

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

## 2

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS  
PAULA SARA TEIXEIRA DE OLIVEIRA  
RAMÓN YURI FERREIRA PEREIRA  
(ORGANIZADORES)

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

## 2

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS  
PAULA SARA TEIXEIRA DE OLIVEIRA  
RAMÓN YURI FERREIRA PEREIRA  
(ORGANIZADORES)

Atena  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2020 Os autores  
Copyright da Edição © 2020 Atena Editora  
**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Batista  
**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam 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. Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

#### **Editora Chefe**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

#### **Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

#### **Conselho Editorial**

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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
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. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
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> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
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. 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 Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
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. 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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
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  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
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

- Prof<sup>a</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Prof<sup>a</sup> 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. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
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  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ

Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. 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  
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
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  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## **Ciências agrárias: conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias 2**

**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Paula Sara Teixeira de Oliveira Ramón  
Yuri Ferreira Pereira

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C569 Ciências agrárias [recurso eletrônico] : conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias 2 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Paula Sara Teixeira de Oliveira, Ramón Yuri Ferreira Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-190-9

DOI 10.22533/at.ed.909201607

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Oliveira, Paula Sara Teixeira de. III. Pereira, Ramón Yuri Ferreira.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



## APRESENTAÇÃO

A evolução das práticas realizadas nas atividades agrícolas para cultivo de alimentos e criação de animais, potencializadas por inovações tecnológicas, bem como o uso mais consciente dos recursos naturais utilizados para tais fins, devem-se principalmente a disponibilização de conhecimentos científicos e técnicos. Em geral os avanços obtidos no campo científico têm ao fundo um senso comum, que embora distintos, estão ligados.

As investigações científicas proporcionam a formação de técnicas assertivas com comprovação experimental, mas podem ser mutáveis, uma vez que jamais se tomam como verdade absoluta e sempre há possibilidade de que um conhecimento conduza a outro, através da divulgação destes, garante-se que possam ser discutidos.

Ademais, a descoberta de conhecimentos técnicos e científicos estimulam o desenvolvimento do setor agrário, pois promove a modernização do setor agrícola e facilita as atividades do campo, otimizando assim as etapas da cadeia produtiva. A difusão desses novos saberes torna-se crucial para a sobrevivência do homem no mundo, uma vez que o setor agrário sofre constante pressão social e governamental para produzir alimentos que atendam a demanda populacional, e simultaneamente, proporcionando o mínimo de interferência na natureza.

Desse modo, faz-se necessário a realização de pesquisas técnico-científicas, e sua posterior difusão, para que a demanda por alimentos possa ser atendida com o mínimo de agressão ao meio ambiente. Pensando nisso, a presente obra traz diversos trabalhos que contribuem na construção de conhecimentos técnicos e científicos que promovem o desenvolvimento das ciências agrárias, o que possibilita ao setor agrícola atender as exigências sociais e governamentais sobre a produção de alimentos. Boa leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Ramón Yuri Ferreira Pereira

Paula Sara Teixeira de Oliveira

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A TRANSGENIA NO MELHORAMENTO DE PLANTAS: PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS, GENES E CARACTERÍSTICAS DE INTERESSE	
Patricia Frizon	
Sandra Patussi Brammer	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9092016071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
ADOÇÃO DE PREPARADOS HOMEOPÁTICOS NO MANEJO ECOLÓGICO DE FORMIGAS CORTADEIRAS: UMA OPÇÃO NA BUSCA POR PRÁTICAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS	
Alexandre Giesel	
Patricia Fernandes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9092016072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
ANÁLISE DA PERCEPÇÃO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA, CAMPUS BELÉM, PARÁ, BRASIL	
Douglas Matheus das Neves Santos	
Daniela Samara Abreu das Chagas	
William de Brito Pantoja	
Fiama Kelly Melo Nunes	
Danúbia Leão de Freitas	
Paulo Roberto Estumano Beltrão Júnior	
Yuri Antônio da Silva Rocha	
Danilo Mercês Freitas	
Mário Lopes da Silva Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9092016073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL DA PRODUÇÃO DE LEITE CRU NOS ESTADOS DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL	
Daniele Coutinho da Silva	
Luis André de Aguiar Alves	
Elvira Catiana de Oliveira Santos	
Jessica Suzarte Carvalho de Souza	
Roger Torlay Pires	
Everaldo Freitas Guedes	
Gilney Figueira Zebende	
Aloísio Machado da Silva Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9092016074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
AQUECIMENTO SOLAR DE ESTUFA PARA CULTIVO DE COGUMELOS SHIITAKE: ASPECTOS FÍSICOS E ECONÔMICOS	
Saimonthon Alves Ferreira	
Fernando Ramos Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9092016075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>70</b>
ARTICULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA AGRICULTURA FAMILIAR PELO COLEGIADO DO TERRITÓRIO SUDOESTE BAIANO	
Maiara dos Anjos Santos	

Valdemiro Conceição Júnior  
Jamily Silva Fernandes  
DOI 10.22533/at.ed.9092016076

**CAPÍTULO 7 ..... 78**

AValiação DA GERMINAÇÃO DA MORINGA (*Moringa oleífera* LAM.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TEMPERATURA

Raquel Miléo Prudêncio  
Rildson Melo Fontenele  
Antonio Rodolfo Almeida Rodrigues  
Dálete de Menezes Borges  
Ana Carolina Barbosa do Carmo  
Cláudio Mateus Pereira da Silva  
Joelma Pereira da Silva  
Emmanuel Estêvão Beserra

DOI 10.22533/at.ed.9092016077

**CAPÍTULO 8 ..... 83**

CARACTERÍSTICAS SÓCIO-DEMOGRÁFICAS DOS JULGADORES DE COOKIES DE FARINHA MISTA DE CASCAS E ALBEDO DE MARACUJÁ E ARROZ OBTIDOS POR EXTRUSÃO

Valéria França de Souza  
José Luís Ramirez Ascheri  
Nandara Gabriela Mendonça Oliveira  
Maria Rosa Figueiredo Nascimento  
Natacy Fontes Dantas  
Ana Carolina Salgado Oliveira  
Angleson Figueira Marinho  
Werleson Lucas Gomes Brito  
Alyne Alves Nunes Oliveira  
Rafael Henrique de Almeida Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.9092016078

**CAPÍTULO 9 ..... 95**

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO - QUÍMICA DE LEITE CRU FORNECIDO PARA AGROINDÚSTRIAS NA REGIÃO DE GARARU-SE

Daniela dos Santos Melo  
Thaís Costa Santos  
Osvaldo Ludovice Neto  
Patricia Érica Fernandes  
João Paulo Natalino de Sá

DOI 10.22533/at.ed.9092016079

**CAPÍTULO 10 ..... 102**

COOPERATIVISMO E O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BAIXO TOCANTINS, AMAZÔNIA BRASILEIRA

Raquel Lopes Nascimento  
Renan Yoshio Pantoja Kikuchi  
Wagner Luiz Nascimento do Nascimento  
Maria Jessyca Barros Soares  
Andrey Rafael Moraes da Costa  
Aline Dias Brito  
Alex Medeiros Pinto  
Jorge Moura Serra Júnior  
Robson da Silveira Espíndola  
Thaynara luany Nunes Monteiro

Denis Junior Martins da Silva  
Jandson José do Vale Guimarães  
DOI 10.22533/at.ed.90920160710

**CAPÍTULO 11 ..... 114**

DINÂMICA DE MICROORGANISMOS COM POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO NA FERMENTAÇÃO DO CUPUAÇU PRODUZIDO NO MARANHÃO

Josilene Lima Serra  
Adenilde Nascimento Mouchreck  
Rayone Wesley Santos de Oliveira  
Aparecida Selsiane Sousa Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.90920160711

**CAPÍTULO 12 ..... 126**

EFEITO DO USO DE EXTRATO DE *Eucalyptus* sp. NO MANEJO DE ORDENHA SOBRE A QUALIDADE DO LEITE CRU REFRIGERADO

Stela Maris Meister Meira  
Gabriela Soares Martin  
Roger Junges da Costa  
Mônica Daiana de Paula Peters

