



# 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**

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

Data de aceite: 01/04/2022

Nédio Luiz Verdi

Cristiano Reschke Lajus

Caroline Olias

Aline Vanessa Sauer

Gean Lopes da Luz

Franciele Dalcaton

Luciano Luiz Silva

**RESUMO:** O estudo foi conduzido em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), em esquema de parcela subdividida (PSD) (5 x 6), sendo que, na parcela principal foram alocados os híbridos de milho (H1: 22S18 TOP2<sup>®</sup>; H2: 20A30 VIPTERA<sup>®</sup>; H3: 20A80 TOP2<sup>®</sup>; H4: 22S18 TOP3<sup>®</sup> e H5: 20A20 TOP2<sup>®</sup>) e na subparcela foram alocadas as doses de nanopartículas de Cu via TS (D1: testemunha (testemunha negativa: TN); D2: 100,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D3: 300,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D4: 900,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D5: 2700,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente e D6 (testemunha positiva: TP): 4,00 g de Cu/kg de semente), com 3 repetições. As variáveis respostas analisadas foram: índice de vegetação da diferença normalizada, temperatura do dossel, identificação e incidência de doenças em milho, rendimento e peso hectolítrico. Os

dados coletados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ) e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Os híbridos 20A30 VIPTERA3<sup>®</sup> (HB 02) e 20A20 TOP2<sup>®</sup> (HB 05) na dose de 900 mg de nanopartículas/kg de semente apresentam os melhores resultados em relação aos aspectos agronômicos analisados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nanotecnologia; nutrição vegetal; doenças; rendimento.

### AGRONOMIC ASPECTS OF MAIZE HYBRIDS SUBMITTED TO SEED TREATMENT WITH COPPER NANOPARTICLES

**ABSTRACT:** The study was conducted in a randomized block design (DBC), in a split plot scheme (PSD) (5 x 6), and in the main plot were allocated corn hybrids (H1: 22S18 TOP2<sup>®</sup>; H2: 20A30 VIPTERA<sup>®</sup>; H3: 20A80 TOP2<sup>®</sup>; H4: 22S18 TOP3<sup>®</sup> and H5: 20A20 TOP2<sup>®</sup>) and subplot were allocated Cu nanoparticle doses via TS (D1: control (negative control: TN); D2: 100.00mg of Cu / kg seed nanoparticles; D3: 300.00mg Cu / kg seed nanoparticles; D4: 900.00mg Cu / kg seed nanoparticles; D5: 2700.00mg Cu / kg seed nanoparticles; D6 (positive control: TP): 4.00 g Cu / kg seed), with 3 repetitions. The response variables analyzed were: normalized difference vegetation index, canopy temperature, identification and incidence of diseases in corn, yield and hectolitic weight. The data collected were subjected to analysis of variance (ANOVA) by the F test ( $P \leq 0.05$ ) and the differences between the means were compared by the Tukey test ( $P \leq 0.05$ ). Hybrids 20A30 VIPTERA3<sup>®</sup> (HB

02) and 20A20 TOP2® (HB 05) at a dose of 900 mg nanoparticles / kg seed presented the best results in relation to the agronomic aspects analyzed.

**KEYWORDS:** Nanotechnology; plant nutrition; diseases; yield.

## INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se consolidado como 3º maior produtor de milho no mundo e 2º maior exportador, com um consumo doméstico do cereal elevado, uma vez que é um dos principais produtores mundiais de proteína animal (Conab, 2018).

Para o mesmo autor, nos últimos anos, a dinâmica da cadeia produtiva do milho mudou significativamente no país, visto que o grão deixou de ser apenas um produto destinado à alimentação animal, mas também uma commodity exportável, configurando-se no cenário do agronegócio brasileiro como um dos cereais mais importantes.

O milho é caracterizado por ser uma cultura com baixa população de plantas, logo a produção pode ser comprometida de forma significativa ao ser atacada por pragas e doenças durante o período de germinação das sementes e emergência das plântulas. Por isso, é extremamente importante que todas as sementes semeadas germinem e assegurem, o número desejado de plantas no momento da colheita e o bom rendimento da lavoura (Peske, 2013).

Para Jandrey (2014), as sementes de milho híbrido carregam um dos mais modernos pacotes tecnológicos da agricultura moderna. Isso tem provocado investimentos cada vez maiores em qualidade e proteção, pois com a introdução de eventos que incorporam características como resistência a doenças, insetos e herbicidas, ocorreu um aumento do custo inicial de implantação da lavoura, aumentando o valor agregado da semente. Além das tecnologias, o melhoramento genético tem propiciado materiais adaptados aos mais diferentes ambientes.

