 (baixa)	2 (ácido forte)	137 (moderadamente móvel)	232 (persistente)	-
imazapyr	9.740 (alta)	0,11 (baixa)	1,9 (ácido forte)	-	-	26
imazaquin	102.000 (alta)	-1,09 (baixa)	3,45 (ácido fraco)	-	11 (não persistente)	13,1
imazethapyr	1.400 (alta)	1,49 (baixa)	2,1 (ácido forte)	52 (móvel)	51 (não persistente)	15,2
cloransulam-methyl	184 (moderada)	-0,365 (baixa)	4,81 (ácido fraco)	30 (móvel)	10 (não persistente)	3,9

diclosulam	6,32 (baixa)	0,85 (baixa)	4 (ácido fraco)	90 (moderadamente móvel)	20 (não persistente)	-
flumetsulam	5.560 (alta)	0,21 (baixa)	4,6 (ácido fraco)	28 (móvel)	-	-
penoxsulam	408 (moderada)	-0,602 (baixa)	5,1 (ácido fraco)	73,2 (móvel)	5,9 (não persistente)	2,8
pyroxulam	3.200 (alta)	-1,01 (baixa)	4,67 (ácido fraco)	33,22 (móvel)	13 (não persistente)	1,4
bispyribac-sodium	64.000 (alta)	-1,03 (baixa)	3,35 (ácido fraco)	-	6,3 (não persistente)	-
pyrithiobac-sodium	728.000 (alta)	-0,84 (baixa)	2,34 (ácido forte)	-	-	-

Tabela 2. Algumas propriedades físico-químicas dos herbicidas inibidores da ALS registrados no Brasil.

(<sup>1</sup>): Coeficiente de sorção normalizado para o teor de matéria orgânica.

(\*): Tempo de meia-vida no campo.

(-): Dados não calculados.

Fonte: PPDB (2020).

A  $S_w$  é a quantidade máxima de moléculas que serão dissolvidas em determinado volume de água e em determinada temperatura. De forma geral, quanto menor for a  $S_w$ , maior será a sorção do herbicida, conseqüentemente maior será a persistência do mesmo (SILVA et al., 2007; MANCUSO et al., 2011).

O  $K_{ow}$  indica a afinidade da molécula com a fase polar (água) e apolar (octanol) do meio/solução. Quanto mais polar for o herbicida, este será mais hidrofílico. Quanto mais apolar, será mais lipofílico. De forma geral, quanto maior o  $K_{ow}$ , maior será sua sorção. Logo, maior será sua persistência no solo (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

O pKa indica a capacidade de dissociação da molécula do herbicida (SILVA et al., 2007). É o valor numérico de pH onde metade das moléculas está ionizada e metade na forma molecular (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Todos os herbicidas inibidores da ALS registrados no Brasil possuem caráter ácido (Tabela 2). Para estes herbicidas, quanto maior for o pH em relação ao pKa, maior será a concentração do herbicida na forma iônica (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Logo, considerando a definição de ácido de Brønsted-Lowry, terão a capacidade de doar prótons, ficando com a carga elétrica negativa (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2001). De acordo com este autor, uma vez dissociados, os herbicidas terão mais facilidade de serem transportados por lixiviação com a solução do solo, diminuindo sua persistência. Tal fato é devido ao aumento do pH favorecer o desenvolvimento de cargas negativas no solo, provocando o fenômeno de repulsão das moléculas do herbicida da matriz do solo (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

O  $K_{oc}$  é o coeficiente de sorção normalizado para o teor de carbono orgânico e pode ser expresso em  $K_{foc}$  (modelo de Freundlich) e  $K_{loc}$  (modelo Langmuir). É utilizado para



estimar a sorção de herbicidas no solo, representando a relação entre a concentração do herbicida sorvido ao solo com concentração do herbicida na solução do solo em equilíbrio, de acordo com a quantidade inicial aplicada (SILVA et al., 2007). Quanto maior o  $K_{oc}$ , maior a sorção do herbicida e consequentemente maior a persistência da molécula no solo (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

A DT50 de um herbicida é definida como o tempo (dias) que decorre do momento da aplicação até a dissipação de 50% da quantidade inicial aplicada no campo (SILVA et al., 2007). O conhecimento da DT50 é fundamental para evitar a ocorrência do *carryover* (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008), pois quanto maior for este tempo de dissipação, maior será a persistência da molécula no solo. No entanto, apesar da DT50 servir como parâmetro da estimativa da persistência, irá depender das propriedades físico-químicas e biológicas do solo, condições do meio ambiente e sistemas de cultivo (MENDES et al., 2017).

