



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEONARDO TULLIO  
(ORGANIZADOR)

Atena  
Editora  
Ano 2022



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEONARDO TULLIO  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

*Open access publication* by Atena Editora



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 com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</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. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</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



## Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Leonardo Tullio

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

G354 Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias /  
Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR:  
Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0158-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.582221804>

1. Ciências agrárias. I. Tullio, Leonardo (Organizador).

II. 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



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A obra “Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias” aborda em seu primeiro Volume uma apresentação de 18 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para o meio agrícola.

O objetivo central dessa obra foi apresentar estudo desenvolvidos em instituições de ensino e pesquisa. Temas diversos são discutidos com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, professores e pesquisadores ou aqueles que de alguma forma se interessam pela área das ciências agrárias. Possuir material que apresente resultados de diversas regiões do país, bem como apresentar direcionamentos para o futuro da pesquisa fazem desta obra um material repleto de inovações.

Pesquisar e observar resultados indicam possibilidades de ampliar conhecimento em diversas áreas, sendo esse, a descoberta de novos horizontes. Na área das ciências agrárias diversas são as possibilidades para conhecer as interações entre plantas, solo, atmosfera e mudanças ambientais, mas como os processos são dinâmicos e a interação constante, os resultados divergem. Aplicar técnicas de semeadura, adubação, ou outras, trazem resultados aplicados muito úteis para a sociedade.

Difundir conhecimento para a sociedade faz-se necessário, pois ciência aplicada e de qualidade apontam caminhos positivos em prol do desenvolvimento sustentável e harmônico entre seres. Assim, necessitamos constantemente nos reciclar e aprofundar em conhecimento técnico em nossa área de atuação.

Por fim, espero que esta obra atenda a demanda por conhecimento técnico de qualidade e que novas pesquisas a utilize como forma de direcionamentos futuros.

Leonardo Tullio




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

INOVAÇÃO NO SETOR AGRÍCOLA: CONCEITOS, EVOLUÇÃO DOS MODELOS E UMA VISÃO DO SISTEMA DE PESQUISA E INOVAÇÃO NO BRASIL

Maria Clotilde Meirelles Ribeiro

Amilcar Baiardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218041>

### **CAPÍTULO 2..... 26**

CRIANDO SINERGIAS ENTRE PAISAGISMO E AGROECOLOGIA: O USO DE PLANTAS NATIVAS DO CERRADO EM JARDINS


Mariana de Melo Siqueira

Bárbara Silva Pachêco

Willian Jeferson Nascimento

Paula Lucio de Lima Santos

Viviane Evangelista dos Santos Abreu

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218042>

### **CAPÍTULO 3..... 40**

APLICAÇÕES DA METAGENÔMICA NA AVALIAÇÃO DA MICROBIOTA FLORESTAL BRASILEIRA

Rodrigo Matheus Pereira

Francine Amaral Piubeli

Maricy Raquel Lindenbah Bonfa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218043>

### **CAPÍTULO 4..... 48**

ASPECTOS AGRONÔMICOS E CITOGENÉTICOS NO MELHORAMENTO DE VINCA RÓSEA *Catharanthus roseus* (L.) G. Don VISANDO AUMENTO NA PRODUÇÃO DE ALCALÓIDES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Vivian Torres Bandeira Tupper

Jussié Gonçalves de Souza Neto

Josiéle Botelho Rodrigues


Lorena Teixeira de Almeida

Ricardo Oliveira Rosa

Sheila da Silva Nunes

Fernanda Zupo Rocha

Thomáz Jácome Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218044>


### **CAPÍTULO 5..... 58**

ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTAS JOVENS DE ABÓBORA EM CAPITÃO POÇO – PA

Tayssa Menezes Franco

José Darlon Nascimento Alves

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218045>

**CAPÍTULO 6..... 64**

EFEITO DE BIOESTIMULANTE DE SOLO NA NUTRIÇÃO E NO RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA E TRIGO

João Victor de Mattos

Eduardo Fávero Caires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218046>

**CAPÍTULO 7..... 82**

ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGENS SOB DIFERENTES MANEJOS DE FERTILIDADE DO SOLO

Vinicius Gabriani Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218047>

**CAPÍTULO 8..... 100**

A INFLUÊNCIA DO ALHO PORÓ (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*) NO CONTROLE DE PRATINHO NO REPOLHO (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Wallace de Oliveira Paes

Manuela Nobrega Dourado


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218048>

**CAPÍTULO 9..... 113**

CAPTURE EM MASSA DE *Bactrocera oleae* NO SUL DE PORTUGAL

Maria Albertina Gonçalves

José Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218049>

**CAPÍTULO 10..... 122**

ANÁLISE ENERGÉTICA DE UM CULTIVADOR-ADUBADOR PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA


Leonardo Estevão da Silva

Otávio Estevão da Silva

Cristiano Márcio Alves de Souza

Leidy Zulys Leyva Rafull

Sálvio Napoleão Soares Arcoverde

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180410>

**CAPÍTULO 11..... 128**

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E AVALIAÇÃO ENZIMÁTICA DE DUAS CULTIVARES DE SOJA SOB DÉFICIT HÍDRICO