Na busca pela elevação dos níveis atuais de rendimento e redução nos custos de produção do milho no Brasil, novas tecnologias vêm sendo incorporadas aos sistemas de produção. Dentre essas, destaca-se a utilização de nanopartículas de nutrientes aplicadas via tratamento de sementes (TS), a qual é considerada uma estratégia agrônoma promissora, pois garante o sucesso no estabelecimento da respectiva cultura, possibilitando às plantas maior capacidade em resistir aos estresses bióticos (ocasionados por pragas e doenças) ou abióticos (em função das condições ambientais e nutrição) durante as fases de definição dos componentes de rendimento.

Para que todo esse potencial seja expressado é necessário haver na planta um equilíbrio nutricional. O cobre (Cu) é essencial para a planta completar seu ciclo, ou seja, formar sementes viáveis. O mesmo desempenha importante papel em diversos processos fisiológicos, tais como: fotossíntese, respiração, distribuição de carboidratos, redução e fixação do nitrogênio, e metabolismo de proteínas e das paredes celulares. Controla as

relações de água na planta e a sua produção de DNA e RNA, sendo que a sua deficiência reduz a produção de sementes pelo aumento da esterilidade do pólen; está envolvido, também, nos mecanismos de resistência a doenças (Taiz et al., 2017).

Ao longo dos últimos anos, tem sido observado um avanço de doenças, nessa cultura, como consequência do estreitamento das relações patógeno-hospedeiro-ambiente. Os principais fungos que atacam as sementes de milho são *Fusarium moniliforme* (Sheld.), *Cephalosporium* sp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., e ocorrem em duas etapas específicas do sistema de produção: na pré-colheita (podridões fúngicas de espigas, com a formação de grãos ardidos) e na pós-colheita, durante o beneficiamento, armazenamento e transporte (grãos mofados ou embolorados) (Stefanello et al., 2012).

Em face do que foi visto, a nanotecnologia apresenta um largo espectro de oportunidades e possibilidades, embora seja amplamente empregada em diversas áreas do conhecimento, ainda é pouca utilizada em estudos agrônômicos. Desta forma, se justifica a presente pesquisa, com o objetivo de avaliar os aspectos agrônômicos em híbridos de milho submetidos ao TS com nanopartículas de Cu.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental e laboratório de Tecnologia e Produção de Sementes do Curso de Agronomia na Universidade do Oeste de Santa Catarina no município de São José do Cedro/SC, localizados a uma latitude de 26°28'43,88" S e longitude 53°30'44.68" Oeste, com altitude de 684 metros do nível do mar.

As condições climáticas (temperatura máxima, média e mínima e precipitação acumulada) do período experimental (Figura 1) foram obtidas no Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo, 2019).

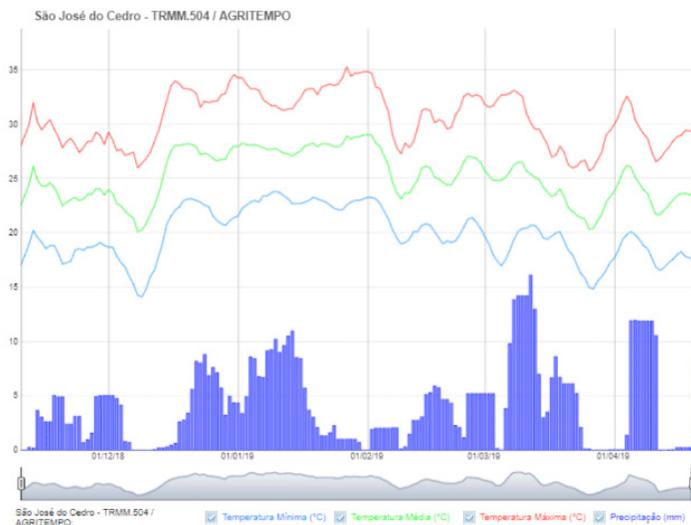


Figura 1. Condições climáticas registradas durante o período experimental

Fonte: Agritempo, 2019

O solo da área é classificado como CAMBISSOLO Háplico (Embrapa, 2018).

O estudo foi conduzido em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), em esquema de parcela subdividida (PSD) (5 x 6), sendo que, na parcela principal foram alocados os híbridos de milho (H1: 22S18 TOP2®; H2: 20A30 VIPTERA®, H3: 20A80 TOP2®, H4: 22S18 TOP3® e H5: 20A20 TOP2®) e na subparcela foram alocadas as doses de nanopartículas de Cu via TS (D1: testemunha (testemunha negativa: TN); D2: 100,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D3: 300,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D4: 900,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D5: 2700,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente e D6 (testemunha positiva: TP): 4,00 g de Cu/kg de semente), com 3 repetições.