A RL50 é definida como o nível de resíduo no qual a substância ativa do herbicida desaparece na planta (LEWIS e TZILIVAKIS, 2017). É estimada a partir de bioensaios, em que injúrias causadas pelo herbicida são verificadas em plantas sensíveis, indicando a atividade do produto. Usa-se a RL50 para indicar que 50% da molécula foi dissipada e a outra metade ainda está causando efeito herbicida na planta. Irá depender de fatores ambientais, sistema de cultivo, molécula do herbicida e da sensibilidade da espécie utilizada e suas características morfoanatômicas (LEWIS e TZILIVAKIS, 2017).

## 5 | MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE RESÍDUO DE HERBICIDA NO SOLO

Para a avaliação da presença de moléculas ativas no solo, a RL50 é o parâmetro mais eficiente para estimar o potencial de *carryover*, pois apresenta visualmente a atividade do herbicida. Por meio dos bioensaios podem-se observar os níveis de injúrias em plantas sensíveis com aplicações de diferentes doses de herbicida, especialmente se utilizadas espécies que normalmente são cultivadas em sucessão a outras, como soja e milho cultivados em sucessão ao algodão (SANTOS et al., 2012; GHENO et al., 2016), além de ser um método eficiente, de baixo custo e fácil condução (SILVA et al., 2007; MONQUERO et al., 2012; BARCELLOS JÚNIOR et al., 2019). A Figura 2 representa esquematicamente um experimento de *carryover*, assumindo como épocas de avaliação os períodos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação (DAA).

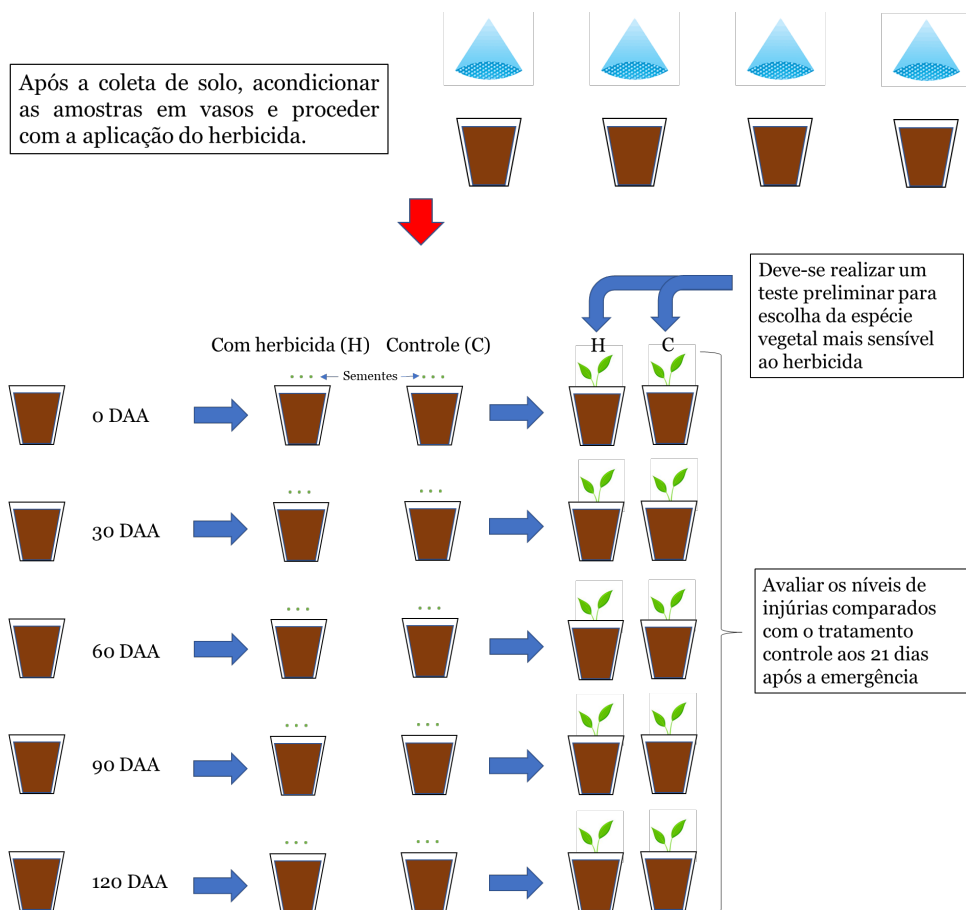


Figura 2. Representação esquemática de metodologia de experimento para avaliar potencial de *carryover*. DAA = Dias Após a Aplicação.

