

# Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar

2

**Alan Mario Zuffo**

**Fábio Steiner**

**Jorge González Aguilera**

(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2018

**Alan Mario Zuffo**  
**Fábio Steiner**  
**Jorge González Aguilera**  
(Organizadores)

# **Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

## **2**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant'Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

I34 Impactos das tecnologias nas ciências agrárias e multidisciplinar 2  
[recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Fábio Steiner, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-455090-8-0

DOI 10.22533/at.ed.080181510

1. Ciências agrárias. 2. Pesquisa agrária – Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Steiner, Fábio. III. Aguilera, Jorge González. IV. Série.

CDD 630

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

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

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.

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 16 capítulos, os novos conhecimentos tecnológicos para Ciências Agrárias nas áreas de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Zootecnia.

As Ciências Agrárias englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas tecnológicas nas áreas de Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia Agropecuária e Ciências de Alimentos que visam o aumento produtivo e melhorias no manejo e preservação dos recursos naturais. Além disso, a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, colocam esses campos do conhecimento entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As tecnologias das Ciências Agrárias estão sempre sendo atualizadas e, a recomendação de uma determinada tecnologia hoje, possivelmente, não servirá para as futuras gerações. Portanto, estamos em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. E, cabe a nós pesquisadores buscarmos essa evolução tecnológica, para garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência de Alimentos e Zootecnia traz artigos alinhados com a qualidade e a produção sustentável de alimentos, ao tratar de temas como a caracterização físico-química e microbiológica de chás verde e vermelho, a elaboração de empanado de surubim-caparari, a preservação de *Lactobacillus acidophilus* utilizando Xantana pruni como agente encapsulante, o desempenho produtivo de frangos de corte e de suínos, o consumo de energia elétrica em unidade de produção de leite, o manejo dos resíduos sólidos e o uso da integração lavoura-pecuária-floresta para pecuaristas da região da Amazônia.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Fábio Steiner  
Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....  | <b>1</b>  |
| ATIVIDADE ANTIPROLIFERATIVA DO EXTRATO AQUOSO DE <i>PIPER TUBERCULATUM</i> JACQ. (PIPERACEAE)                            |           |
| <i>Thammyres de Assis Alves</i>  |           |
| <i>Thayllon de Assis Alves</i>   |           |
| <i>Mitsue Ito</i>  |           |
| <i>Maikon Keoma da Cunha Henrique</i>  |           |
| <i>Milene Miranda Praça-Fontes</i>   |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....  | <b>8</b>  |
| CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE CHÁS VERDE E VERMELHO COMERCIALIZADOS NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ        |           |
| <i>Alessandra Bosso</i>  |           |
| <i>Adriana Aparecida Bosso Tomal</i>   |           |
| <i>Caroline Maria Calliari</i>   |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....  | <b>21</b> |
| ELABORAÇÃO DE EMPANADO DE SURUBIM-CAPARARI ( <i>PSEUDOPLATYSTOMA CORUSCANS</i> ) E PESQUISA DE ACEITAÇÃO                 |           |
| <i>Luciana Alves da Silva Tavone</i>   |           |
| <i>Kauyse Matos Nascimento</i>   |           |
| <i>Rodrigo Thibes Gonsalves</i>  |           |
| <i>Suelen Siqueira dos Santos</i>  |           |
| <i>Monica Regina da Silva Scapim</i>   |           |
| <i>Angela Dulce Cavenaghi Altemio</i>  |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....  | <b>33</b> |
| ESTUDO DA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO SORO DE LEITE UTILIZANDO BETA-GALACTOSIDASE DE <i>ASPERGILLUS ORYZAE</i>               |           |
| <i>Adriana Aparecida Bosso Tomal</i>   |           |
| <i>Alessandra Bosso</i>  |           |
| <i>Lucas Caldeirão Rodrigues Miranda</i>   |           |
| <i>Raúl Jorge Hernan Castro Gómez</i>  |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....  | <b>45</b> |
| FILMES DE AMIDO PRODUZIDOS POR EXTRUSÃO  |           |
| <i>Bruna dos Santos</i>  |           |
| <i>Tânia Maria Coelho</i>  |           |
| <i>Arthur Maffei Angelotti</i>   |           |
| <i>Ederaldo Luiz Beline</i>  |           |
| <i>Nabi Assad Filho</i>  |           |
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....  | <b>57</b> |
| INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO DO NÉCTAR DE MAÇÃ EM PRESENÇA DE B-CICLODEXTRINA                                    |           |
| <i>Aline Takaoka Alves Baptista</i>  |           |
| <i>Amauri Henrique de Carvalho Junior</i>  |           |
| <i>Daniel Mantovani</i>  |           |
| <i>Renan Araújo de Azevedo</i>   |           |
| <i>Rita de Cássia Bergamasco</i>   |           |
| <b>CAPÍTULO 7</b> .....  | <b>64</b> |
| OBTAINING BIOCATALYSTS BY CELL PERMEABILIZATION OF <i>SACCHAROMYCES FRAGILIS</i> IZ 275 WITH LACTOSE HYDROLYSIS CAPACITY |           |
| <i>Luiz Rodrigo Ito Morioka</i>  |           |
| <i>Geyci de Oliveira Colognesi</i>   |           |