A implantação da cultura do milho ocorreu sobre a palhada de aveia preta (*Avena strigosa* Scherb), dessecada no dia 18 de outubro de 2018 com o herbicida Glyphosate (Glifosato Nortox WG®), na dose de 2,50kg/ha, com antecedência de 21 dias antes da semeadura. A semeadura foi realizada no dia 10 de novembro de 2018, de forma manual com auxílio de semeadora conhecida como “matraca” com a finalidade de controlar a densidade e distribuição das sementes na profundidade de 2 a 3 cm.

Em agosto de 2018 foi realizada a amostragem de solo com trado tipo calador em três pontos aleatórios/repetição. Em cada ponto foram coletadas cinco amostras na profundidade de 00-10 cm, totalizando 15 amostras, conforme instruções do Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2016). A análise de solo foi realizada no Laboratório de Solos do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar – CEPAF, localizado no município de Chapecó/SC.

Após a interpretação dos resultados da análise de solo, foram aplicadas as

recomendações conforme Manual de Calagem e Adubação para os estados do RS/SC da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, referentes aos nutrientes. A fórmula utilizada foi 500kg/ha do adubo 09-33-12, com um adicional 90kg de KCl a lanço na semeadura. Em relação a adubação nitrogenada, foram aplicados: 255kg de N/ha, sendo 45Kg/ha na base (10 de novembro de 2018) e 210Kg em cobertura nos estádios fenológicos V4 (18 de dezembro de 2018) e V8 (29 de dezembro de 2018). A fonte utilizada foi a uréia (45% de N). Para fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ), foram aplicados 165Kg/ha e 150Kg/ha, respectivamente, para uma expectativa de rendimento de 12 toneladas por hectare. Quanto aos teores de micronutrientes, não houve a necessidade de realizar aplicação dos mesmos, pois estavam acima das exigências da cultura do milho (CQFS, 2016). Em relação à calagem não foi necessária à correção na respectiva área experimental.

Foram utilizados 2,00ml de água destilada (pH de 6,2)/kg de semente, para a realização do tratamento de sementes (TS) (homogeneização/mistura das sementes).

O desbaste foi realizado na emergência das plântulas. Quando a cultura se encontrava no estágio fenológico V3 (22 de novembro de 2018), foi efetuada a dessecação em pós emergência com o herbicida Glyphosate (Glifosato®) na dose de 4,00L/ha.

Os tratamentos fitossanitários realizados foram: TS com o produto Tiametoxam (Cruiser 350 FS®) na dose de 100ml/60.000sementes. Em fase de emergência visando o controle de lagartas e percevejos foi aplicado o inseticida Tiametoxam e Lambda-cialotrina (Engeo pleno®) na dose de 200ml/ha.

A colheita do milho foi realizada quando às plantas entraram em maturação de campo (20 de abril de 2019), segundo a metodologia proposta pelo Mapa (2009).

As análises de NDVI e temperatura do dossel foram realizadas no florescimento. Para tal, foi utilizado o leitor de reflectância *GreenSeeker*®, em cinco plantas por parcela, posicionando o equipamento a 60cm da planta, conforme metodologia proposta por Garcia (2015). A medida de temperatura do dossel foi realizada com a utilização do sensor termal infravermelho *InfraPro*® fabricado pela *Oaktorn*® na folha abaixo da espiga “folha bandeira”, em cinco plantas por parcela (Crusiol et al., 2012).

As doenças na cultura do milho foram identificadas de acordo com Sabato e Fernandes (2014). Para a avaliação da incidência das doenças em raízes, colmos, folhas e grãos do milho, foi utilizada a nomenclatura adaptada de Sempre Sementes (2019).

Após a identificação dos fungos, foi realizada a avaliação de incidência das doenças em raízes de duas plantas de milho por parcela, no estágio V8, classificando-as da seguinte forma: (S) quando mais de 50% do sistema radicular estava afetado pela doença; (MS) quando de 25 a 50% do sistema radicular estava afetado pela doença; (MR) quando menos de 25% do sistema radicular estava afetado pela doença; (T) quando o sistema radicular não estava afetado pela doença.