Para realizar um experimento e saber se há moléculas ativas de herbicidas em uma área de cultivo, deve-se fazer uma análise de solo do local. Logo após, deve-se realizar coletas de amostras de solo, e analisar as características físico-químicas das amostras. Se o experimento for realizado em casa-de-vegetação, as amostras de solos devem ser separadas em unidades experimentais (vasos) e aplicar o herbicida ou mistura de herbicidas que serão estudados. No solo contaminado com o herbicida no campo ou aplicado o produto em casa-de-vegetação, será semeada a espécie bioindicadora em diferentes dias após a aplicação, avaliando os níveis de injúrias e verificando qual a época em que as plantas não irão mais apresentar sintomas, e geralmente a avaliação final é feita aos 21 dias após a emergência. A avaliação deve ser feita por no mínimo 5 períodos para melhor ajuste da curva de regressão. A avaliação também deve ser feita até o momento em que não forem observadas mais injúrias, indicando que o herbicida não apresenta mais

atividade residual no solo.

## 6 I INFORMAÇÕES DE *CARRYOVER* E EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS NO SOLO

Diante do alto número de moléculas registradas para este mecanismo de ação, algumas não apresentam estudos que abordem o potencial de *carryover*. No entanto, há pesquisas realizadas para alguns herbicidas inibidores da ALS, que podem servir como referência no momento do planejamento do plantio. Estas informações não são encontradas nas bulas dos herbicidas, mas sim em estudos específicos realizados com as moléculas. Alonso et al. (2011), avaliando potencial de *carryover* de herbicidas para a cultura do milho em Maringá – PR, verificaram os seguintes resultados apresentados na Tabela 3.

Herbicidas	Sintomas observados (DAA)	
	Solo argiloso	Solo de textura média
chlorimuron	30	0
diclosulam	30	60
imazaquin	-	120
imazethapyr	30	0

Tabela 3. Período residual de alguns herbicidas inibidores da ALS.

(-): Dados inconclusivos.

Fonte: Adaptado de Alonso et al. (2011).

Os sintomas característicos dos herbicidas inibidores da ALS são: clorose da planta, definhamento e conseqüente morte (SILVA et al., 2007). Os sintomas observados no milho foram semelhantes e de acordo com o esperado para herbicidas deste mecanismo de ação (Figura 3).

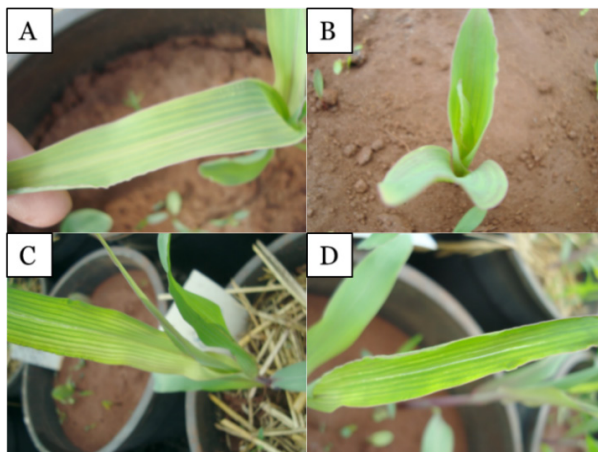


Figura 3. Sintomas de injúrias causados por chlorimuron (A), diclosulam (B), imazaquin (C) e imazethapyr (D).

Fonte: Alonso et al. (2011).

Em contraste com este estudo, Carvalho et al. (2018) verificaram que o imazethapyr apresentou maior efeito *carryover* em solo mais arenoso, apesar de também causar injúrias no milho em solo argiloso. A persistência do imazethapyr é influenciada pela umidade, temperatura e  $K_{oc}$ ; este último fator é influenciado pelo pH e teor de matéria orgânica (RENNER et al., 1988; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 1999). Carvalho et al. (2018) também encontraram que a irrigação proporcionou menor efeito fitotóxico por parte do imazethapyr.

Smith et al. (2005), avaliando a persistência de inibidores da ALS no solo em Brooksville e St. Joseph, EUA, perceberam que resíduos de imazaquin causaram injúrias no algodão semeado um ano após o herbicida ser aplicado. E o pyriithiobac apresentou efeito *carryover* na soja, também semeada um ano após a aplicação do herbicida. A DT50 aproximada de pyriithiobac e imazaquin foi de 61 e 71 dias, respectivamente. A diminuição dos índices pluviométricos e de temperatura do solo influenciaram na dissipação destes herbicidas. Em contrapartida, Guerra et al. (2011), avaliando a persistência de pyriithiobac, aplicando em duas doses em diferentes solos em Maringá – PR, verificaram que após 210 DAA o herbicida ainda apresentava altas taxas de injúrias no pepino. Neste mesmo estudo, o trifloxysulfuron-sodium apresentou maior persistência em solos com maiores valores de pH quando comparado com o pyriithiobac.