Wellington Silva Gomes

Samy Pimenta

Larissa Souza Amaral

Adriano Pinheiro de Souza Leal

Allynson Takehiro Fujita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180411>

**CAPÍTULO 12..... 139**

ASPECTOS AGRONÔMICOS EM HÍBRIDOS DE MILHO SUBMETIDOS AO TRATAMENTO DE SEMENTES COM NANOPARTÍCULAS DE COBRE

Nédio Luiz Verdi

Cristiano Reschke Lajus


Caroline Olias

Aline Vanessa Sauer

Gean Lopes da Luz

Franciele Dalcaton

Luciano Luiz Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180412>

**CAPÍTULO 13..... 155**

AVALIAÇÃO DE COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE SOJA SUBMETIDA A INOCULAÇÃO MISTA VIA APLICAÇÃO DE INOCULANTE CONTENDO *Bradyrhizobium* E *Azospirillum*

Ivana Marino Bárbaro-Torneli

Elaine Cristine Piffer Gonçalves


José Antonio Alberto da Silva

Anita Schmidek

Fernando Bergantini Miguel

Marcelo Henrique de Faria

Regina Kitagawa Grizotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180413>


**CAPÍTULO 14..... 168**

COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS NA FEIRA MUNICIPAL DAS VERDURAS, TABATINGA- AMAZONAS- BRASIL

Itaciara Viviane Bitencourt Ramos

Antonia Ivanilce Castro da Silva

Diones Lima de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180414>

**CAPÍTULO 15..... 183**

CRESCIMENTO DA PIMENTEIRA DE CHEIRO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES ORGÂNICAS E MINERAIS EM CAPITÃO POÇO-PA

Jairo Neves da Silva

Thiago Caio Moura Oliveira

José Darlon Nascimento Alves

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição

Michel Sauma Filho

João Vitor Silva e Silva

Priscila Martins da Silva

Ana Paula da Silva Vieira

Rebeca Monteiro Galvão


Magda do Nascimento Farias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180415>

**CAPÍTULO 16..... 194**

DIVERSIDADE DE COCCINELÍDEOS PREDADORES EM ROMÃZEIRA

Maria Albertina Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180416>


**CAPÍTULO 17..... 201**

GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN CON ORGANIZACIONES RURALES DE GUATEMALA

Roberto Rendón-Medel

Bey Jamelyd López-Torres

Jeimy Elizabeth Figueroa-Morales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180417>

**CAPÍTULO 18..... 221**


BASES INDEXADORAS E ÍNDICES BIBLIOMÉTRICOS EM PERIÓDICOS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Carlos Henrique Lima de Matos

Reila Ferreira dos Santos

Greguy Looban Cavalcante de Lima

Ana Karyne Pereira Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180418>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 231**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 232**

# CAPÍTULO 4

## ASPECTOS AGRONÔMICOS E CITOGENÉTICOS NO MELHORAMENTO DE VINCA RÓSEA *Catharanthus roseus* (L.) G. DON VISANDO AUMENTO NA PRODUÇÃO DE ALCALÓIDES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 20/03/2022

**Thomáz Jácome Costa**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG

<http://lattes.cnpq.br/2662179845533412>

**Vivian Torres Bandeira Tupper**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/6478353368765104>

**Jussié Gonçalves de Souza Neto**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/0874620422961818>

**Josiéle Botelho Rodrigues**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/6887821823958186>

**Lorena Teixeira de Almeida**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/7049461830970211>

**Ricardo Oliveira Rosa**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/0459674893397565>

**Sheila da Silva Nunes**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG

**Fernanda Zupo Rocha**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/2289411865959423>

**RESUMO:** A espécie *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, conhecida como vinca rósea, maria sem-vergonha ou boa-noite, está atualmente distribuída mundialmente em regiões de clima tropical e subtropical, tendo o Brasil como um dos centros de diversidade da espécie. Sua importância se concentra em fins medicinais e ornamentais, este último devido sua regularidade de florescimento e coloração diversa. Além disso, a espécie apresenta destaque na produção de alcalóides como vincristina, vimblastina e serpentina, as quais apresentam propriedades farmacológicas, sendo os dois primeiros utilizados em tratamento contra alguns tipos de câncer, configurando assim a sua maior relevância econômica. Por outro lado, o método de extração destes compostos é oneroso e seu rendimento, baixo. Um outro entrave à espécie é precisamente a falta de estudos acerca dos efeitos dos tratamentos culturais, tais como adubação e irrigação na produção de alcalóides. Uma possível solução destes problemas é o melhoramento genético de plantas medicinais, que tem por finalidade aumentar a produtividade do teor e tipo dos princípios ativos, bem como manter estas características na progênie. Como complemento tem-se a importância do estudo citogenético, o qual pode contribuir sensivelmente ao programa de melhoramento genético da espécie estudada, visto que permite