Identificados os fungos, foram realizadas as avaliações de incidência das doenças em colmos de duas plantas de milho por parcela, da seguinte forma: abertos os colmos

longitudinalmente ao meio e observados o terceiro entre nó da planta de baixo para cima, nos estádios V8, VT, R2, R4 e R6, classificando-os em: (S) quando mais de 50% do terceiro entre nó do colmo estava afetada pela doença; (MS) quando de 25 a 50% do terceiro entre nó do colmo estava afetada pela doença; (MR) quando menos de 25% do terceiro entre nó do colmo estava afetada pela doença; (T) quando o terceiro entre nó do colmo não estava afetado pela doença.

Realizada a identificação dos fungos, a avaliação de incidência das doenças em folhas de duas plantas de milho por parcela, ocorreu na última folha completamente expandida no estádio V8. A partir da bainha da folha, mediu-se 20cm ( $\pm 2$ cm), coincidindo com a parte intermediária da folha. Nos estádios VT, R2, R4 e R6 a folha analisada foi a folha logo abaixo da espiga (folha bandeira), classificando-as em: (S) quando mais de 50% da folha estava afetada pela doença; (MS) quando de 25 a 50% da folha estava afetada pela doença; (MR) quando menos de 25% da folha estava afetada pela doença; (T) quando da folha não estava afetado pela doença.

As espigas da área útil foram colhidas manualmente, trilhadas em debulhador manual e separadas as impurezas, logo após os grãos foram submetidos à determinação da umidade, corrigidos a 13% de base úmida, efetuando-se os cálculos para estimar o rendimento em kg/ha. O rendimento e peso hectolítrico foram determinados conforme metodologia proposta pelo Mapa (2009).

Os dados coletados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). As diferenças entre médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas ocorridas (Figura 1) indicaram um modelo climático com grande potencial para “El Niño”, na safra de milho 2018/19. Para o Brasil, o fenômeno trouxe aumento de temperatura e ocorrência de chuvas acima da média, especialmente na região Sul, refletindo diretamente na definição dos componentes de rendimento da respectiva cultura (Floss, 2011).

Conforme a Figura 1 foi possível constatar que as condições climáticas (temperatura e precipitação) ocorridas no respectivo experimento influenciaram nos diferentes estádios de desenvolvimento: VE (germinação x estande de plantas); V6 a V9 (definição do número de fileiras de grãos por espiga); V12 a V15 (determinação do número de grãos por fileira na espiga); VT (polinização); R1 a R5 (enchimento de grãos); R6 (maturação fisiológica) determinando diferentes comportamentos em relação às variáveis respostas qualitativas (NDVI; temperatura do dossel; identificação e incidência de doenças) e quantitativas (rendimento e peso hectolítrico), conforme os fatores híbridos de milho e doses de nanopartículas de Cu/kg de semente.

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator híbridos em

relação às variáveis respostas NDVI e temperatura do dossel (Tabela 1).

Híbridos de milho	NDVI	Temperatura do dossel
	----- (Índice) -----	----- (°C) -----
HB 03: 20A80 TOP2®	0,796 b	28,55 c
HB 01: 22S18 TOP2®	0,814 ab	27,93 bc
HB 04: 22S18 TOP3®	0,816 ab	27,66 b
HB 02: 20A30 VIPTERA3®	0,816 ab	27,26 ab
HB 05: 20A20 TOP2®	0,821 a	26,71 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 1. NDVI do experimento em relação ao fator híbridos (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator doses de nanopartículas de Cu em relação às variáveis respostas NDVI e temperatura do dossel (Tabela 2).

Doses de nanopartículas de Cu/kg de semente	NDVI	Temperatura do dossel
	----- (Índice) -----	----- (°C) -----
0 (TN)	0,80 b	28,05 ab
100	0,81 ab	27,93 ab
300	0,81 ab	27,45 ab
900	0,82 a	27,38 a
2700	0,80 b	27,88 ab
4g de Cu (TP)	0,79 b	28,64 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 2. NDVI e temperatura do dossel com testemunha positiva (4,00 g de Cu/kg de semente) experimento em relação ao fator doses de nanopartículas de Cu (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Para a avaliação de incidência das doenças em raízes do milho, de acordo com Sabato e Fernandes (2014) foi observada a podridão de raiz (*Fusarium spp.*) e podridões de colmo (*Fusarium spp.*, *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*), conforme a nomenclatura adaptada de Sempre Sementes (2019) os híbridos de milho foram classificados como moderadamente resistente (MR).

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator híbridos em

relação às variáveis respostas podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) (Tabela 3).