DOI 10.22533/at.ed.90920160712

**CAPÍTULO 13 ..... 137**

FEIJÃO: IMPORTÂNCIA, QUALIDADE E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DAS SEMENTES E ESTRESSE OXIDATIVO

Nohora Astrid Vélez Carvajal  
Patrícia Alvarez Cabanez  
Liana Niyireth Valero Carvajal  
Rodrigo Sobreira Alexandre  
José Carlos Lopes

DOI 10.22533/at.ed.90920160713

**CAPÍTULO 14 ..... 153**

MODELAGEM MATEMÁTICA: A LEI DO RESFRIAMENTO DE NEWTON E SUA APLICAÇÃO NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ CAMPUS CASTANHAL

Tatiana Cardoso Gomes  
Cleudson Barbosa Favacho  
Leandro Jose de Oliveira Mindelo  
Robson da Silveira Espíndola  
Bruno Santiago Glins  
Dehon Ricardo Pereira da Silva  
Adriano Santos da Rocha  
Pedro Danilo de Oliveira  
Everaldo Raiol da Silva  
Licia Amazonas Calandrini Braga  
Tânia Sulamytha Bezerra  
Suely Cristina Gomes de lima

DOI 10.22533/at.ed.90920160714

**CAPÍTULO 15 ..... 165**

MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI, CULTIVAR BRS NOVAERA, EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS

Antônio Aécio de Carvalho Bezerra  
Adão Cabral das Neves

Francisco de Alcântara Neto  
José Valdenor da Silva Júnior  
Romário Martins Costa  
Lucélia de Cássia Rodrigues de Brito

**DOI 10.22533/at.ed.90920160715**

**CAPÍTULO 16 ..... 176**

O CONSUMO DE ESPECIARIAS E OS RISCOS ENVOLVENDO A COMERCIALIZAÇÃO EM FEIRAS LIVRES: COMO MINIMIZARMOS ESTE PROBLEMA?

Milena da Cruz Costa  
Alexsandra Iarlen Cabral Cruz  
Mariza Alves Ferreira  
Aline Simões da Rocha Bispo  
Norma Suely Evangelista-Barreto

**DOI 10.22533/at.ed.90920160716**

**CAPÍTULO 17 ..... 189**

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS TÉRMICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE MASTITE BOVINA UTILIZANDO TÉCNICA DE AGRUPAMENTO DE DADOS

Rodes Angelo Batista da Silva  
Héilton Pandorfi  
Gledson Luiz Pontes de Almeida  
Pedro Henrique Dias Batista  
Marcos Vinícius da Silva  
Victor Wanderley Costa de Medeiros  
Taize Calvacante Santana  
Nicole Viana da Silva  
Maria Vitória Neves de Melo  
Maria Eduarda Oliveira  
Wesley Amaro da Silva  
Ingrid do Nascimento Bezerra

**DOI 10.22533/at.ed.90920160717**

**CAPÍTULO 18 ..... 196**

PRODUÇÃO MASSAL DE *Beauveria bassiana*: HISTÓRIA E PERSPECTIVAS NO BRASIL E NO MUNDO

Lorena Resende Oliveira  
Leandro Colognese  
Thyenny Gleysse Castro Silva  
Manuella Costa Souza  
Flávia Luane Gomes  
Tamyres Braun da Silva Gomes  
Lisandra Lima Luz  
Lillian França Borges Chagas  
Aloísio Freitas Chagas Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.90920160718**

**CAPÍTULO 19 ..... 212**

TESTE DE RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA *in vitro* DE *Staphylococcus aureus* ISOLADOS NO LEITE DE CABRAS COM MASTITE

Layana Mary Frota Menezes  
Fabíola Fonseca Ângelo  
Jefferson Filgueira Alcindo  
Daniele Maria Alves Teixeira Sá  
Viviane de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.90920160719**

**CAPÍTULO 20 ..... 219**

UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO ESTATÍSTICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Acmella oleracea* (L.) R. K. JANSEN EM DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATOS

Thalisson Johann Michelin de Oliveira

Maicon Silva Farias

André Wender Azevedo Ribeiro

Pâmela Emanuelle Sousa e Silva

Antônio Vinicius Corrêa Barbosa

Adrielle Laena Ferreira de Moraes

Eduarda Cavalcante Silva

Elaine Patrícia Zandonadi Haber

Jamil Amorim de Oliveira Junior

Luis Fernando Souza Ribeiro

Maria Eduarda da Conceição Lourinho

Maria Luiza Brito Brito

**DOI 10.22533/at.ed.90920160720**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 229**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 230**

## A TRANSGENIA NO MELHORAMENTO DE PLANTAS: PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS, GENES E CARACTERÍSTICAS DE INTERESSE

Data de aceite: 01/07/2020

### Patrícia Frizon

Engenheira Agrônoma, Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial CNPq/Embrapa Trigo. <http://lattes.cnpq.br/9674477293218610>

### Sandra Patussi Brammer

Pesquisadora, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS. <http://lattes.cnpq.br/0831352052358625>

**RESUMO:** A biotecnologia trouxe oportunidades tecnológicas relevantes na agricultura, contribuindo principalmente na área de melhoramento de plantas. As técnicas biotecnológicas como a transgenia ganharam bastante espaço. Os transgênicos, ou Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), são materiais alterados pelo homem através da transferência de um gene de uma espécie para outra, sem haver cruzamentos. As principais características inseridas, via transgênicos, visavam resistências a herbicidas, insetos, vírus e o silenciamento de genes indesejáveis. Atualmente, sua produção está difundida em todo o mundo trazendo grandes ganhos, sendo que novas características foram incorporadas. A transgenia converge com as

técnicas de engenharia genética como solução biotecnológica para problemas que afetam a agricultura brasileira e mundial, como pragas, doenças e estresses ambientais. Além disso, pode beneficiar os setores de saúde, indústria e alimentação, contribuindo para agregar valor aos produtos agropecuário, unindo o agronegócio aos setores farmacêutico e industrial. O objetivo desta revisão é destacar as principais estratégias e técnicas empregadas, os genes de espécies envolvidos e as características incorporadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biotecnologia, transformações genéticas, OGMs.

### TRANSGENIA IN PLANT IMPROVEMENT: MAIN STRATEGIES, GENES AND CHARACTERISTICS OF INTEREST

**ABSTRACT:** Biotechnology has brought relevant technological opportunities in agriculture, contributing mainly in the area of plant breeding. Biotechnological techniques like transgenics have gained a lot of space. Transgenics, or Genetically Modified Organisms (GMOs), are materials altered by man through the transfer of a gene from one species to another, without crossing. The main characteristics inserted, via transgenics, aimed at resistance to herbicides,

insects, viruses and the silencing of undesirable genes. Currently, its production is widespread around the world bringing great gains, with new features being incorporated. Transgenics converge with genetic engineering techniques as a biotechnological solution to problems that affect Brazilian and global agriculture, such as pests, diseases and environmental stresses. In addition, it can benefit the health, industry and food sectors, contributing to add value to agricultural products, uniting agribusiness with the pharmaceutical and industrial sectors. The purpose of this review is to highlight the main strategies and techniques employed, the genes of species involved and the characteristics incorporated.

**KEYWORDS:** Biotechnology, genetic transformations, GMOs

## 1 | INTRODUÇÃO

Avanços na genética molecular e modificação genética estão trazendo mudanças revolucionárias para a sociedade. Um dos aspectos-chave é o uso da biotecnologia para modificar os genomas de plantas com novas maneiras para agregar valor e apoiar a produção sustentável de alimentos, materiais, energia e até componentes terapêuticos (WANG et al., 2017).