a detecção de genes responsáveis pela biossíntese de compostos de importância econômica, contribuindo com as etapas antecessoras aos cruzamentos de linhagens parentais. Nesse contexto, o objetivo desta revisão de literatura é sumarizar os trabalhos que descrevem os aspectos morfológicos relevantes, que envolvem a produção de alcaloides com os tratamentos culturais e, por fim, a importância do estudo citogenético ao programa de melhoramento genético da espécie estudada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Citogenética; Maria sem-vergonha; Vincristina; Vinblastina.

### AGRONOMIC AND CYTOGENETIC ASPECTS IN THE BREEDING OF PERIWINKLE *Catharanthus roseus* (L.) G. DON AIMING TO INCREASE ALKALOID PRODUCTION: A REVIEW

**ABSTRACT:** The species *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, known as periwinkle, maria sem-vergonha or boa-noite, is currently distributed worldwide in tropical and subtropical regions, with Brazil as one of the centers of diversity for the species. Its importance is concentrated on medicinal and ornamental purposes, the latter due to its regularity of flowering and diverse coloration. In addition, the species is highlighted in the production of alkaloids such as vincristine, vinblastine, and serpentine, which have pharmacological properties, the first two being used in treatment against some types of cancer, thus configuring its greatest economic relevance. On the other hand, the method of extracting these compounds is expensive and their yield is low. Another obstacle to the species is precisely the lack of studies on the effects of cultural treatments, such as fertilization and irrigation on the production of alkaloids. A possible solution to these problems is the breeding of medicinal plants, which aims to increase the productivity of the content and type of active ingredients, as well as maintain these characteristics in the progeny. As a complement, there is the importance of the cytogenetic study, which can significantly contribute to the breeding program of the studied species, since it allows the detection of genes responsible for the biosynthesis of compounds of economic importance, contributing to the steps preceding the crossings of strains parental. In this context, the objective of this literature review is to summarize the works that describe the relevant morphological aspects, which involve the production of alkaloids with cultural treatments, and, finally, the importance of the cytogenetic study to the breeding program of the studied species.

**KEYWORDS:** Cytogenetic; Maria sem-vergonha; Vincristine; Vinblastine.

### CENTRO DE ORIGEM E ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA ESPÉCIE *Catharanthus roseus* (L.) G. DON

O gênero *Catharanthus* é composto por nove espécies (YU *et al.* 2013), sendo sete endêmicas da Ilha de Madagascar (NEJAT *et al.* 2015). A espécie *Catharanthus roseus* (L.) G. Don (vinca rósea) é autóctone das Índias Ocidentais, mas foi originalmente descrita em Madagascar (ROSS, 1999). Atualmente a vinca está distribuída em regiões tropicais e subtropicais como na África, América, Ásia, Austrália, Sul da Europa e em algumas ilhas do Oceano Pacífico (VAN DER HEIJDEN *et al.* 2004). O Brasil pode ser considerado um centro de diversidade da espécie, uma vez que apresenta diversidade morfológica e/ou genética

da vinca rósea (AMORIM, 2019). A espécie é comercialmente cultivada na Espanha, EUA, China, África, Austrália, Índia e Sul da Europa para fins medicinais (DAS *et al.* 2017) e como planta ornamental em virtude de sua ampla adaptabilidade, florescimento regular e flores de coloração variadas (KULKARNI *et al.* 2016).

A espécie vinca rósea, é conhecida popularmente como vinca, maria-sem-vergonha ou boa-noite (KULKARNI *et al.* 2016). A espécie é hermafrodita e pertence à família Apocynaceae (ALLORGE *et al.* 2015). Apresenta modo de reprodução preferencialmente misto, alógamo/autógamo, sendo o alógamo, o método que prevalece na espécie. É herbácea ou semi-herbácea, tem crescimento rápido, sub-lenhosa na base e com parte aérea muito ramificada, cuja altura pode variar de 0,75 a 1 metro (KULKARNI *et al.* 2016). A fisiologia da vinca se destaca pela produção de alcalóides antineoplásicos com importantes propriedades farmacológicas, como a vincristina e a vimblastina, presentes nas folhas, além de alcalóides anti-hipertensivos, como a serpentina, encontrados nas raízes (MISHRA *et al.* 2001; GAJALAKSHMI, *et al.*, 2013).