Carvalho et al. (2010), avaliando efeito *carryover* de nicosulfuron em Selvíria – MS, notaram que plantas de soja não apresentaram sintomas de injúrias a partir de 15 DAA, enquanto que plantas de algodão só deixaram de apresentar sintomas de injúrias a partir de 45 DAA, demonstrando diferentes sensibilidades nas culturas.

Em estudo realizado por Carvalho et al. (2015), em Santa Cruz das Palmares – SP,

o chlorimuron-ethyl apresentou efeito *carryover* em milho aos 30, 60 e 90 DAA. Foram utilizados dois solos, diferentes regimes de irrigação, e três épocas de aplicação. A dissipação do chlorimuron-ethyl foi influenciada possivelmente pela degradação microbiana, disponibilidade hídrica e características da molécula. E o metsulfuron-methyl apresentou efeito *carryover* em milho, porém com menor intensidade que o chlorimuron-ethyl. A Figura 4 apresenta sintomas de injúrias causadas por chlorimuron-ethyl em milho.



Figura 4. Sintomas de injúrias causadas por chlorimuron-ethyl em milho.

Fonte: University of California (2020).

Em estudo realizado por Marchesan et al. (2010), em Santa Maria – RS, foi observado efeito *carryover* de mistura de imazethapyr + imazapic em arroz aos 371 DAA, causando 55% de redução na produtividade de grãos. Os sintomas fitotóxicos ainda foram observados aos 705 DAA, apesar de não ter havido perda de produtividade. As condições do clima e solo podem ter contribuído para menor degradação dos herbicidas, como baixa temperatura (diminuindo a atividade microbiana) e baixos valores de pH, proporcionando maiores  $K_{oc}$  e aumento da persistência das moléculas no solo.

Em estudo realizado por Cobucci et al. (1998), em Jussara e Goiânia – GO, foi verificado que o tempo entre a aplicação de imazamox e a cultura do milho em sucessão variou de 68 a 99 dias em Jussara e 88 a 111 dias em Goiânia. A precipitação (chuva mais irrigação suplementar) teve maior efeito na dissipação do herbicida. A Figura 5 apresenta sintomas de injúrias causadas por imazamox em milho.

Scursoni et al. (2017), observaram que o imazapyr apresentou efeito *carryover* na cultura do trigo em sucessão ao girassol, 3 meses após a aplicação do herbicida. Neste experimento, realizado em Buenos Aires – Argentina, a pluviosidade não influenciou na degradação do herbicida no curto prazo.

Felix et al. (2002), em estudo realizado em Ohio – EUA, verificaram efeito *carryover* de cloransulam-methyl em algumas cultivares de milho um ano após a aplicação do

herbicida, demonstrando diferentes sensibilidades em variedades da mesma espécie.



Figura 5. Sintomas de injúrias causadas por imazamox em milho.

Fonte: University of Missouri (2020).

Tais informações acerca do potencial *carryover* dos herbicidas deveriam ser mais acessíveis aos produtores e profissionais de campo, uma vez que é explícito o problema que pode causar em culturas sensíveis a resíduos destas moléculas. Faz-se necessário apresentar estes dados de forma didática, sejam em bulas, boletins técnicos, cartilhas, entre outros, auxiliando no momento do planejamento e no uso adequado dos inibidores da ALS.

## 7 | ALTERNATIVAS PARA EVITAR O RISCO DE CARRYOVER

Uma vez identificada a ocorrência de *carryover*, há a necessidade de buscar alternativas para solucionar este problema, sem causar danos ambientais, de baixo custo para o produtor e de fácil execução. Diante disso, a técnica de biorremediação é um mecanismo que atende a estas demandas, pois é caracterizada pelo uso de organismos

vivos (microrganismos e plantas), visando descontaminar solo e água com resíduos de moléculas orgânicas ou metais pesados (PIRES et al., 2003).

Dentro da técnica de biorremediação está a fitorremediação. Esta é a utilização de espécies vegetais que apresentam capacidade seletiva ao mecanismo de ação, promovendo degradação parcial ou completa das moléculas-alvo, transformando-as em compostos menos tóxicos, ou proporcionando translocação diferencial para outros tecidos da planta e posterior volatilização ou ligação com tecidos da planta (ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000; PROCÓPIO et al., 2004).

Os vegetais atuam em processos diretos ou indiretos na fitorremediação. Na remediação direta, a planta absorve as moléculas poluentes, acumulando ou metabolizando em compostos menos ou não tóxicos. Na remediação indireta, a planta estimula microrganismos presentes no solo a degradarem as moléculas poluentes (TAVARES, 2013). A Figura 6 representa esquematicamente os mecanismos de fitorremediação em solos contaminados.