Híbridos de milho	Podridão de raiz		Podridões de colmo	
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
	------(%)-----			
HB 05: 20A20 TOP2®	0,56 a	2,22 a	0,00 a	3,89 c
HB 03: 20A80 TOP2®	1,11 ab	2,78 a	0,00 a	3,33 b
HB 02: 20A30 VIPTERA3®	2,22 ab	4,44 a	0,00 a	3,33 b
HB 04: 22S18 TOP3®	2,78 b	3,88 a	0,56 a	2,22 a
HB 01: 22S18 TOP2®	5,00 c	6,67 b	3,33 b	4,44 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 3. Podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) do experimento em relação ao fator híbridos (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator estádios de desenvolvimento em relação às variáveis respostas podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) (Tabela 4).

Os híbridos diferiram significativamente em relação a podridão da raiz e colmo causada pela infecção por *Fusarium* spp., com destaque para o híbrido HB 05: 20A20 TOP2® que foi o menos acometido tanto pela podridão da raiz (0,56%), quanto pela podridão do colmo (2,22%) (Tabela 3).

A infecção por *Fusarium* spp. pode acometer além da raiz e colmo outras partes da planta, como a espiga, sendo uma das principais responsáveis pela incidência de grãos ardidos (Ramos et al., 2010). Uma vez que a espiga é infectada, o fungo tende a deteriorar parte do amido dos grãos, e assim causar redução na densidade e na qualidade dos mesmos (Bento et al., 2012). Este fato é uma provável explicação para o maior rendimento e peso do hectolitro observado para o híbrido mais resistente a podridão da raiz e do colmo causada por *Fusarium* spp., o HB 05: 20A20 TOP2® (Tabela 8).

As diferenças entre híbridos em relação a incidência de infecções por *Fusarium* spp. podem ser explicadas pela maior resistência decorrente do próprio genoma de algumas plantas, que atua limitando o crescimento fúngico e até mesmo interferindo na biossíntese de micotoxinas através da produção de metabólitos específicos (Gao et al., 2009).

Estádios de desenvolvimento	Podridão de raiz		Podridões de colmo	
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
	------(%)-----			
V8	11,67 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
VT	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,55 a
R2	0,00 a	1,67 a	0,00 a	3,89 ab
R4	0,00 a	8,89 b	1,67 b	3,89 ab
R6	0,00 a	9,44 b	2,22 b	8,89 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 4. Podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) do experimento em relação ao fator estádios de desenvolvimento (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator doses de nanopartículas de Cu em relação às variáveis respostas podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) (Tabela 5).

Doses de nanopartículas de Cu/kg de semente	Podridão de raiz		Podridões de colmo	
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
	------(%)-----			
0 (TN)	4,67 c	5,67 e	2,00 b	3,33 cd
100	3,33 bc	4,00 d	1,33 ab	2,67 c
300	2,98 b	3,33 c	0,67 a	1,33 b
900	0,00 a	1,33 a	0,00 a	0,00 a
2700	1,27 a	2,00 b	0,00 a	1,33 b
4g de Cu (TP)	1,88 ab	4,67 de	0,67 a	4,00 d

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 5. Podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) com testemunha positiva (4,00 g de Cu/kg de semente) do experimento em relação ao fator doses de nanopartículas de Cu (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Em relação às doses de nanopartículas avaliadas, a dose de 900 g/kg de sementes foi que resultou nos menores níveis de ocorrência de podridão de raiz (0,00%) e colmo (1,33%) por *Fusarium* spp., com tendência similar para a podridão de colmo causada por

*Pylhium aphanidermatum* (0,00%) e *Macrophomina phaseolina* (0,00%) (Tabela 5).

A atividade antifúngica de nanopartículas metálicas já foi comprovada em outras culturas, como no controle in vitro do fitopatógeno *Alternaria brassicicola*. Neste caso as nanopartículas de prata foram capazes de inibir de forma consistente o desenvolvimento do fungo fitopatogênico e também dos esporos (Cavalcante, 2014). Kim (2012) também observou a inibição in vitro de várias espécies de fitopatógenos, incluindo *Fusarium* spp., a partir de nanopartículas de prata.

Diversas são as formas de atuação das nanopartículas frente aos microrganismos. As nanopartículas metálicas podem interferir nos sistemas de transporte e ocasionar o acúmulo dos íons metálicos no interior das células, impedindo o metabolismo celular (Shrivastava et al., 2007), incluindo a inativação da função ribossomal e da produção de ATP, danos a estrutura do DNA e desnaturação de proteínas (Suryawanshi et al., 2018). Outra forma de ação dos íons metálicos é através da reação com o oxigênio produzindo espécies reativas de oxigênio capazes de danificar o material genético e a estrutura das células (Suryawanshi et al., 2018).