## **A PRODUÇÃO DE ALCALÓIDES E SUA IMPORTÂNCIA NO TRATAMENTO DO CÂNCER**

O potencial farmacológico da vinca rósea é expressivo, em função da espécie produzir mais de 130 alcalóides indólicos terpenóides (ALMAGRO *et al.* 2015). A principal relevância econômica da espécie está na produção de alcalóides vincristina e vimblastina, utilizados no tratamento de alguns tipos de câncer, como leucemia e linfoma (UNNATI *et al.* 2013; AL-QUTEIMAT, 2020). Estes alcalóides se constituem de uma classe de princípios ativos classificados como quimioterápicos citotóxicos que agem durante a mitose celular, permitindo-lhes atingir células cancerígenas de rápido crescimento (BATES & EASTMAN, 2017). O interesse por esses compostos indólicos anticancerígenos contrasta com suas baixas quantidades nas plantas, tornando sua extração um processo muito caro. Atualmente o preço de mercado da vimblastina e vincristina são estimados, respectivamente, em US\$ 2 milhões/kg e US\$ 15 milhões/kg e seus fornecimentos são limitados de acordo com a disponibilidade da planta. Além disso, o valor anual no mercado desses compostos é de aproximadamente US\$ 1.000.000 a 3.500.000 por kg (YU *et al.* 2013).

Os baixos níveis de vincristina e vimblastina estão associados à separação espacial dos sítios biossintéticos onde esses compostos são produzidos e ao alto grau de especialização de algumas células foliares da vinca (YU *et al.* 2013)(Yu e Luca, De, 2013). Portanto, pesquisadores têm buscado fontes alternativas e estratégias para produzir esses compostos em grandes quantidades, como cultura de tecidos, engenharia genética e a citogenética. O aumento da produção de alcalóides é visto como o maior gargalo para utilização desses compostos com interesse medicinal, visto que é necessária uma tonelada de biomassa seca de vinca rósea para se extrair um grama de vincristina e 20 gramas

de vimblastina (LATA, 2007). Diante do exposto, o melhoramento genético da espécie vem sendo considerado como uma alternativa viável quando se pretende aumentar a produção e o rendimento dos princípios ativos. O melhoramento genético de plantas busca, essencialmente, a obtenção de progênies superiores em relação aos parentais. No caso da vinca rósea, considera-se progênies superiores àquelas que se destacam quanto ao rendimento e a produção de princípios ativos em relação aos seus parentais (SHARMA *et al.*, 2020).

## MANEJO DA CULTURA COM ENFOQUE NA PRODUÇÃO DE ALCALÓIDES

A qualidade e a concentração de alcaloides na vinca é dependente de fatores climáticos além de fatores de manejo do solo, propagação, semeadura, plantio, fertilização, irrigação, data de colheita e principalmente, a variabilidade genética existente na espécie (LATA, 2007).

Dentre os tratos culturais empregados no cultivo da vinca se destacam a adubação, em especial, a nitrogenada, que desempenha um papel importante na biossíntese e acumulação de alcalóides (JANA, 1996). Doses variadas de nitrogênio já foram testadas em vinca rósea para avaliar o rendimento de alcalóides vincristina e vimblastina, sendo a dose de maior eficiência, 150 kg/ha (GHOLAMHOSSEINPOUR *et al.* 2011). Já o fósforo e o potássio, macronutrientes importantes na nutrição mineral de plantas, não apresentam efeito significativo sobre o rendimento desses alcalóides (LATA, 2007). Por outro lado, segundo Gulik *et al.* (1993) tanto o nitrogênio quanto o fosfato promovem a produção de alcalóides. O efeito do nitrogênio é dependente da disponibilidade de carbono das células, o que faz com que a relação carbono-nitrogênio (C/N) influencie a produção de alcalóides. Além disso, o tipo de fonte de carbono também influencia a produção de alcalóides. Em relação aos teores de carboidratos, a maior concentração de sacarose (6%), associada ao baixo nível de glicose ou frutose melhoraram o acúmulo de biomassa vegetal e conseqüentemente, aumentaram a produção e rendimento dos alcalóides na vinca (VERMA *et al.* 2012).

O manejo da irrigação também é apontado como um fator relevante no rendimento de alcalóides. O intervalo de irrigação é diretamente proporcional ao rendimento de alcalóides (AHMED E EL-HASSEN, 2001). Portanto, o rendimento dos alcalóides é maior, à medida que se aumenta o intervalo de irrigação. O estresse hídrico também causa alterações na cultura da vinca, reduzindo o rendimento de alcalóides sob condições de seca (FRISCHKNECHT *et al.* 1987). Quanto as necessidades hídricas da cultura, a vinca se estabelece com precipitação média anual de 800 a 1400 mm (NAEEM *et al.* 2017). Sendo assim, em áreas onde a precipitação é restrita recomenda-se o uso da irrigação.