Na produção de alimentos, a biotecnologia pode fornecer meios para o aumento da produção agrícola pela aplicação do conhecimento molecular da função dos genes e das redes regulatórias envolvidas na tolerância a estresse, desenvolvimento e crescimento, “desenhando” novas plantas (TAKEDA & MATSUOKA, 2008). A transformação genética de plantas consiste na transferência de um ou mais genes no organismo hospedeiro sem que haja fecundação ou cruzamento. Esses organismos geneticamente modificados recebem o nome de transgênicos (OGMs) (ANDRADE et al., 2003).

A transformação genética de plantas utiliza, basicamente, técnicas indiretas e diretas para a incorporação do(s) novo(s) gene (s) (SOHRAB, 2016). Considerando as técnicas indiretas, é necessário o uso de vetores biológicos para mediar o processo de transformação, destacando-se bactérias do gênero *Agrobacterium*, especialmente a espécie *A. tumefaciens*. Já para as técnicas diretas não há a necessidade de um vetor biológico. Dentre estas, destaca-se a biobalística ou bombardeamento de partículas (AMUGUNE et al, 2011).

Apesar desses métodos, as plantas transgênicas se enquadram na regulamentação de organismos geneticamente modificados (OGM) e seu uso suscitou importantes preocupações públicas e políticas. Assim, emergiu a necessidade de novas soluções agrícolas eficazes como por exemplo o uso do RNAi (de interferência). Desde sua descoberta, há mais de 20 anos, o RNA interferência (RNAi) tem sido amplamente utilizado. As abordagens de RNAi são convencionalmente baseadas no uso de plantas que expressam RNAs de fita dupla (dsRNAs) contra alvos selecionados (DALAKOURAS et al., 2018).



## 2 | PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS

Os transgênicos são definidos como organismos que, por meio de engenharia genética, receberam material genético de outras espécies e sem o envolvimento de cruzamentos naturais para, assim, passar a apresentar características que não são naturalmente expressas pelos seus respectivos genomas (BAGGIO & EFFING, 2009).

Desde os anos de 1980, as técnicas de engenharia genética vêm sendo utilizadas para o melhoramento vegetal. Na transgenia, sequências de DNA (genes) podem ser removidas de um organismo, modificadas ou não, ligadas a outras sequências, incluindo as regulatórias, e inseridas em outros organismos. A fonte destes genes pode ser qualquer organismo vivo (microrganismo, planta, animal ou vírus). Nos últimos 20 anos, as culturas geneticamente modificadas sofreram um aumento explosivo. Por conta disso, a área plantada com milho, algodão, alfafa e canola e a taxa de adoção de sementes transgênicas, cresceu rapidamente mundialmente e chegou a 189,8 milhões de hectares em 2017. Com isso, os OGM se tornaram a tecnologia agrícola mais rapidamente adotada em toda história da agricultura (MOLINARI, 2018)

O Brasil assegura a terceira posição, com 15,8 milhões de hectares plantados com transgênicos. Dessa maneira, situa-se no ranking dos maiores países produtores de plantas transgênicas, liderado, sabemos, pelos Estados Unidos (62,5 milhões de hectares), seguido da Argentina (21 milhões de hectares). Esses três países somam então 80% das superfícies plantadas com transgênicos no mundo (ZATERKA, 2019). As variedades transgênicas mais cultivadas, no país, são aquelas que combinam genes que conferem resistência a insetos e tolerância a herbicidas. Estas lavouras representam 65,1% das culturas transgênicas do país. Existem mais de 70 variedades de sementes de plantas transgênicas, sendo 59 variedades de transgênicos comercializadas, utilizadas nas rotações de plantio e como alternativa para controle de problemas específicos, a exemplo a restauração de fertilidade para produção de sementes (CELERES, 2017a). O milho é a cultura com maior número de eventos transgênicos registrados. A primeira variedade de milho transgênico comercializado no Brasil foi o milho *Bt* intitulado dessa forma por trazer no seu DNA genes da bactéria *Bacillus thuringiensis*. Essa variedade foi liberada para comercialização em 2007 e introduzido no mercado brasileiro em 2008. O milho *Bt* rapidamente se sobressaiu sobre o milho convencional, impulsionado pelas vantagens dessa cultura com o manejo das pragas da lavoura (LEITE et al., 2011). Já para a soja, existem 19 variedades transgênicas comercializadas no país (ISAA 2020), as quais foram desenvolvidas basicamente para expressar proteínas capazes de conferir a estas novas plantas alguma vantagem comercial (CIB, 2017a). O algodão é a terceira cultura com maior variedades transgênicas produzidas, onde a primeira aprovação para uso comercial, data de março de 2005 (BARROSO et al., 2005). O feijão, o eucalipto e a cana-de-açúcar são espécies que menos apresentam eventos transgênicos, sendo que

para o trigo ainda não há registros de liberação comercial.

### 3 | ESTRATÉGIAS EMPREGADAS PARA A TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA

Existem diversas técnicas de transformação genética, agrupadas em duas categorias: transferência direta e indireta de genes. A transferência direta de DNA é baseada em métodos físicos ou químicos e a transferência indireta, para intermediar a transformação, usa-se como vetor uma bactéria, como *A. tumefaciens* e a *A. rhizogenes* (BRASILEIRO, 1999). *A. tumefaciens*, atualmente denominada de *Rhizobium radiobacter*, é uma das cinco espécies do gênero *Agrobacterium* que pode transferir genes para plantas, principalmente para as dicotiledôneas (BULL et al. 2010). Entretanto, com uma melhor compreensão da técnica, pode ser também em monocotiledôneas, onde um grande número de eventos transgênicos foi produzido (SOOD et al., 2011).

*Agrobacterium* é uma bactéria Gram-negativa patogênica do solo que causa a formação de tumores da coroa próximos aos locais de infecção em sua planta hospedeira. A formação desses tumores é o resultado de um processo natural de transferência de genes contidos em uma região específica do plasmídeo Ti (*tumor inducing*), denominada T-DNA (*transferred DNA*) (ANDRADE ET AL., 2003). Naturalmente, o gênero *Agrobacterium* possui a capacidade de transferir DNA de espécies diferentes para o genoma da planta a ser utilizada por transferência horizontal de genes (ESCOBAR & DANDEKAR, 2003), pois possui mecanismo estável e eficiente.

A transferência de genes de *Agrobacterium* para a planta pode ser categorizada em cinco etapas cruciais, incluindo a indução do sistema de virulência de *Agrobacterium* e geração de complexo T-DNA, transferência de T-DNA para o núcleo da célula vegetal, integração do T-DNA no genoma da planta e T-DNA expressão gênica por planta transformada. Uma vez inseridos no genoma da planta, os genes presentes no T-DNA, passam a ser transcritos e traduzidos, dando início ao desenvolvimento do tumor. Todos os genes do T-DNA, apesar de sua origem procariota, possuem sinais de regulação que são reconhecidos pela maquinaria de transcrição eucariota vegetal. Assim, os genes do T-DNA são expressos ao mesmo tempo e da mesma maneira que os genes da planta (NOKANA, 2019).

Na transformação genética via *A. tumefaciens* as etapas incluem: infecção do explante com a bactéria, seguido de um curto prazo de tempo de co-cultivo entre os mesmos, eliminação da *A. tumefaciens* por antibióticos, seleção dos tecidos transformados com agente seletivo em meio e regeneração de plantas (ZIEMIENOWICZ, 2014) como mostra o esquema da Figura 1.