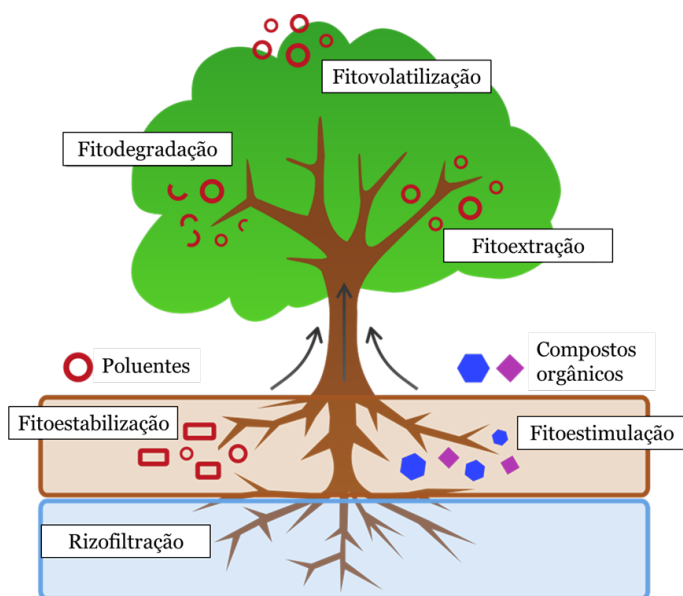


Figura 6. Representação esquemática dos processos de remediação promovidos pela planta.

Fonte: Adaptado de Arulnangai (2015).

- **Rizofiltração:** Mecanismo que pode ser considerado uma fitoextração, em que ocorre a adsorção e/ou precipitação dos contaminantes nas raízes (MEJÍA et al., 2014).
- **Fitoestabilização:** Mecanismo de redução da mobilidade e migração dos con-

taminantes no solo, imobilizando, lignificando ou umidificando as moléculas nos tecidos das raízes (TAVARES, 2013).

- **Fitoestimulação:** Mecanismo de estímulo da biodegradação dos contaminantes por meio de atividade microbiana no solo, por meio de exsudados radiculares, fornecimento de tecidos vegetais como fonte de energia, sombreamento e aumento da umidade do solo (TAVARES, 2013).
- **Fitoextração:** Mecanismo de absorção do contaminante do solo pela planta, acumulando-o em raízes, caules e folhas para posterior descarte (TAVARES, 2013).
- **Fitodegradação:** Mecanismo de absorção do contaminante e posterior bioconversão em compostos menos tóxicos. As plantas produzem compostos que facilitam a absorção, translocação e metabolismo das moléculas (TAVARES, 2013; MEJÍA et al., 2014).
- **Fitovolatilização:** Mecanismo de conversão dos contaminantes em compostos voláteis, posteriormente liberados na atmosfera, podendo ocorrer via biodegradação na rizosfera ou através da superfície das folhas (TAVARES, 2013).

Em estudo realizado por Procópio et al. (2004), as espécies *Mucuna deeringiana*, *Dolichus lablab*, *Crotalaria juncea*, *Stylosantes guianensis* foram as espécies que apresentaram maior potencial de uso como plantas fitorremediadoras de resíduos de trifloxysulfuron-sodium no solo.

Souto et al. (2013), avaliando espécies com potencial fitorremediador de mistura de imazethapyr + imazapic, verificaram que a espécie *Stizolobium aterrimum* apresentou maior grau de degradação do imazethapyr, a partir de análise da quantidade de CO<sub>2</sub> no solo.

A fitorremediação apresenta algumas limitações, como dificuldade de seleção de plantas que apresentem capacidade para promover os mecanismos da técnica, tempo relativamente longo para obtenção de resultados, a metabolização do herbicida pode gerar moléculas mais problemáticas e possibilidade da planta fitorremediadora tornar-se planta daninhas (PIRES et al., 2003). No entanto, é prática viável na descontaminação de solos devido aos seus benefícios, tais como menor custo em relação a outras técnicas, facilidade de monitoramento das plantas, compatibilidade com os equipamentos utilizados na agricultura, contribui para melhorar as propriedades físicas e biológicas do solo (PIRES et al., 2003).

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os herbicidas inibidores da ALS representam o mecanismo de ação com maior número de moléculas registradas. Como foi demonstrado ao longo deste capítulo, apesar de pertencer ao mesmo mecanismo de ação, ou, inclusive, ao mesmo grupo químico,



os herbicidas sofrerão diferentes processos no solo ao longo do tempo. Para evitar a ocorrência de *carryover*, torna-se necessário um planejamento adequado antes de realizar a aplicação do herbicida, levando em consideração suas propriedades físico-químicas, as características edafoclimáticas e ambientais, e as culturas que serão implementadas em sucessão.