A luz estimula o desenvolvimento de plastídios e aumenta a concentração de alcalóides, influenciando significativamente sua biossíntese em células cultivadas, folhas, mudas e plantas (ZHAO *et al.* 2001), quando expostas a um período entre 12h



(JUNAID *et al.* 2008) a 16h (CAMPOS-TAMAYO *et al.* 2008) de luz. A temperatura e o pH são elementos importantes que também influenciam o metabolismo de alcalóides em *C. roseus*. O aumento da biomassa vegetal e a maior produção de alcalóides ocorreu entre temperaturas de 25°C a 35°C (MORRIS, 1986). Em relação ao pH, têm-se como ideal 8,3 para síntese de vinblastina (VERMA *et al.* 2007).

## **CITOGENÉTICA DA VINCA RÓSEA: O COMPORTAMENTO CROMOSSÔMICO E SUA INFLUÊNCIA NO MELHORAMENTO GENÉTICO DA ESPÉCIE**

O melhoramento genético de plantas medicinais tem conseguido avanços, principalmente no que se refere às plantas produtoras de alcalóides e óleos essenciais e busca a interação entre os genótipos da mesma espécie a fim de obter, aumento de massa seca e/ou fresca (OLIVEIRA, 1997). Com o melhoramento genético, também é possível obter ganhos de produtividade pelos caracteres quantitativos (teor dos princípios ativos) e qualitativos (tipo do princípio ativo) de modo que estas características sejam mantidas na geração seguinte (MARTINS *et al.*, 1994).

O estudo citogenético em espécies de importância econômica pode contribuir de forma significativa nas etapas que antecedem os cruzamentos de linhagens parentais nos programas de melhoramento genético. A análise cariotípica em células meióticas ou mitóticas possibilita a identificação dos polimorfismos cromossômicos numéricos ou estruturais entre os cariótipos e a descrição da homologia cariotípica em cultivares ou espécies (CARVALHO *et al.* 2009). O cariótipo representa o conjunto diploide (2n) de cromossomos dentro de um núcleo de uma célula. A representação do cariótipo pode ser um cariograma (imagem dos cromossomos) ou um idiograma (esquema dos cromossomos) e é ele que fornece as informações substanciais para o estabelecimento das relações entre espécies, com respeito à organização dos cromossomos. Através de um cariótipo é possível determinar a normalidade ou anormalidade ocasionadas por anomalias expressas ao nível celular ou fenotípico.

O número cromossômico é o parâmetro mais utilizado na citogenética vegetal para o entendimento de variações genéticas envolvidas na evolução de um grupo (GUERRA, 2000). A investigação quanto à morfologia cromossômica, bem como do seu comprimento e localização da constricção primária e secundária, permite a caracterização cariotípica e a inferência da evolução daquele genoma (LOPES, 2018). Estima-se que apenas 19% das espécies de angiospermas têm seu número cromossômico conhecido (SOARES, 2016). O comportamento cromossômico, na mitose e na meiose, controla a distribuição de genes durante o crescimento e reprodução, respectivamente, onde tais alterações na meiose durante a reprodução podem afetar a fertilidade e o sistema genético que controla o fluxo de diferenças hereditárias dentro e entre populações (REES, 1956). Estima-se que são conhecidos apenas 26 genes envolvidos na biossíntese de vincristina e vinblastina (QUAN

*et al.* 2019).

Segundo Frans *et al.* (1998) o uso de cariótipos detalhados é fundamental na atribuição de grupos de ligação e no mapeamento de genes nos cromossomos, sendo essencial para a integração de mapas físicos e genéticos para um entendimento completo da organização do genoma. A análise cromossômica é uma importante ferramenta para a observação da variabilidade genética, já que o número cromossômico pode variar dentro de um mesmo táxon ou entre táxons (GUERRA, 1986; GRIFFITHS *et al.* 2002). O comportamento cromossômico de *C. roseus* de  $2n = 2x = 16$  cromossomos, inclui dois pares de cromossomos metacêntricos, quatro subtlocêntricos e dois telocêntricos, com a presença de uma única região organizadora de nucléolo no cromossomo 6 (GUIMARÃES *et al.* 2012).

A divisão meiótica tem sido descrita e estudada em diferentes organismos, mostrando alta estabilidade evolutiva. Alterações cromossômicas, quando aparecem, podem ser ocasionadas pela complexidade desses eventos, pela dificuldade no pareamento dos cromossomos, na formação e na manutenção de quiasmas e na coorientação dos centrômeros (MORAES-FERNANDES *et al.* 1985). Alguns estudos têm mostrado a ocorrência de irregularidades meióticas em células-mãe de grãos de pólen que estão relacionadas com o comportamento e a distribuição dos cromossomos. As irregularidades mais frequentes são: presença de células com alteração de número cromossômico; ocorrência de univalentes por falta de pareamento de alguns pares de homólogos e bivalentes não orientados por problemas de fuso (SOARES-SCOTT *et al.* 2003). Sendo notoriamente importante a análise do cariótipo na meiose e da estabilidade meiótica dos genótipos, visto que, a divisão celular meiótica é muito informativa, tornando-se excelente para análises do cariótipo.