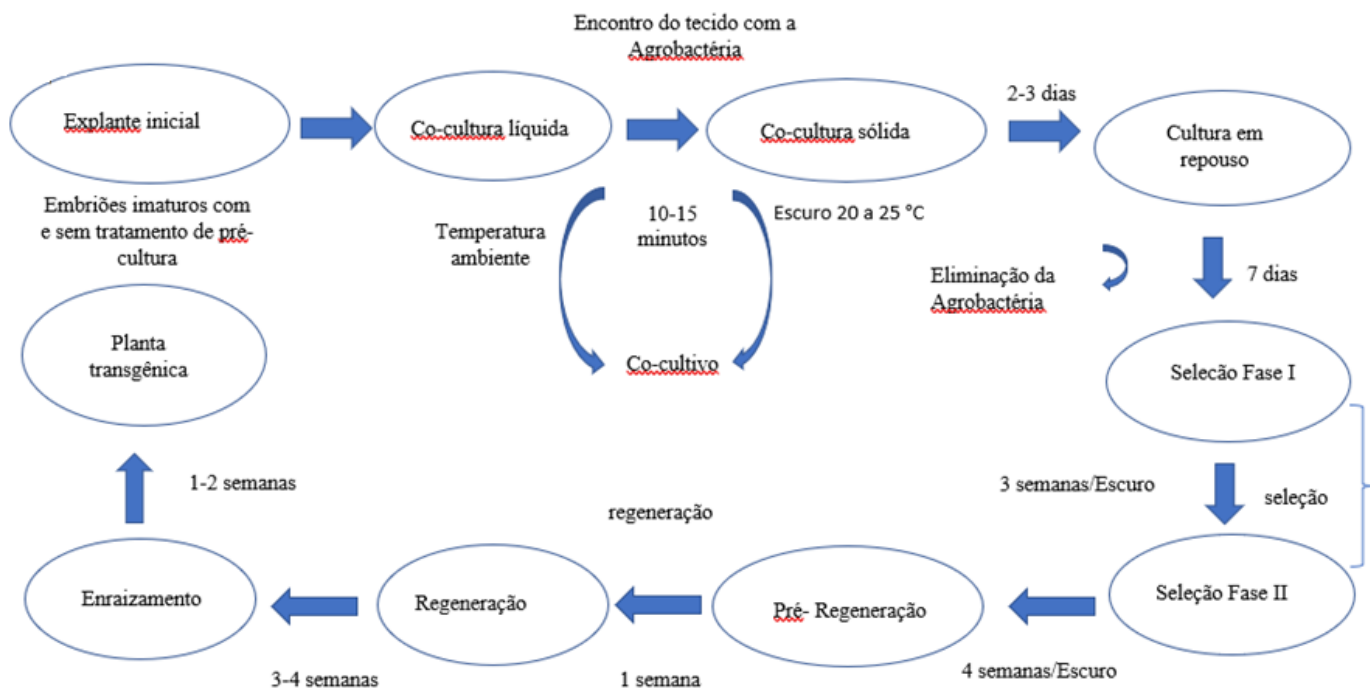


Figura 1 - Esquema geral da transformação de plantas mediada por *Agrobacterium*. Fonte: Adaptado de Shrawat e Lörz, 2006.

Outras técnicas de transferência de genes que podem ser aplicadas em magnoliopsidas e liliopsidas são conhecidos como métodos diretos de transformação, permitindo a introdução de DNA exógeno da célula vegetal por meio de mecanismos químicos ou físicos, entre eles estão a biobalística (CARNEIRO et al., 2004).

A biolística, também conhecida como “bombardeio de partículas”, é uma metodologia popular para transformação genética e foi projetada na Universidade de Cornell em 1987 para lidar com a transformação genética de cereais, mas pode ser usada para muitas espécies, organelas subcelulares, bactérias, fungos e até células animais. Requer um tempo de processamento curto, envolve custos aceitáveis para a produção de células transgênicas e é simples a introdução de múltiplos genes (DNA de duas espécies diferentes) (RIVEIRA et al., 2014).

A biolística é a técnica direta mais aceita para a transformação genética de plantas, pois além das vantagens descritas não precisa de um vetor de uma sequência específica e não depende das propriedades eletrofisiológicas da célula, como o potencial elétrico e os componentes estruturais da membrana celular. No entanto, os parâmetros de transformação devem ser otimizados para cada alvo biológico empregado e além disso, o fator que limita o uso da técnica é a alta probabilidade de introdução de várias cópias de genes, o que pode levar a vários efeitos colaterais indesejáveis, como silenciamento de genes, baixa estabilidade ou expressão genética alterada e a eficiência é extremamente baixa (RIVEIRA et al., 2012).

Esse método requer a precipitação de moléculas de DNA selecionadas de outras plantas, bactérias ou vírus sobre microprojéteis de ouro ou tungstênio que, depois, por meio

de um aparelho de pressão, são aceleradas para alta velocidade. Após essa aceleração, os microprojéteis são dirigidos contra o tecido vegetal alvo. As partículas são depositadas no interior da célula promovendo a transformação do explante, que posteriormente, deverá ser regenerado (BODANESE-ZANETTINI, 1995).

Além das técnicas anteriormente descritas, outra estratégia usada é a de silenciamento de genes denominada de RNA de interferência (RNAi), que envolve um mecanismo celular responsável pelo silenciamento gênico pós-transcricional (*post transcription gene silencing* - PTGS) atuando sobre o RNA mensageiro (mRNA). Dois tipos de moléculas são as mais referenciadas em estudos utilizando RNAi: I) siRNAs e II) dsRNAs. Apesar de serem as principais desencadeadoras do processo de silenciamento gênico, existem alternativas que podem ser úteis em cenários experimentais específico (Pereira, 2013). O mecanismo de RNAi que resulta no silenciamento de genes pode ser dividido em três etapas principais: I) clivagem das moléculas de RNAdf em fragmentos menores pela enzima Dicer; II) ligação destes fragmentos ao Complexo de Silenciamento Induzido por RNA (*RNA-induced Silencing Complex* – RISC) e; III) silenciamento do gene alvo pela degradação do RNAm alvo ou inibição da tradução (KATOCH & THAKUR, 2013).

Revisão de Ceccon (2019) destaca que a enzima DICER (ou ribonuclease III-Dicer-2) é uma endonuclease específica de RNAdf, que, na presença de ATP, cliva o RNAdf em fragmentos menores de ~ 21-25 nucleotídeos. Esses fragmentos podem ser divididos em dois grupos (ASGARI, 2013): I) os micro-RNAs (miRNAs), que são oriundos do processamento de transcritos endógenos das células e são responsáveis pela regulação gênica e, II) os *Small interfering RNAs* (siRNAs) derivados da clivagem de moléculas de RNAdf expresso em forma de *hairpin* (hpRNA) ou introduzido artificialmente na célula. O uso experimental do mecanismo de RNAi explora a rota do siRNA, focando, especialmente, na capacidade das células em degradar RNAm pela complementariedade às moléculas de RNAdf administradas (SCOTT et al., 2013).

Após a clivagem em fragmentos menores, uma das fitas do siRNA que é conhecida como fita guia, que tem a função de localização e ligação com o RNAm alvo, é carregada no RISC o qual contém a proteína Argonauta, com seu componente catalítico, responsável pela degradação do RNAm alvo. Durante o carregamento da fita guia, a fita não-guia do siRNA é clivada e ejetado do complexo. O complexo RISC, guiado pela fita-guia encontra o RNAm alvo e media a clivagem ou inibição da tradução (SCOTT et al., 2013)

De acordo com Pascoal & Maia (2013) muitas são as vantagens da tecnologia de RNAi, principalmente pelo fato de que ao utilizar pequenas moléculas de RNA não codificadoras, pode-se regular negativamente genes de forma específica. Em plantas, algumas das características especiais são mencionadas como mudanças na arquitetura, melhoramento nutricional, tolerância aos estresses abiótico e biótico, deleção de alergênicos, desenvolvimento de plantas com esterilidade masculina e alterações na produção de metabólitos secundários.

Já foram produzidas plantas geneticamente modificadas que visavam resistência a insetos usando o silenciamento de genes pós-transcricional RNAi (HANNON, 2002). Embora o RNA de fita dupla (ds), produzido em plantas cultivadas como meio de controle de pragas, tenha tido um alto grau de especificidade (PETRICK et al., 2013), outras evidências sugerem que pode ter outros efeitos inesperados (LUNDGREN & DUAN, 2013). Isso porque como os mRNAs são transcritos quando necessário pelo organismo, é importante reconhecer que o ambiente desempenha um papel significativo na expressão gênica e, portanto, na qual os genes serão expostos aos pequenos e inibidores de siRNAs ao longo do tempo e no espaço (SMITH & KRUGLYAK, 2008).