O aumento da resistência a fungicidas específicos, além do interesse na redução da utilização de agroquímicos de alta toxicidade, impele a busca por novos agentes capazes de controlar efetivamente estes microrganismos. Os resultados obtidos colaboram com a possibilidade de utilização de nanopartículas metálicas como uma alternativa no controle de fungos patogênicos com potencial para produção de micotoxinas, como o *Fusarium* spp.

Na indústria existem várias formas de minimizar a contaminação por micotoxinas, envolvendo métodos químicos, físicos e biológicos, porém ainda em desenvolvimento ou de baixa viabilidade econômica, fato que nos faz evidenciar a relevância tanto dos híbridos que se apresentaram mais resistentes, quanto ao tratamento de sementes utilizando nanopartículas de cobre, para minimizar a incidência de fungos do gênero *Fusarium* spp. Ao minimizar a ocorrência destes fungos podemos obter grãos de melhor qualidade, além de reduzir a predisposição da cultura do milho à contaminação por fumonisinas, como estratégia para evitar danos à saúde dos seres humanos e dos animais.

Para a avaliação de incidência das doenças de folhas do milho, conforme Sabato e Fernandes (2014) foram observadas: ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), classificada como: suscetível (S); moderadamente suscetível (MS); tolerante (T) e moderadamente resistente (MR) e Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*), as quais foram classificadas como moderadamente resistente (MR).

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator híbridos em relação às variáveis respostas ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*) (Tabela 6).

Híbridos de milho	<i>Puccinia sorghi</i>	<i>Exserohilum turcicum</i>	<i>Pantoea ananatis</i>
	-----(%)------	-----(%)------	-----(%)------
HB 05: 20A20 TOP2®	47,78 a	9,44 ab	5,55 a
HB 03: 20A80 TOP2®	53,33 b	6,67 a	10,00 bc
HB 02: 20A30 VIPTERA3®	61,67 b	7,22 ab	10,56 a
HB 04: 22S18 TOP3®	53,88 ab	8,33 ab	9,44 b
HB 01: 22S18 TOP2®	51,67 b	11,67 c	8,89 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 6. Ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*) do experimento em relação ao fator híbridos (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator estádios de desenvolvimento em relação às variáveis respostas ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*) (Tabela 7).

Estádios de desenvolvimento	<i>Puccinia sorghi</i>	<i>Exserohilum turcicum</i>	<i>Pantoea ananatis</i>
	-----(%)------	-----(%)------	-----(%)------
V8	68,89 b	0,00 a	0,00 a
VT	93,33 c	3,33 a	11,11 b
R2	100,00 d	13,33 b	10,00 b
R4	2,22 a	11,11 b	10,00 b
R6	0,00 a	15,56 b	13,33 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 7. Ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*) do experimento em relação ao fator estádios de desenvolvimento (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator híbridos em relação às variáveis respostas rendimento e peso hectolítrico (Tabela 8).

Híbridos de milho	Rendimento	Peso hectolítrico
	----- (sc/ha) -----	----- (kg/hl) -----
HB 03: 20A80 TOP2®	144,93 d	78,63 b
HB 01: 22S18 TOP2®	149,22 c	80,70 a
HB 04: 22S18 TOP3®	157,33 b	81,02 a
HB 02: 20A30 VIPTERA®	159,76 a	81,29 a
HB 05: 20A20 TOP2®	160,59 a	82,25 a

Médias de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 8. Rendimento e peso hectolítrico do experimento em relação ao fator híbridos (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator doses de nanopartículas de Cu em relação às variáveis respostas rendimento e peso hectolítrico (Tabela 9).

Doses de nanopartículas de Cu/kg de semente	Rendimento	Peso hectolítrico
	----- (sc/ha) -----	----- (kg/hl) -----
0 (TN)	151,88 b	80,43 b
100	153,33 b	80,72 b
300	155,38 ab	81,00 ab
900	159,52 a	81,34 a
2700	155,34 b	81,00 ab
4g de Cu (TP)	151,62 b	80,50 b

Médias de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 9. Rendimento e peso hectolítrico com testemunha positiva (4,00 g de Cu/kg de semente) experimento em relação ao fator doses de nanopartículas de Cu (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

O ano agrícola de 2018/19 apresentou uma distribuição pluviométrica elevada em São José do Cedro na região Extremo Oeste Catarinense, principalmente durante o período reprodutivo da cultura (Figura 1). Nesse sentido, foi registrada nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril uma precipitação total de 543,24 mm. As precipitações elevadas no verão favoreceram o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos.