A citogenética tem acumulado refinamentos, sobretudo, os relacionados com a localização de genes ou de sequências de DNA repetitivo. Esses estudos são possíveis com as Hibridações Fluorescentes *in situ* (FISHs) (Liehr, 2016). Essas técnicas têm sido amplamente utilizadas para localizar diferentes sequências de DNA em cromossomos mitóticos ou meióticos, em núcleos interfásicos e em fibras de cromatina estendidas (Liehr *et al.*, 2017). A detecção dessas sequências *in situ* tem gerado avanços importantes na citogenética de plantas, destacando-se a construção de mapas físicos, a investigação detalhada da estrutura cromossômica, o acompanhamento da quantidade de cromatina introduzida em cruzamentos interespecíficos e a análise de pareamentos intergenômicos em plantas híbridas (Yano *et al.* 2017).

Guimarães *et al.* (2012) forneceram uma descrição detalhada do cariótipo de *C. roseus* com base em várias técnicas de coloração de DNA / cromatina e fluorescência em hibridização *in situ* (FISH) do rDNA. O complemento cromossômico de *C. roseus* apresentou uma única região organizadora de nucléolos ativos (RON). Revelou-se por meio da coloração com prata (AgS), a presença de um único par de cromossomos ligados

ao nucléolo na prometáfase, localizados no braço curto do cromossomo 6. Lim *et al.* (2000) conforme citado por Guimarães *et al.* (2012), comprovaram que a localização e o número de RONS por núcleo, pode variar de espécie para espécie ou ser conservado, e pode, por exemplo, refletir a ocorrência de hibridação ou diferenças no nível de ploidia.

## REFERÊNCIAS

AHMED, A. A. M.; EL-HASSEN, G. M. **Effect of water regime and cultivar on herbage yield and alkaloid content of *Catharanthus roseus***. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, v. 23, n. 3, p. 350-6, 2001.

ALLORGE, L.; PHILLIPSON, P. B.; RAZAKAMALALA, R. ***Catharanthus makayensis* L. (Apocynaceae), a new species from Madagascar**. *Candollea*, v. 70, n. 1, p. 61-66, 2015.

ALMAGRO, L.; FERNÁNDEZ-PÉREZ, F.; PEDREÑO, M. A. **Indole alkaloids from *Catharanthus roseus*: Bioproduction and their effect on human health**. *Molecules*, v. 20, n. 2, p. 2973–3000, 2015.

AL-QUTEIMAT, O. M. **Vincristine Shortage: What Other Options We Have?** *American Journal of Clinical Oncology: Cancer Clinical Trials*, v. 43, n. 2, p. 146–147, 2020.

AMORIM, G. T. dos S. **Modo de reprodução preferencial em genótipos de vinca (*Catharanthus roseus* [L.] G. Don)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro. 2019.

BATES, D.; EASTMAN, A. **Microtubule destabilising agents: far more than just antimetabolic anticancer drugs**. *British Journal of Clinical Pharmacology*, v. 83, n. 2, p. 255–268, 2017.

CAMPOS-TAMAYO, F.; HERNANDEZ-DOMINGUEZ, E.; VAZQUEZ-FLOTA, F. **Vindoline formation in shoot cultures of *Catharanthus roseus* is synchronously activated with morphogenesis through the last biosynthetic step**. *Ann Bot* 102:409–415, 2008.

CARVALHO, R., SILVA, K.V.P., OLIVEIRA, I.F., ALVES, A.A.C. **Citogenética como ferramenta para o melhoramento genético vegetal: análise mitótica e meiótica em espécies de *Manihot***. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, Botucatu, SP. Botucatu: Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT/UNESP), p. 645-650, 2009.

DAS, S.; SHARANGI, A. B. **Madagascar periwinkle (*Catharanthus roseus* L.): Diverse medicinal and therapeutic benefits to humankind**. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 6, n. 5, p. 1695-1701, 2017.

FRANS, Z. P.F., ARMSTRONG S, ALONSO-BLANCO C, FISCHER TC, TORRES-RUIZ RA and JONES GH. **Cytogenetics for the model species *Arabidopsis thaliana***. *Plant J.* 13: 867876, 1998.

FRISCHKNECHT, P. M; BATTIG, M; BAUMANN, T. W. **Effect of drought and wounding stress on indole alkaloid formation in *Catharanthus roseus***. *Phytochemistry*, v. 26, n. 3, p. 707-710, 1987.

GAJALAKSHMI, S.; VIJAYALAKSHMI, S.; RAJESWARI, D. V. **Pharmacological activities of *Catharanthus roseus*: A perspective review.** International Journal of Pharma and Bio Sciences, v. 4, n. 2, p. 431–439, 2013.

GRIFFITHS, A.J.F., MILLER, J.H., SUZUKI, D.T., LEWONTIN, R.C., GELBART, W.M. **Introdução a Genética.** 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 794p, 2002.