Até o momento, as aplicações convencionais de RNAi têm sido amplamente baseadas no uso de silenciamento de genes induzidos por vírus, transgenes expressos transitoriamente mediados por *A. tumefaciens* e plantas transgênicas transformadas de maneira estável que permitem a produção de moléculas de dsRNA contra alvos selecionados hospedeiros (Bond, Baulcombe, 2015). Em 2017, o milho transgênico (*Zea mays*) SmartStax Pro, criado para expressar dsRNA contra a lagarta do milho (*Diabrotica virgifera virgifera*), foi aprovado pelos EUA. Em tabaco, Ceccon (2019) obteve plantas transgênicas visando resistência genética para o controle de *Helicoverpa armigera*.

No entanto, apesar de sucesso demonstrados as culturas transgênicas baseadas em RNAi não foram comercializados tanto quanto se poderia esperar. De acordo com algumas estimativas, custa US \$ 140 milhões para ter um produto transgênico para comercialização (Rosa et al., 2018). Além disso, Margis (2013) destaca que embora a tecnologia de RNAi seja promissora, as ações de alterações metabólicas e de expressão de genes em um organismo nunca serão totalmente específicas e cada sistema deverá ser estudado dentro de suas particularidades.

#### 4 | 4EXEMPLOS DE PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS

Atualmente, o maior número de culturas transgênicas são aquelas resistentes a herbicidas. Segundo dados da ISSAA (2020) todas as culturas geneticamente modificadas (GM) citadas apresentam pelo menos um evento de resistência a herbicidas (Tabela 1). A utilização de cultivares resistentes aos herbicidas vem sendo feita extensivamente durante as últimas cinco décadas, pelo simples fato de que para uma cultura ser resistente basta um herbicida seletivo. Apenas um único herbicida pode apresentar seletividade para diversas espécies de plantas, através da transferência de genes que conferem resistência a uma determinada molécula, produzindo genótipos resistentes (MONQUEIRO, 2005). A resistência a herbicidas foi conferida usando um gene de *Agrobacterium* sp. cepa CP4 que codificava um EPSPS resistente ao glifosato e isso foi introduzido em várias culturas (Tabela 1) (WANG et al., 2017).

O segundo maior caso de cultura GM é para resistências a insetos (Tabela 1). Exemplo

altamente eficaz foi conseguido usando um gene da bactéria *B. thuringiensis* que codifica uma toxina *Bt* que ocorre naturalmente e mata insetos que a consomem (Tabela 1). A característica inseticida é em virtude de uma proteína denominada Cry (formato de cristal) ou delta toxina produzida durante a fase de esporulação da bactéria. A proteína Cry é ativada somente em meio alcalino, pois não possui resistência em meio ácido sendo ligeiramente degradada, deste modo, o risco toxicológico em humanos e animais é praticamente zero. A reação destrutiva ocorre somente a insetos específicos que façam ingestão da planta geneticamente modificada. A atividade entomopatogênica do transgênico abrange não só as ordens de insetos lepidoptera, coleóptera e díptera, mas também de alguns invertebrados nematoides, sarcomastigofora e platelmintos. (BERLITZ & FIUZA, 2005) (Tabela 1). Existem inúmeros genes *cry*. Até 1998, a denominação abrangia apenas cinco genes principais: *cryI*, *cryII*, *cryIII*, *cryIV* e *cryVI*. Atualmente, devido à quantidade de genes que são estudados e sequenciados, usam-se números arábicos: *cry1*, *cry2*, *cry3*, *cry4*... até *cry70*. Os genes *cry1*, *cry2* e *cry9* são específicos em relação aos lepidópteros, *cry5* são ativos contra nematoides e, *cry2*, *cry4A*, *cry10*, *cry11*, *cry17*, *cry19*, *cry24*, *cry25*, *cry27*, *cry29*, *cry30*, *cry32*, *cry39* e *cry40* são ativos contra dípteros. A bactéria *B. thuringiensis* produz outras proteínas chamadas Proteínas inseticidas vegetativas (VIPS), assim como a proteína também tem efeito inseticida contra lepidópteros, porém estas são produzidas e secretadas como proteína solúvel na fase de crescimento vegetativo da bactéria, sendo uma importante alternativa para resistência das proteínas CRY (PINTO, 2010).

Outra área relacionada que emprega a tecnologia da transgenia é o desenvolvimento de cultivares resistentes a vírus. Os genes de resistência a vírus podem ser encontrados em parentes de plantas cultivadas e introduzidos pelo melhoramento convencional, mas exemplos disso são relativamente raros. Por isso utilizam-se técnicas como proteção cruzada onde plantas podem ser protegidas contra a infecção provocada por uma estirpe severa de vírus, desde que tivessem sido previamente tratadas com uma estirpe branda do mesmo vírus e a própria técnica do RNAi. A abordagem de OGM em que plantas transgênicas expressam dsRNAs contra proteínas virais foi bem documentada com resultados muito satisfatórios (KHALID et al., 2017; POOGGIN, 2017) (Tabela 1). Ainda, nas plantas, DCL, AGO e RDR são famílias de genes que contêm múltiplos membros, cada uma funcionando em diferentes vias paralelas. Em *Arabidopsis*, muitos estudos mostram que DCL2, DCL4, AGO1, AGO2, RDR1 e RDR6 são os principais componentes no silenciamento de RNAs antivirais (ZHANG et al., 2015). Além do mencionado, produção de plantas transgênicas resistentes a vírus, pode ser obtida via resistência mediada pelo patógeno (RDP) que pode ser obtida por diversas estratégias e diferir consideravelmente de espectro, implicando na presença de diversos mecanismos moleculares que expliquem os vários casos de PDR (Tabela 1).

## 5 | CONCLUSÃO

O avanço da biotecnologia contribui diretamente no melhoramento genético vegetal com técnicas mais promissoras. A transgenia possibilita importante avanço no melhoramento genético convencional, já que permite transferir características de interesse agrônomo entre espécies diferentes de modo direto. Isso quer dizer que essa tecnologia permite aos cientistas isolarem genes de microrganismos, por exemplo, e transferi-los para plantas, com o objetivo de torná-las resistentes a doenças ou mais nutritivas, entre outras inúmeras aplicações.

## REFERÊNCIAS

- ÁCIDO desoxirribonucleico. *In*: WIKIWAND, 2020. Disponível em: [https://www.wikiwand.com/gl/%C3%81cido\\_desoxirribonucleico](https://www.wikiwand.com/gl/%C3%81cido_desoxirribonucleico). Acesso em: 03 abr. 2020.
- AMUGUNE, N. O.; ANYANGO, B.; MUKIAMA, T. K. Agrobacterium-mediated transformation of common bean. **African Crop Science Journal**, Makhanda, v.19, n.3, p. 137-147, set. 2011.
- ANDRADE, G. M. D.; SARTORETTO, L. M.; BRASILEIRO, A. Biologia molecular do processo de infecção por *Agrobacterium* spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 5, p. 465-476, set – out. 2003.
- ANDRADE, S. R. M. **Transformação de plantas**. Planaltina: Embrapa Cerrados -Documentos 102, v. 1, n.1, p. 28, dez. 2003.
- ASGARI, S. MicroRNA functions in insect. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, Oxford, v. 43, n. 4, p. 388–397, abr. 2013.
- BAGGIO, A. C.; EFING, A. C. Informação para o consumo de alimentos transgênicos: atendimento da dignidade do cidadão brasileiro. **Novos Estudos Jurídicos**, Itajaí, v. 4, n. 2, p. 54-83, out. 2009.
- BARROSO, P. A. V. *et al.* **Comunicado técnico 242**. Zonas de exclusão de algodoeiros transgênicos para preservação de espécies de *Gossypium* nativas ou naturalizadas. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2005. 7p.
- BERLITZ, D. L.; FIUZA, L. M. *Bacillus thuringiensis* e *Melia azedarach*: aplicações e interações no controle de insetos praga. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 35, p. 66-72, dez. 2005
- BODANESE-ZANETTINI, M. H. Transferência de genes em plantas: Avanços e perspectivas. Departamento de Genética. UFRGS. 1995.
- BOND, D. M.; BAULCOMBE, D. C. Epigenetic transitions leading to heritable, RNA-mediated de novo silencing in *Arabidopsis thaliana*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 112, n. 3, p. 917-922, 2015.
- BRASILEIRO, A. C. M.; DUSI, D. M. A. Transformação genética de plantas. *In*: TORRES, A.C. *et al.* Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPQ, 1999, v. 2, p. 679-735
- BULL, C. T. *et al.* Comprehensive list of names of plant pathogenic bacteria, 1980-2007. **Journal of plant pathology**, Amsterdam, v.92, n.3, p. 551-592, 2010.