A incidência de doenças de raízes, colmos e folhas foram significativamente alteradas pelos efeitos simples dos híbridos (Tabelas 3 e 6), estádios de desenvolvimento (Tabelas 4 e 7) e doses de nanopartículas de Cu/kg de semente (Tabelas 5 e 8), influenciando diretamente no NDVI e temperatura do dossel (Tabelas 1 e 2) e rendimento e peso

hectolítrico, com destaque para os híbridos 20A30 VIPTERA3® (HB 02) e 20A20 TOP2® (HB 05) (Tabela 8) na dose de 900 mg de nanopartículas/kg de semente (Tabela 9).

Após a floração, o fluxo de fotoassimilados dentro da planta de milho é direcionado prioritariamente ao enchimento de grãos. Quando a planta não produz fotoassimilados em quantidade suficiente para a manutenção dos tecidos, a maior demanda exercida pelos grãos por esses produtos leva os tecidos da raiz e base do colmo a senescerem precocemente, fragilizando essas regiões e tornando-as mais suscetíveis a doenças de colmo (Floss, 2011). Um fator importante que afeta este balanço nutricional entre os diferentes órgãos da planta de milho é o híbrido. Em um determinado ambiente, a manifestação fenotípica é o resultado da ação do genótipo sob influência do meio. Essa interação quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos (híbridos de milho) diante das variações ambientais (GxA). Assim, a adaptabilidade genotípica se refere à capacidade dos genótipos (híbridos de milho) em aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, neste caso, o respectivo estímulo está relacionado com a aplicação de nanopartículas de Cu via TS.

Nas Tabelas 5 e 8, doses inferiores a 900 mg de nanopartículas de Cu/kg de semente, provavelmente, proporcionam maiores estresses fisiológicos, como pode ser verificado na variável temperatura do dossel (indicativo de estresse) (Tabela 2), aumentando desta forma a competição por água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade de fotoassimilados para atender a demanda para enchimento do grão e manutenção das demais estruturas da planta (Floss, 2013), o que ocasiona alteração no transporte de elétrons da fotossíntese e fotoinibição (Cambrollé et al., 2015).

Doses maiores que 900 mg de nanopartículas de Cu/kg de semente, possivelmente, indicam efeito tóxico o qual está associado a danos gerados nas células vegetais devido a excesso de Cu. Isso favorece o desenvolvimento de doenças de raízes, colmo e folhas conforme observado na presente pesquisa, visto que, nestas condições há evidências científicas que o ocorre o aumento na síntese de proteínas e enzimas envolvidas na defesa aos danos oxidativos (Cambrollé et al., 2015). Tais resultados são confirmados por Bochicchio et al. (2015), os quais citam que o estresse por Cu pode danificar a estrutura das raízes, o que pode reduzir a absorção de água e nutrientes minerais do solo e, assim, diminuir o crescimento das plantas. Na presente pesquisa, percebe-se que a dose recomenda (4 g de Cu/kg de semente), também proporciona efeito tóxico, divergindo dos resultados encontrados por Luchese et al., (2004).

A capacidade fotossintética de cada híbrido pode influenciar de forma marcante no fracionamento dos produtos oriundos da fotossíntese durante o período de enchimento de grãos (Floss, 2013). Nesse sentido, os híbridos testados no presente trabalho, demonstram ser mais eficientes em termos fotossintéticos, o que também podem explicar suas menores suscetibilidades às doenças de raízes, colmo e folhas (Tabelas 3 e 6) ao longo dos diferentes estádios de desenvolvimento (Tabelas 4 e 7).

## CONCLUSÃO

Nas condições em que a presente pesquisa foi conduzida, os resultados obtidos permitem concluir que:

Em relação às doenças em raízes do milho são observadas a podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*), sendo os híbridos (H1: 22S18 TOP2®; H2: 20A30 VIPTERA®; H3: 20A80 TOP2®; H4: 22S18 TOP3® e H5: 20A20 TOP2®) classificados como moderadamente resistentes.

Para às doenças de folhas nos híbridos de milho (H1: 22S18 TOP2®; H2: 20A30 VIPTERA®; H3: 20A80 TOP2®; H4: 22S18 TOP3® e H5: 20A20 TOP2®) são observadas: ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), classificados como: suscetível; moderadamente suscetível; tolerante e moderadamente resistente e Helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*), classificados como moderadamente resistente.