GUERRA, MS. **Reviewing the chromosome nomenclature of Levan et al.** Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, v.9, n.4, p.741-743, 1986.

GUERRA, M. **Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes.** Genetics and Molecular Biology, v. 23, n. 4, p. 1029-1041, 2000.

GUIMARÃES, G. CARDOSO, L.; OLIVEIRA, H.; SANTOS, C.; DUARTE, P.; SOTTOMAYOR, M. **Cytogenetic characterization and genome size of the medicinal plant *Catharanthus roseus* (L.) G. Don.** AoB PLANTS. 2012.

GULIK, VWM; TEN HOOPEN, HJG; HEIJNEN, JJ. **A structured model describing carbon and phosphate limited growth of *Catharanthus roseus* plant cell suspensions in batch and chemostat cultures.** Biotechnol Bioeng 41:771–780, 1993.

GHOLAMHOSSEINPOUR, Z.; HEMATI, K.; DORODIAN, H.; BASHIR-SADR, Z. **Effect of nitrogen fertilizer on yield and amount of alkaloids in periwinkle and determination of vinblastine and vincristine by HPLC and TLC.** Plant Sciences Research, v. 3, p. 4–9, 2011.

JANA, B. K.; VARGHESE, B. **Effect of mineral nutrition on growth and alkaloid content of *Catharanthus roseus*.** Indian Agriculture, v. 40, p. 93–99, 1996.

JUNAID, A; MUJIB, A; FATIMA, S; SHARMA, M. **Cultural conditions affect somatic embryogenesis in *Catharanthus roseus* L. (G.) Don.** Plant Biotechnol Rep 2:179–189, 2008.

KULKARNI, R. N.; BASKARAN, K.; JHANG, T. **Breeding medicinal plant, periwinkle [*Catharanthus roseus* (L) G. Don]: a review.** Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization, v. 14, n. 4, p. 283-302, 2016.

LATA, B. **Cultivation, mineral nutrition and seed production of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don in the temperate climate zone.** Phytochemistry Reviews, v. 6, n. 2-3, p. 403-411, 2007.

LIEHR, T. **Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) Application Guide** *Second Edition*, 2016.

LIEHR, T. **Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) Application Guide** *Second Edition*. The Standard FISH Procedure. p. 109–118, 2017.

LIM, K. Y., MATYASEK R, LICHTENSTEIN CP, LEITCH AR. **Molecular cytogenetic analyses and phylogenetic studies in the *Nicotiana* section *Tomentosae*.** Chromosoma 109: 245–258, 2000.

LOPES, K. C. O. das N. **Caracterização cromossômica de espécies de *Cipura* Aubl. (Iridaceae) do Cerrado (Goiás, Brasil).** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2018.

MARTINS, E.R., CASTRO, D.M. de, CASTELLANI, D.C., DIAS, J.E. **Plantas medicinais**. Viçosa, MG: UFV, 220p. 1994.

MISHRA, P.; UNIYAL, G. C.; SHARMA, S.; KUMAR S. **Pattern of diversity for morphological and alkaloid yield related traits among the periwinkle *Catharanthus roseus* accessions collected from in and around Indian subcontinent**. Genetic Resources and Crop Evolution, v. 48, n. 3, p. 273-286, 2001.

MORAES-FERNANDES, M. I.; ZANETTINI, M. H. B.; GUERRA, M. S.; DEL DUCA, L. J. A.; SERENO, M. J. C.; ZANELLA, C. C. **Instabilidade cromossômica e adaptação em trigo**. In: AGUIAR-PERECIN, M. L. R.; MARTINS, P. S.; BANDEL, G. Tópicos de citogenética e evolução de plantas. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, p. 69-110, 1985.

MORRIS, P. **Regulation of product synthesis in cell cultures of *Catharanthus roseus***. Effect of temperature. Plant Cell Rep 5:427–429, 1986.

NAEEM, M.; AFTAB, T.; KHA, M. A. **Catharanthus roseus: Current Research and Future Prospects**. 1st ed, Label, Springer, p. 412, 2017.

NEJAT, N.; VALDIANI, A.; CAHILL, D.; TAN Yee-How; MAZIAH, M.; ABIRI R. **Ornamental Exterior versus Therapeutic Interior of Madagascar Periwinkle (*Catharanthus roseus*): The Two Faces of a Versatile Herb**. The Scientific World Journal, v. 2015, p. 1-19, 2015.

OLIVEIRA, J.E.Z. **Variabilidade isozimática e do teor de óleo essencial em acessos de *Bidens pilosa* L.** Viçosa, MG: UFV. 72p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

REES, H, and Thompson, J B. Genotypic control of chromosome behaviour in rye. III. **Chiasma frequency in homozygotes and heterozygotes**. Heredity, 10, 409–424, 1956.

ROSS, I. A. **Medicinal Plants of the World: Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses**. Totowa, New Jersey, p. 623, 1999.