Existe uma carência de informação acerca do potencial *carryover* dos herbicidas inibidores da ALS. Assim, deve-se realizar pesquisas para descobrir a dinâmica dessas moléculas em diferentes solos e regiões e fornecer informações aos produtores e técnicos para prevenir prejuízos econômicos e danos ambientais.

É muito importante investir em técnicas de descontaminação de resíduos de herbicidas no solo, especialmente - aquelas voltadas para a biorremediação, pois esses métodos são viáveis economicamente e não causam problemas ambientais. A fitorremediação é um método que apresenta eficiência na inativação de moléculas contaminantes e que podem causar injúrias em culturas sensíveis, necessitando de mais pesquisas afim de identificar plantas com potencial fitorremediador dos herbicidas inibidores da ALS.

## REFERÊNCIAS

ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1. p. 299-352, 2000.

AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em 15 de setembro de 2020.

AGROLINK. **O portal do conteúdo agropecuário**. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/>>. Acesso em: 23 de setembro de 2020.

ALONSO, D. G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; KOSKINEN, W. C.; OLIVEIRA NETO, A. M.; DAN, H. A.; GUERRA, N. *Carryover* potencial of herbicides used for *Coryza* sp. control. In: **Proceedings of 2011 Weed Science Society of America Annual Meeting**. Portland, USA: Weed Science Society of America, 2011.

ALONSO, D. G.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. Potencial de *carryover* de herbicidas com atividade residual usados em manejo outonal. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; OLIVEIRA NETO, A. M. (Eds.). **Buva: fundamentos e recomendações para manejo**. Curitiba: Omnipax, p. 91-104, 2013.

ARULNANGAI, X. D. **Phytoremediation Process**, 2015. Disponível no repositório digital da Wikimedia Commons. Acesso em: 01 de outubro de 2020.

BAILEY, G. W.; WHITE, J. L. Factors influencing the adsorption, desorption, and movement of pesticides in soil. In: GUNTHER, F. A.; GUNTHER, F. D (Eds.). **Single Pesticide Volume: The Triazine Herbicides**. New York: Springer, v. 32, p. 29-92, 1970.

BARCELLOS JÚNIOR, L. H.; AGAZZI, L. R.; PEREIRA, G. A. M.; DA SILVA, E. M. G.; PIRATOBA,

A. R. A.; DE SOUZA, P. S. R.; DA SILVA, A. A. Espécies indicadoras de resíduos de saflufenacil em solos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 2, p. 653-1-7, 2019.

BRIGANTE, M.; ZANINI, G.; AVENA, M. Effects of montmorillonite on the chemical degradation kinetics of metsulfuron methyl in aqueous media. **Applied Clay Science**, v. 80-81, p. 211-218, 2013.

CARVALHO, F. T.; MORETTI, T. B.; SOUZA, P. A. Efeito do residual no solo de nicosulfuron isolado e em mistura com atrazine sobre culturas agrícolas subsequentes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 9, n. 1, p. 26-34, 2010.

CARVALHO, S. J. P.; SOARES, D. J.; LOPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Soil persistence of chlorimuron-ethyl and metsulfuron-methyl and phytotoxicity to corn seeded as a succeeding crop. **Planta Daninha**, v. 33, n. 2, p. 331-339, 2015.

CARVALHO, S. J. P.; SOARES, D. J.; OVEJERO, R. F. L.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Persistência de imazethapyr no solo e toxicidade ao milho semeado em sucessão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, p. 583-1-7, 2018.

COBUCCI, T.; PRATES, H. T.; FALCÃO, C. L.; REZENDE, M. M. Effect of imazamox, fomesafen, and acifluorfen soil residue on rotational crops. **Weed Science**, p. 258-263, 1998.

DAL MAGRO, T.; REZENDE, S. T. D.; AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; SILVA, A. A. D.; FALKOSKI, D. L. Propriedades enzimáticas da enzima ALS de *Cyperus difformis* e mecanismo de resistência da espécie ao herbicida pyrazosulfuron-ethyl. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2439-2445, 2010.

DALLEY, C. D.; BERNARDS, M. L.; KELLS, J. J. Effect of weed removal timing and spacing on soil moisture in corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, v. 20, n. 2, p. 399-409, 2006.

FELIX, J.; DOOHAN, D. J.; DITMARSEN, S. C.; SCHULTZ, M. E.; WRIGHT, T. R.; FLOOD, B. R.; RABAEY, T. L. Sensitivity of sweet corn (*Zea mays* L.) and potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to cloransulam-methyl soil residues. **Crop Protection**, v. 21, n. 9, p. 763-772, 2002.