CARNEIRO, A. A.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Transformação genética de milho utilizando o bombardeamento de partículas. Sete Lagoas- MG: Embrapa milho e sorgo, nº 32, 42p., 2004.

CECCON, C.C. **Plantas transgênicas de tabaco expressando RNA *hairpin* e Jaburetox como estratégias para controle de *Helicoverpa armigera***. 2019. 123 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Agronomia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

CELERES. **3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17**. Uberlândia: Céleres, 2017a. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/3o-levantamento-de-adoacao-da-biotecnologia-agricolano-brasil-safra-201617/>>. Acesso em: 4 nov. 2019.

CIB. **Conselho de Informações Sobre Biotecnologia**. Produtos aprovados. [s. l.]: CIB, 2017a. Disponível em:< <http://cib.org.br/produtosaprovados/>> Acesso em: 20 nov. 2019.

DALAKOURAS, A., *et al.* Delivery of hairpin RNAs and small RNAs into woody and herbaceous plants by trunk injection and petiole absorption. **Frontiers in Plant Science**, Switzerland, v. 9, p.1253, ago. 2018.

ESCOBAR, M. A.; DANDEKAR, A. M. *Agrobacterium tumefaciens* as an agent of disease. **Trends Plant Sci**, Cambridge, v. 8, n. 8, p. 380-386, ago. 2003

HANNON, G. J. RNA interference. **Nature**, v. 418, n. 6894, p. 244-251, jul. 2002

ISAAA- International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. Filipinas: 2020. Disponível em: : <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/geneslist/default.asp>. Acesso em: 03 março 2020. Base de dados.

KHALID, A. *et al.* Small RNA based genetic engineering for plant viral resistance: application in crop protection. **Frontiers in microbiology**, Lausanne, v. 8, n. 43, jan. 2017.

KATOCH, R.; THAKUR, N. Advances in RNA interference technology and its impact on nutritional improvement, disease and insect control in plants. **Applied biochemistry and biotechnology**, Totowa, v.169, p.1579-1605, 2013.

LEITE, N. A., *et al.* O milho Bt no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos. Embrapa Milho e Sorgo-Documents, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60425/1/doc-133.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

LUNDGREN, J. G.; DUAN, J. J. RNAi-based insecticidal crops: potential effects on nontarget species. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 63, n.8, p. 657-665, ago. 2013.

MARGIS, R. Cuidados Especiais Associados ao Uso da RNAi. In: PEREIRA, T.C. (coord.). **Introdução à técnica de Interferência por RNA – RNAi**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2013. 170 p.

MOLINARI, E.; BRONDANI, A.; VARGAS, L. Vinte anos de transgênicos no Brasil. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, v. 38, n. 2, 29-38, maio 2018.

MONQUERO, P. A. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. **Bragantia**, Campinas, v.64, n. 4, p. 517-531, ago. 2005.

NONAKA, S. *et al.* Super-*Agrobacterium* ver. 4: Improving the transformation frequencies and genetic engineering possibilities for crop plants. **Frontiers in plant science**, Lausanne, v. 10, n. 1204, out. 2019

PASCOAL, V. D. B.; MAIA, I.G. Aplicações da Técnica de RNAi em Plantas In: PEREIRA, T.C. (coord.). **Introdução à técnica de Interferência por RNA – RNAi**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2013. 170 p.

PEREIRA, T.C. Moléculas Utilizadas em RNAi e Métodos de Obtenção. In: PEREIRA, T.C. (coord.). **Introdução à técnica de Interferência por RNA – RNAi**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética,



2013. 170 p.

PETRICK, J. S. *et al.* Safety assessment of food and feed from biotechnology-derived crops employing RNA-mediated gene regulation to achieve desired traits: a scientific review. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 167-176, jul. 2013.

PINTO, L. M. N., *et al.* Toxinas de *Bacillus thuringiensis*. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 38, p. 24-31, 2010.

POGGIN, M. I M. RNAi-mediated resistance to viruses: a critical assessment of methodologies. **Current opinion in virology**, v. 26, p. 28-35, jul. 2017.

RIVERA, A. L. *et al.* Physical methods for genetic transformation of fungi and yeast. **Physics of life reviews**, v. 11, n. 2, p. 184-203, jun. 2014.

RIVERA, A. L. *et al.* Physical methods for genetic plant transformation. **Physics of life reviews**, v. 9, n. 3, p. 308-345, set. 2012.

ROSA, E. *et al.* A plant pathogen modulates the effects of secondary metabolites on the performance and immune function of an insect herbivore. **Oikos**, Copenhagen, v. 127, n.10, p. 1539-1549, maio 2018.

SCOTT, J. G. *et al.* Towards the elements of successful insect RNAi. *Journal of insect physiology*, Oxford, v. 59, n.12, p. 1212-1221,dez. 2013.

SHRAWAT, A. K.; LÖRZ, H. Agrobacterium-mediated transformation of cereals: a promising approach crossing barriers. **Plant Biotechnology Journal**, Brisbane, v. 4, n. 6, p. 575-603, nov. 2006.

SMITH, E. N.; KRUGLYAK, L. Gene–environment interaction in yeast gene expression. **PLoS biology**, San Fransisco, v. 6, n. 4, abr. 2008.

SOHRAB, S. S. *et al.* Development of Cotton leaf curl virus resistant transgenic cotton using antisense  $\beta$ C1 gene. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 23, n. 03, p. 358-362, maio 2016.

SOOD, P.; BHATTACHAR, A.; SOOD, A. Problems and possibilities of monocot transformation. **Biologia Plantarum**, Praha, v. 55, n. 1: p. 1-15, abr. 2011.

SOOD, P.; BHATTACHARYA, A.; SOOD, A. Problems and possibilities of monocot transformation. **Biologia Plantarum**, Praha, v. 55, n. 1: p. 1-15, abr. 2011.

TAKEDA, S.; MATSUOKA, M. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes. **Nature reviews Genetics**, Manhattan v. 9, n. 6, p. 444-57, jun. 2008

WANG, X. *et al.* Plant genetic engineering and genetically modified crop breeding: history and current status. **Frontiers of Agricultural Science and Engineering**, Beijing, v. 4, n. 1, p. 5-27, out. /dez. 2017.

ZATERKA, L. Transgênicos e o princípio de equivalência substancial. **Estudos Avançados**, Butantã, v. 33, n. 95: p. 271-284, jan./abr, 2019.

ZHANG, C.; WU, Z.; LI, Y.; WU, J. Biogenesis,function,andapplications of virus-derived small RNA sinplants. **Frontiers in microbiology**, Lausanne, v. 9, n. 6, p. 12-37, nov. 2015.

ZIEMIENOWICZ, A. Agrobacterium-mediated plant transformation: Factors, applications and recent advances. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, Zulia, v. 3, n. 4, p. 95-102, out. 2014.