SHARMA, A. et al. **Present status of *Catharanthus roseus* monoterpenoid indole alkaloids engineering in homo- and hetero-logous systems**. Biotechnology Letters, v. 42, n. 1, p. 11–23, 2020.

SOARES, F. de F. S.; **Análise comparativa do número cromossômico da flora lenhosa do cerrado e floresta atlântica**. Dissertação de Mestrado. Campinas, São Paulo. 2016.

SOARES-SCOTT, M. D.; MELETTI, L. M. M.; RECCO-PIMENTEL, S. M. **Meiotic behaviour and pollen fertility in sexual and somatic hybrids of *Passiflora* species**. Caryologia, v. 56,n. 1, p. 129-138, 2003.

UNNATI, S.; RIPAL, S.; SANJEEV, A.; NIVATI. A. **Novel anticancer agents from plant sources**. Chinese Journal of Natural Medicine, v. 11, n. 1, p. 16-23, 2013.

VAN DER HEIJDEN, JACOBS D. I.; SNOEIJER W.; Hallard D.; VERPOORTE R. **The *Catharanthus* Alkaloids: Pharmacognosy and Biotechnology Current Medicinal Chemistry**, v. 11, n. 5, p. 607-628, 2004.

VERMA, A; LAAKSO, I; SEPPANEN-LAAKSO, T; HUHTIKANGAS, A; MARJA-LIISA, R M L. **A simplified procedure for indole alkaloid extraction from *Catharanthus roseus* combined with a semisynthetic production process for vinblastine.** *Molecules* 12:1307–1315, 2007.

VERMA, A; SINGH, R; SINGH, S. **Improved alkaloid content in callus cultures of *Catharanthus roseus*.** *Bot Serb* 36(2):123–130, 2012.

YANO, C. F.; BERTOLLO, L. A. C.; CIOFFI, M. DE B. **Fish-FISH: Molecular Cytogenetics in Fish Species.** p. 429–443, 2017.

YU, F.; LUCA, V. DE. **ATP-binding cassette transporter controls leaf surface secretion of anticancer drug components in *Catharanthus roseus*.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 110, n. 39, p. 15830–15835, 2013.

ZHAO, J; HU, Q; GUO, Y Q; ZHU, W H. **Effects of stress factors, bioregulators, and synthetic precursors on indole alkaloid production in compact callus clusters cultures of *Catharanthus roseus*.** *Appl Microbiol Biotechnol* 55:693–698, 2001.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abastecimento agrícola 168

Adubação 33, 48, 51, 58, 59, 60, 62, 65, 67, 68, 78, 80, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 104, 122, 136, 142, 143, 153, 159, 162, 163, 164, 166, 184, 185, 187, 191, 192, 193

Agricultura familiar 59, 101, 142, 168, 169, 172, 173, 181, 182, 183, 185

Armadilhas 104, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Ativador de microbiota 64

### B

Bactérias 37, 43, 44, 45, 78, 81, 156, 157, 158, 161

Bioestimulantes 64, 71, 73

Bioprodutos 64

### C

Cigarrinha 100, 103, 109

Citogenética 49, 50, 52, 53, 54, 56

Coinoculação 155, 156, 157, 163, 164, 165, 166

### D

Doenças 85, 111, 118, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 150, 151, 152, 153, 160, 195

### E

Estresse hídrico 51, 87, 128, 129, 130, 133, 135, 136, 137, 153

### F

Fitoplasma 100, 101, 109, 111

Fósforo 44, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 80, 86, 98, 143

### G

Glycine max L. 64, 156

### I

Indicadores 201, 205, 207, 212, 214, 216, 218, 221, 224, 227, 228, 229

Inovação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28

### M

Manejo da adubação 184, 191

Metabólitos microbianos 64, 66

## **N**

Nanotecnologia 7, 12, 139, 141

Nitrogênio 44, 45, 51, 80, 83, 86, 87, 88, 96, 97, 98, 99, 123, 126, 140, 155, 156, 157, 159, 162, 163, 167, 189, 193

Nutrição vegetal 139

## **O**

Olericultura 112, 184

## **P**

Pastagem 45, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 93, 96, 98, 99

## **R**

Rendimento 48, 51, 64, 66, 72, 73, 77, 78, 80, 86, 122, 128, 139, 140, 143, 144, 146, 149, 150, 152, 155, 161, 163, 164, 165, 166, 193

## **S**

Seca 50, 51, 52, 58, 60, 61, 62, 64, 67, 69, 71, 72, 73, 74, 79, 85, 86, 93, 96, 104, 106, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 153, 174, 185

Sistema de produção 58, 59, 141, 168, 172

Solos amazônicos 58

## **T**

Tratamento de sementes 139, 140, 143, 148, 153, 155, 156, 162, 163, 164, 165





# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

 [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)

  
Ano 2022



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

 [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)

  
Ano 2022