A incidência de doenças de raízes, colmos e folhas é significativamente alterada pelos efeitos simples dos híbridos, estádios de desenvolvimento e doses de nanopartículas de Cu/kg de semente, influenciando diretamente no NDVI, temperatura do dossel, rendimento e peso hectolítrico, com destaque para os híbridos 20A30 VIPTERA3® (HB 02) e 20A20 TOP2® (HB 05) na dose de 900 mg de nanopartículas/kg de semente.

## REFERÊNCIAS

Agritempo - **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**, 2019.

Bento, F. L.; Cannepele, M. A. B.; Albuquerque, M. C. F.; Kobayashi, L.; Caneppele, C. Ocorrência de fungos e aflatoxinas em grãos de milho. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 1, p. 44-49, 2012.

Bohicchio R.; Sofo, U.; Terzano, R.; Gattullo, C. E.; Amato, H.; Scopa, U. Root architecture and morphometric analysis of *Arabidopsis thaliana* grown in Cd/Cu/Zn-gradient agar dishes: A new screening technique for studying plant response to metals. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 91, p. 20-27, jun. 2015.

Cambrollé, J.; García, J. L.; Figueroa, M. E.; Cantos, M. Evaluating wild grapevine tolerance to copper toxicity. **Chemosphere**, v. 120, p. 171-178, feb. 2015.

Cavalcante, N. B. **Atividade antibacteriana e antifúngica de nanopartículas de prata produzidas por *Curvularia inaequalis* (Shear) Boedijn**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de (mestrado) em Recursos Naturais do Semiárido, Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf, Petrolina, 2014.

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária/Companhia Nacional de Abastecimento**, v.1 - Brasília: Conab, 2018.

Cqfs - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de calagem e adubação para os Estados de Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Viçosa, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2016.

Crusiol, L. G. T.; Carvalho, J. de F. C.; Sibaldelli, R. N. R.; Farias, J. R. B. F. Comportamento espectral de diferentes genótipos de soja (GM para tolerância a seca e convencionais), em condição irrigada e sob estresse hídrico. In: **VI Congresso brasileiro de soja**. Cuiabá, 2012. Resumos... Brasília: Embrapa, 2012.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

Floss, E. L. Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê. Passo Fundo: **Editora Universitária**, 2011.

Gao, X.; Brodhagen, M.; Isakeit, T.; Brown, S. H.; Göbel, C. Inactivation of the Lipoxygenase ZmLOX3 Increases Susceptibility of Maize to *Aspergillus* spp. **Molecular plant-microbe interactions**, v. 22, n. 2, p. 222-231, 2009.

Garcia, M. R. **Caracterização espectro-temporal de cultivares de trigo por meio do índice de vegetação por diferença normalizada-NDVI de sensores terrestres**. 2015.

Jandrey, D. B. Manejo de milho para altos rendimentos. **Informativo PIONEER**, 38. ed., p. 14, 2014.

Kim, S. W.; Jung, J. H.; Lamsal, K.; Kim, Y. S.; Min, J. S.; Lee, Y. S. Antifungal Effects of Silver Nanoparticles (AgNPs) against Various Plant Pathogenic Fungi. **Mycobiology**, v. 40, n. 1, p. 53-58, 2012.

Luchese, A. V.; Gonçalves Junior, A. C.; Luchese, E. B.; Braccini, M. do C. L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1949-1952, 2004.

Mapa - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**, p. 31, 2009.

Peske, S. T.; Baudet, L. Beneficiamento de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E.; Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 3. ed., Pelotas: **Ed. Universitária/UFPel**, p. 457, 2012.

Ramos, A. T. M.; Moraes, M. H. D. de; Carvalho, R. V. de; Camargo, L. E. A. Levantamento da microflora presente em grãos ardidos e sementes de milho. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 257-259, 2010.

Sabato, E. O.; Fernandes, F. T. **Doenças do Milho**, 2014.

Sempre Sementes. **Híbridos de milho**, 2019.

Shrivastava, S.; Bera, T.; Roy, A.; Singh, G.; Ramachandrarao, P.; Dash, D. **Characterization of enhanced antibacterial effects of novel silver nanoparticles**. *Nanotechnology*, v. 18, p. 1-9, 2007.

Stefanello, J.; Bachi, L. M. A.; Gavassoni, W. L.; Hirata, L. M.; Pontim, B. C. Á. Incidência de fungos em grãos de milho em função de diferentes épocas de aplicação foliar de fungicida. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 476-481, 2012.

Suryawanshi, A. D.; Sanap, V. B.; Padampalle, A. S. Suryawanshi, D. D. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials – a review. **International Research Journal of Science and Engineering**, p. 202-206, 2018.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I.; Murphy, A. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. **Artmed**, 6. ed. Porto Alegre - RS, 2017.

## 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