GHENO, E. A.; DE OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; TAKANO, H. K.; GEMELLI, A. Atividade residual de herbicidas aplicados no algodoeiro sobre culturas semeadas em sucessão. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 143-152, 2016.

GUERRA, N.; OLIVEIRA JR; R. S.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA NETO, A. M.; SANTOS, G.; JUMES, T. M. C. Persistência de trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium em diferentes tipos de solo. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 673-681, 2011.

LEWIS, K. A.; TZILIVAKIS, J.; WARNER, D.; GREEN, A. An international database for pesticide risk assessments and management. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 22, p. 1050-1064, 2016.

LEWIS, K.; TZILIVAKIS, J. Development of a data set of pesticide dissipation rates in/on various plant matrices for the Pesticide Properties Database (PPDB). **Data**, v. 2, n. 3, p. 28, 2017.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo ("carryover"). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 2, p. 151-164, 2011.

MARCHESAN, E.; SANTOS, F. M.; GROHS, M.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O.; SENSEMAN, S.

A.; MASSONI, P. F. S.; SARTORI, G. S. M. Carryover of imazethapyr and imazapic to nontolerant rice. **Weed Technology**, v. 24, n. 1, p. 6-10, 2010.

MEJÍA, P. V. L.; de NADAI ANDREOLI, F.; ANDREOLI, C.; SERRAT, B. M. Metodologia para seleção de técnica de fitorremediação em áreas contaminadas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 31, p. 97-104, 2014.

MENDES, K. F.; DIAS, R. C.; REIS, M. R. Carryover e persistência de herbicidas em solos. **Boletim Técnico**, Viçosa: SBCPD Comitê de Qualidade Ambiental, 2017. 12 p.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DIAS, C. T. S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**, v. 18, n. 3, p. 419-425, 2000.

MONQUERO, P. A.; SABBAG, R.; ORZARI, I.; HIJANO, N.; GALVANI FILHO, M.; DALLACOSTA, V.; KROLIKOWSKI, V.; HIRATA, A. C. Lixiviação de saflufenacil e residual após períodos de seca. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 415-423, 2012.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; KOSKINEN, W.C.; FERREIRA, F.A.; KHAKURAL, B.R.; MULLA, D.J.; ROBERT, P.J. Spatial variability of imazethapyr sorption in soil. **Weed Science**, v. 47, n. 2, p. 243-248, 1999.

OLIVEIRA, M. F. Comportamento de Herbicidas no Ambiente. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu Manejo**. Guaíba: Agropecuária, p. 263-304, 2001.

PIRES, F.; SOUZA, C.; SILVA, A.A.; PROCÓPIO, S.; FERREIRA, L. Fitorremediação de solos contaminados com herbicidas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 335-341, 2003.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; PIRES, F. R.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; SANTOS, E. A.; FERREIRA, L. R. Seleção de plantas com potencial para fitorremediação de solos contaminados com o herbicida trifloxysulfuron-sodium. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 315-322, 2004.

RENNER, K. A.; MEGGIT, W. F.; PENNER, D. Effect of soil pH on imazaquin and imazethapyr adsorption to soil and phytotoxicity to corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 36, n. 1, p. 78-83, 1988.

SANTOS, G.; FRANCISCHINI, A. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA, J. R. S. Carryover proporcionado pelos herbicidas S-metolachlor e trifluralin nas culturas de feijão, milho e soja. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 827-834, 2012.

SCURSONI, J. A.; MONTOYA, J. C.; VIGNA, M. R.; GIGÓN, R.; ISTILART, C.; PUGNI, J. P. R.; LÓPEZ, R.; PORFIRI, C. Impact of imazamox and imazapyr carryover on wheat, barley, and oat. **Weed Technology**, v. 31, n. 6, p. 838-846, 2017.

SILVA, A. A., FERREIRA, F. A., FERREIRA, L. R. Herbicidas: Classificação e mecanismos de ação. In: SILVA A. A.; SILVA J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, p. 83-148, 2007.

SMITH, M. C.; SHAW, D. R.; MILLER, D. K. In-field bioassay to investigate the persistence of imazaquin and pyriithiobac. **Weed Science**, v. 53, n. 1, p. 121-129, 2005.

SOUSA, C. P.; BACARIN, M. A.; PINTO, J. J. O. Growth of residual herbicide (imazethapyr plus

imazapic) bio-indicators sown in rotation with clearfield (R) rice. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 105-111, 2012.

SOUTO, K. M.; JACQUES, R. J. S.; AVILA, L. A. D.; MACHADO, S. L. D. O.; ZANELLA, R.; REFATTI, J. P. Biodegradação dos herbicidas imazetapir e imazapique em solo rizosférico de seis espécies vegetais. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1790-1796, 2013.