Característica	Fonte	Gene	Função
<b>Tolerância ao herbicida 2,4-D</b>	<i>Sphingobium herbicidovorans</i>	<i>aad-1</i>	Desintoxica o herbicida 2,4-D por degradação da cadeia lateral e degrada os enantiômeros R dos herbicidas ariloxifenoxipropionato
<b>Tolerância ao herbicida 2,4-D</b>	<i>Delftia acidovorans</i>	<i>aad-12</i>	Catalisa a degradação da cadeia lateral do herbicida 2,4-D
<b>Tolerância ao herbicida Dicamba</b>	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> cepa DI-6	<i>Dmo</i>	Confere tolerância ao herbicida dicamba (ácido 2-metoxi-3,6-diclorobenzóico) usando dicamba como substrato em uma reação enzimática
<b>Tolerância ao herbicida glufosinato</b>	<i>Streptomyces hygroscopicus</i>	<i>Bar</i>	Elimina a atividade herbicida dos herbicidas glufosinato (fosfotricina) por acetilação
<b>Tolerância ao herbicida glufosinato</b>	<i>Streptomyces viridochromogenes</i>	<i>Pat</i>	Elimina a atividade herbicida dos herbicidas glufosinato (fosfotricina) por acetilação
<b>Tolerância ao herbicida glufosinato</b>	<i>Streptomyces viridochromogenes</i> cepa Tu 494	<i>Pat</i>	Elimina a atividade herbicida dos herbicidas glufosinato (fosfotricina) por acetilação
<b>Tolerância ao herbicida glifosato</b>	<i>Zea mays</i>	<i>2mepsps</i>	Diminui a afinidade de ligação ao glifosato, aumentando assim a tolerância ao herbicida glifosato
<b>Tolerância ao herbicida glifosato</b>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> cepa CP4	<i>cp4 epsps (aroA: CP4)</i>	Diminui a afinidade de ligação ao glifosato, conferindo assim maior tolerância ao herbicida glifosato
<b>Tolerância ao herbicida glifosato</b>	<i>Arthrobacter globiformis</i>	<i>epsps (Ag)</i>	Confere tolerância a herbicidas de glifosato
<b>Tolerância ao herbicida glifosato</b>	<i>Arthrobacter globiformis</i>	<i>epsps grg23ace5</i>	Confere tolerância aos herbicidas glifosato
<b>Tolerância ao herbicida glifosato</b>	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>gat4601</i>	Catalisa a inativação do glifosato, conferindo tolerância aos herbicidas glifosato
<b>Tolerância ao herbicida glifosato</b>	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>gat4621</i>	Catalisa a inativação do glifosato, conferindo tolerância aos herbicidas glifosato
<b>Tolerância ao herbicida glifosato</b>	<i>Ochrobactrum anthropi</i> cepa LBAA	<i>goxv247</i>	Confere tolerância aos herbicidas glifosato, degradando o glifosato em ácido aminometilfosfônico (AMPA) e glioxilato
<b>Tolerância ao herbicida glifosato</b>	<i>Zea mays</i>	<i>mepsps</i>	Confere tolerância a herbicidas de glifosato
<b>Tolerância ao herbicida Imazamox</b>	<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>AtAHAS</i>	tolerância ao herbicida imazamox
<b>Tolerância ao herbicida isoxaflutol</b>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> cepa A32	<i>hppdPF W336</i>	Confere tolerância a herbicidas inibidores da HPPD (como isoxaflutol) reduzindo a especificidade do constituinte bioativo do herbicida
<b>Tolerância ao herbicida Oxynil</b>	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. Ozaenae	<i>bxn</i>	Elimina a atividade herbicida de herbicidas oxinil (por exemplo, bromoxinil)
<b>Tolerância a herbicida Sulfonilurea</b>	<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>als</i>	Permite a síntese de aminoácidos essenciais na presença de herbicidas sulfonilureias
<b>Tolerância a herbicida Sulfonilurea</b>	<i>Glycine max</i>	<i>gm-hra</i>	Confere tolerância a aplicações de herbicidas à base de sulfonilureia

<b>Tolerância a herbicida Sulfonilurea</b>	<i>Nicotiana tabacum</i> cv. Xanthi	<i>S4-HrA</i>	Permite que a planta sintetize aminoácidos essenciais na presença de herbicidas sulfonilureias
<b>Tolerância a herbicida Sulfonilurea</b>	<i>Nicotiana tabacum</i>	<i>surB</i>	Confere tolerância a herbicidas sulfonilureia e outros herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS)
<b>Tolerância a herbicida Sulfonilurea</b>	<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>csr1-2</i>	Confere tolerância a herbicidas imidazolinona
<b>Tolerância a herbicida Sulfonilurea</b>	<i>Zea mays</i>	<i>zm-hra</i>	Confere tolerância a herbicidas inibidores da acetolactato sintase, como sulfonilureia e imidazolinona
<b>Resistência a doenças virais</b>	<i>Bean Golden Mosaic Virus</i> (BGMV)	<i>ac1</i> (sentido e anti-sentido)	Inibe a síntese da proteína de replicação viral do Vírus do Mosaico Dourado de Feijão (BGMV), conferindo resistência ao BGMV
<b>Resistência a doenças virais</b>	<i>Cucumovirus do Mosaico do Pepino</i> (CMV)	<i>cmv_cp</i>	Confere resistência ao cucumovírus de mosaico de pepino (CMV) através do mecanismo de “resistência derivada de patógenos”
<b>Resistência a doenças virais</b>	<i>Vírus da folha de batata</i> (PLRV)	<i>plrv_orf1</i>	Confere resistência ao vírus do rolo da folha de batata (PLRV) através do mecanismo de silenciamento genético
<b>Resistência a doenças virais</b>	<i>Vírus da folha de batata</i> (PLRV)	<i>plrv_orf2</i>	Confere resistência ao vírus do rolo da folha de batata (PLRV) através do mecanismo de silenciamento genético
<b>Resistência a doenças virais</b>	<i>Plum pox virus</i> (PPV)	<i>ppv_cp</i>	Confere resistência ao vírus da catapora (PPV) através do mecanismo de “resistência derivada de patógenos”
<b>Resistência a doenças virais</b>	<i>Papaya ringspot virus</i> (PRSV)	<i>prsv_cp</i>	Confere resistência ao vírus do mamão em anel (PRSV) através do mecanismo de “resistência derivada de patógeno”
<b>Resistência a doenças virais</b>	<i>Papaya ringspot virus</i> (PRSV)	<i>prsv_rep</i>	Confere resistência ao vírus do mamão em anel (PRSV) através do mecanismo de silenciamento de genes
<b>Resistência a doenças virais</b>	<i>Potato Virus Y</i> (PVY)	<i>pvy_cp</i>	Confere resistência ao vírus da batata Y (PVY) através do mecanismo de “resistência derivada de patógeno”
<b>Resistência a doenças virais</b>	<i>Potyvirus 2 do mosaico da melancia</i> (WMV2)	<i>wmv_cp</i>	Confere resistência ao potyvirus 2 do mosaico da melancia (WMV2) através do mecanismo de “resistência derivada de patógenos”
<b>Resistência a doenças virais</b>	<i>Potyvirus de mosaico amarelo de abobrinha</i> (ZYMV)	<i>zymv_cp</i>	Confere resistência ao potyvírus de mosaico amarelo de abobrinha (ZYMV) através do mecanismo de “resistência derivada de patógenos”
<b>Resistência a insetos coleópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> , cepa PS149B1	<i>cry34Ab1</i>	Confere resistência a insetos coleópteros, particularmente a larva de milho, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos coleópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> , cepa PS149B1	<i>cry35Ab1</i>	Confere resistência a insetos coleópteros, particularmente a larva de milho, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos coleópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. tenebrionis	<i>cry3A</i>	Confere resistência aos insetos coleópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio

<b>Resistência a insetos coleópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	<i>cry3Bb1</i>	Confere resistência a insetos coleópteros, particularmente a larva de milho, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos coleópteros</b>	<i>Minhoca-raiz-do-milho (Diabrotica virgifera)</i>	<i>dvsnf7</i>	Interferência de RNAi resultante da regulação negativa da função do gene <i>Snf7</i> alvo, levando à mortalidade por Western Root Rootworm.
<b>Resistência a insetos coleópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. tenebrionis	<i>mcry3A</i>	Confere resistência a insetos coleópteros, particularmente pragas de minhocas por danificar seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a Insetos Hemipteranos</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>mCry51Aa2</i>	Confere resistência aos insetos hemipteranos <i>Lygus hesperus</i> e <i>L. lineolaris</i> , danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência à doença da praga tardia</b>	<i>Solanum bulbocastanum</i>		Resistência de amplo espectro contra raças de <i>Phytophthora infestans</i>
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>cry1A</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	<i>cry1A.105</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kurstaki	<i>cry1Ab</i>	Confere resistência a insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	<i>cry1Ab</i>	Confere resistência a insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>cry1Ab-Ac</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. Kurstaki estirpe HD7	<i>cry1Ac</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>cry1C</i>	Confere resistência a insetos lepidópteros, especificamente Spodoptera
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. aizawai	<i>cry1F</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. aizawai	<i>cry1Fa2</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	<i>cry2Ab2</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. Dakota	<i>cry2Ae</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. cepa tolworthi BTS02618A	<i>cry9C</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. aizawai	<i>mocry1F</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio

<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>pin11</i>	melhora a defesa contra predadores de insetos, reduzindo a digestibilidade e a qualidade nutricional das folhas
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa AB88	<i>vip3A (a)</i>	Confere resistência aos danos na alimentação causados por insetos lepidópteros ao danificar seletivamente o revestimento do intestino médio
<b>Resistência a insetos lepidópteros</b>	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa AB88	<i>vip3Aa20</i>	Confere resistência ao dano alimentar causado por insetos lepidópteros, danificando seletivamente o intestino médio
<b>Tolerância ao estresse hídrico</b>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>cspB</i>	Mantém funções celulares normais sob condições de estresse hídrico, preservando a estabilidade e a tradução do RNA
<b>Tolerância ao estresse hídrico</b>	<i>Escherichia coli</i>	<i>EcBetA</i>	Catalisa a produção do composto osmoprotetor glicina betaína conferindo tolerância ao estresse hídrico
<b>Tolerância ao estresse hídrico</b>	<i>Helianthus annuus</i>	<i>Hahb-4</i>	O fator de transcrição Hahb-4 se liga a uma região reguladora da transcrição da desidratação da planta
<b>Tolerância ao estresse hídrico</b>	<i>Rhizobium meliloti</i>	<i>RmBetA</i>	Catalisa a produção do composto osmoprotetor glicina betaína conferindo tolerância ao estresse hídrico

Tabela 1- Organismos geneticamente modificados, com os respectivos genes e características de interesse envolvidos.

Fonte: <http://www.isaaa.org/gmaprovaldatabase/geneslist/default.asp>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

*Acmella Oleracea* 219, 220, 221, 224, 227, 228

Agricultura Familiar 42, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 102, 103, 104, 105, 106, 109, 111, 112, 113, 135

Agrohomeopatia 16, 23, 24

Amazônia 29, 31, 32, 33, 40, 102, 103, 104, 105, 106, 109, 111, 112, 113, 115, 125, 174, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 228

Amêndoas 114, 117, 119, 120, 123

Análise de Alimento 96

ANOVA 130, 220, 221, 224

Antibiótico 135, 204, 205, 213

Antimicrobiano Natural 177, 183

Assistência 73, 149

### B

Bactérias Acéticas 114, 115, 116, 118, 120, 121, 123

Baixo Tocantins 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113

Biotecnologia 1, 2, 9, 10, 11, 125, 209

Blocos ao Acaso 220, 224, 225

### C

Cálculo 43, 60, 154, 156, 157

Características de Interesse 1, 9, 15

*Cinnamomum* spp. 177

Climatização de Ambiente 53

Composição Bioquímica 137, 138, 139, 147

Comunidade Acadêmica 29, 30, 31, 32

Condições Sociais 84

Conscientização 29, 30, 34, 35, 39, 96

Cooperativismo 102, 103, 104, 106, 107, 111, 112

Cultura 3, 7, 9, 31, 34, 53, 55, 61, 62, 64, 67, 68, 73, 81, 84, 110, 118, 137, 138, 139, 140, 148, 166, 168, 172, 173, 201, 204

Cupuaçu 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 123, 124, 125

### D

Desenvolvimento Rural 70, 71, 73, 75, 76, 77, 105, 106, 111, 112, 113

Desinfecção de Tetos 127

## E

Energia Solar 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 67, 68

Equação Diferencial 154, 157, 159

Escarificação 78, 80, 81

Estufa 53, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 86, 118, 121

Eucalipto 3, 28, 69, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135

Extrativismo 103, 104, 110, 111

Extrudabilidade 84

## F

Fermentação Líquida 197, 198, 205, 206

Formigas Cortadeiras 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28

Formulações 22, 83, 85, 88, 89, 196, 197, 198, 206, 207

## G

Germinação de Sementes 79, 81, 219, 221, 228

## H

Homeopatia 16, 22, 23, 24, 26, 27

## I

Imagens Térmicas 190, 191, 192, 194

## J

Jambu da Amazônia 220, 221, 224, 225, 228

## L

Lei de Resfriamento de Newton 154, 158

Leite Cru 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 163, 218

Leite *in natura* 96, 101

Leveduras 114, 115, 116, 118, 120, 121, 122, 123, 125, 202

Linhaça 93, 94, 126, 127, 129, 131, 135

## M

Manejo Ecológico 16, 18, 24

Mastite 99, 128, 134, 135, 136, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 212, 213, 214, 216, 217, 218

Melhoramento de Plantas 1

## O

OGMs 1, 2

Organizações 71, 72, 74, 104

Origanum Vulgare L. 177, 179, 186

## P

Phaseolus Vulgaris L. 28, 137, 138, 140, 147, 148, 150, 151

*Piper Nigrum* L. 177, 179

Políticas Públicas 70, 72, 73, 74, 75, 77, 109, 113

Política Territorial 71

População de Plantas 141, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174

Potencial Germinativo 78, 81

Práticas Agrícolas 16, 178

Práticas Sustentáveis 39

Produção 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 27, 30, 33, 34, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 61, 64, 66, 70, 73, 74, 75, 76, 81, 86, 88, 93, 94, 95, 96, 97, 101, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 120, 121, 123, 128, 135, 137, 138, 139, 140, 154, 160, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 174, 179, 180, 190, 192, 195, 196, 197, 198, 201, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 212, 215, 221, 222, 226, 228, 229

Produção de Leite 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 95, 97, 190, 192, 212

Produção em Larga Escala 197

## Q

Qualidade do Leite 95, 96, 99, 100, 101, 126, 127, 136

Quebra de Dormência 18, 78, 80, 81, 226

## R

Região Nordeste do Brasil 41

Regressão 41, 42, 44, 45, 46, 49, 168, 169

Rendimento de Grãos 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172

Resíduos Sólidos 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40

R-Studio 220, 221, 224

## S

Saúde Pública 100, 111, 127, 176, 178, 181, 185, 208, 213

Segurança Alimentar 112, 166, 177, 202

Semente 78, 81, 116, 117, 119, 120, 123, 137, 141, 142, 144, 145, 147, 151, 227



Séries Temporais 41, 51

*Software* de Programação Estatística 219

## T

Taxa de Crescimento 165, 168, 173, 174

Temperatura Ideal 139

Transformações Genéticas 1

Transgenia 1, 3, 8, 9

Tratamento 23, 31, 80, 81, 135, 180, 181, 182, 212, 213, 214, 218, 220, 225, 226

## V

Vigna Unguiculata 165, 166, 174, 175

Vigor 138, 141, 142, 147, 149, 226

Visão Computacional 190

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

# 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) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2020

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

# 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) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2020