TAVARES, S. D. L. Técnicas de remediação. In: TAVARES, S. R. L. **Remediação de solos e águas contaminadas por metais pesados: conceitos básicos e fundamentos**. Joinville: Clube de Autores, 2013. p. 61-90.

VARGAS, L.; ADEGAS, F. S.; NETTO, A. G.; BORGATO, E. A.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) (Grupo B). In: CHRISTOFFOLETI, P.; NICOLAI, M. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4ª ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas ao Herbicidas, p. 99-117, 2016.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adubação Nitrogenada 10, 1  
Adubação Suplementar 135, 136  
Adubação verde 8, 10, 13, 61, 62, 113, 150  
Agricultura de precisão 11, 45, 54, 55, 61  
Agrobiodiversidade 93, 95, 103, 104  
Altura 18, 112, 114, 125, 126, 127, 131, 132, 135, 138, 139  
Arranjo espacial 118, 149

### C

Cana-de-açúcar 13, 26, 135, 136, 137, 138, 140, 142, 143, 144, 145, 146  
critérios de seleção 124, 128  
Cultivo consorciado 117, 118, 121

### D

Densidade Populacional 88

### E

Enzimas 1, 2, 3, 5  
Erosão Genética 93

### F

Feijão-caupi 11, 72, 73, 74, 75, 77  
Fertilizante Mineral 1  
Fitorremediação 24, 37, 38, 39, 41

### G

Ganho genético 13, 123, 125, 126, 128  
Genótipos 13, 76, 77, 81, 85, 95, 123, 124, 125, 126, 127, 128  
Germinação 25, 27, 106, 107, 110  
Glycine max 41, 123, 124

### H

Herbicida 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 97

### I

Injúria 24

Inseto Praga 78

## M

Manejo de pragas 78

Matéria Orgânica 2, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 30, 34, 61, 62, 64, 66, 116, 150

Matéria Seca 66, 112, 114

MDS 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

Melhoramento genético 9, 72, 77, 124, 128

Microrganismos 1, 15, 16, 17, 19, 37, 144

Milho 10, 11, 12, 13, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 26, 28, 31, 33, 34, 35, 36, 40, 41, 70, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 147, 150

Milho Crioulo 12, 93, 96, 98

Moscas Brancas 11, 78, 84

## N

Nabo forrageiro 10, 12, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 111, 112, 113, 114, 115, 116

## P

Palma forrageira 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6

Pedometria 11, 43, 44, 45, 48, 49

Phaseolus vulgaris L. 78, 85, 88

Plantas Daninhas 10, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 41, 42, 62, 82, 117, 119

Plantio Simultâneo 88

Plântulas 66, 105, 106, 107, 108, 114

Potencial de carryover 10, 23, 31, 32, 33, 39

Produtividade 13, 2, 10, 20, 28, 35, 65, 66, 67, 70, 71, 88, 92, 95, 106, 111, 113, 114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 129, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 144, 145, 152

Produtividade de grãos 35, 118, 119, 120, 121, 125, 126, 127

Progênies 11, 72, 74, 75, 76

Pronasolos 43, 44

## R

Rendimento 12, 5, 62, 65, 69, 73, 89, 111, 112, 113, 114, 115, 119, 128

Resistência de plantas 41, 42, 78, 85

## S

Saccharum spp. 135, 136

SAF 147, 148, 149

Sementes Crioulas 93, 94, 95, 96, 98, 100, 101, 102, 103

Sensores Remotos 47, 49, 55, 61, 62

Silvicultura 147, 148

Sistema Agroflorestal 14, 147, 149

Soja 13, 26, 27, 28, 31, 34, 41, 80, 81, 119, 121, 123, 124, 125, 127, 128, 145, 152

Sustentabilidade 2, 9, 15, 20, 147, 148

## T

Taxa de cobertura do solo 9, 11

Taxa Germinativa 106

Temperatura 12, 3, 17, 18, 19, 20, 30, 34, 35, 61, 63, 67, 68, 69, 74, 81, 89, 102, 105, 106, 107, 108, 109, 114, 138

Teor de Clorofila 112, 114

Transgenia 12, 93, 96, 98, 102, 103

## U

Urochloa ruziziensis 13, 117, 118, 119, 121

## V

Variabilidade genética 72





Vigna unguiculata 72, 73, 80

## Z

Zea mays 9, 40, 41, 88, 93, 94, 96, 113, 118, 128

# Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias





## 2

 [www.arenaeditora.com.br](http://www.arenaeditora.com.br)  
 [contato@arenaeditora.com.br](mailto:contato@arenaeditora.com.br)  
 [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)  
 [www.facebook.com/arenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/arenaeditora.com.br)



# Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias

## 2

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)