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 8</b> .....  | <b>75</b>  |
| PRESERVAÇÃO DE LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS UTILIZANDO XANTANA PRUNI COMO AGENTE ENCAPSULANTE   |            |
| <i>Júlia Borin Fioravante</i><br><i>Izadora Almeida Perez</i><br><i>Eliane Lemke Figueiredo</i><br><i>Victoria de Moraes Gonçalves</i><br><i>Patrícia Diaz de Oliveira</i><br><i>Claire Tondo Vendruscolo</i><br><i>Angelita da Silveira Moreira</i> |            |
| <b>CAPÍTULO 9</b> .....  | <b>82</b>  |
| VIABILIDADE DE LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS ATCC 4356 MICROENCAPSULADO ADICIONADO A IOGURTE BATIDO SABORIZADO COM POLPA DE MIRTILLO (VACCINIUM SPP)   |            |
| <i>Júlia Borin Fioravante</i><br><i>Eliane Lemke Figueiredo</i><br><i>Izadora Almeida Perez</i><br><i>Victoria de Moraes Gonçalves</i><br><i>Patrícia Diaz de Oliveira</i><br><i>Claire Tondo Vendruscolo</i><br><i>Angelita da Silveira Moreira</i> |            |
| <b>CAPÍTULO 10</b> .....   | <b>89</b>  |
| DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE – UM ESTUDO DE CASO   |            |
| <i>Simeia Paula Garmus</i><br><i>Andréa Machado Groff</i>  |            |
| <b>CAPÍTULO 11</b> .....   | <b>97</b>  |
| DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NOS CURTUMES DO CEARÁ  |            |
| <i>Nayana de Almeida Santiago Nepomuceno</i><br><i>Marilângela da Silva Sobrinho</i><br><i>Ana Lúcia Feitoza Freire Pereira</i><br><i>Jamily Murta de Sousa Sales</i>  |            |
| <b>CAPÍTULO 12</b> .....   | <b>106</b> |
| EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DA PROGESTERONA NA TAXA DE CONCEPÇÃO E RESSINCRONIZAÇÃO DE RECEPTORAS DE EMBRIÕES EM VACAS NELORE  |            |
| <i>Carina Cavichioli</i><br><i>Fábio Luiz Bim Cavalieri</i><br><i>Rafael Ricci Mota</i><br><i>Antonio Hugo Bezerra Colombo</i><br><i>Márcia Aparecida Andreazzi</i><br><i>Pedro Henrique Baeza</i>   |            |
| <b>CAPÍTULO 13</b> .....   | <b>114</b> |
| ESTUDO DO CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UNIDADE DE PRODUÇÃO DE LEITE NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ  |            |
| <i>Gislaine Silva Pereira</i><br><i>Eduardo David</i>  |            |
| <b>CAPÍTULO 14</b> .....   | <b>120</b> |
| FORMAS DE APLICAR O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL E ESTABELECEER A EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS PARA SUÍNOS   |            |
| <i>Liliane Olímpio Palhares</i><br><i>Wilson Moreira Dutra Júnior</i>  |            |

*Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke*

**CAPÍTULO 15..... 134**

SISTEMA AGROFLORESTAL: UM ESTUDO DE CASO NO SÍTIO SIÃO NA COMUNIDADE BOM SOSSEGO, BELTERRA-PA

*Jardriana Carvalho de Oliveira*  
*Diemenson Noronha Mendes*  
*Pedro Celson Bentes Castro*  
*Marijara Serique de Almeida Tavares*

**CAPÍTULO 16..... 152**

TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA PARA PECUARISTAS NA AMAZÔNIA MARANHENSE

*Maria Karoline de Carvalho Rodrigues de Sousa*  
*Victor Roberto Ribeiro Reis*  
*Elimilton Pereira Brasil*  
*Luciano Cavalcante Muniz*  
*Joaquim Bezerra Costa*  
*Carlos Augusto Rocha de Moraes Rego*

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 166**

## ATIVIDADE ANTIPROLIFERATIVA DO EXTRATO AQUOSO DE *PIPER TUBERCULATUM* JACQ. (PIPERACEAE)

### **Thammyres de Assis Alves**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde– CCENS -UFES/Departamento de Biologia, Alegre-Espírito Santo, thammyresalves@gmail.com;

### **Thayllon de Assis Alves**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde– CCENS -UFES/Departamento de Biologia, Alegre-Espírito Santo, thayllonalves@hotmail.com

### **Mitsue Ito**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde– CCENS -UFES/Departamento de Biologia, Alegre-Espírito Santo, mitsue.ito@gmail.com

### **Maikon Keoma da Cunha Henrique**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde– CCENS -UFES/Departamento de Biologia, Alegre-Espírito Santo, maikon.henriques@hotmail.com

### **Milene Miranda Praça-Fontes**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde– CCENS -UFES/Departamento de Biologia, Alegre-Espírito Santo, milenemiranda@yahoo.com.br

**RESUMO:** A preocupação e as discussões sobre os impactos ambientais e a saúde humana provocados pela utilização de herbicidas sintéticos tem aumentado nos últimos anos. Entretanto, tais compostos são

importantes para a agricultura mundial. Logo, encontrar formas alternativas de combate às ervas daninhas se faz necessário para suprir a necessidade agrícola e diminuir os danos ambientais. Compostos naturais e plantas que apresentam efeito alelopático/antiproliferativo podem ser uma alternativa. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial bioherbicida/antiproliferativo do extrato aquoso de folhas de *Piper tuberculatum* em células meristemáticas de raízes de alface, uma planta modelo utilizada em bioensaios vegetais. Para isso, sementes de alface foram tratadas com o extrato aquoso de folhas de *P. tuberculatum* com as concentrações de 100mg/mL, 50mg/mL, 25mg/mL e 12,5mg/mL e como controle negativo foi utilizada água destilada. Após 48h de exposição aos tratamentos as raízes foram coletadas, fixadas e posteriormente foram preparadas e analisadas as lâminas. Observou-se atividade antiproliferativa do extrato a partir da diminuição do Índice Mitótico. Além disso, houve aumento nas frequências das alterações cromossômicas e nucleares, destacando condensamento do núcleo, poliploidização cromossômica e cromossomo perdido. Esses resultados demonstraram o efeito aneugênico do extrato aquoso de *P. tuberculatum* e revelaram atividade mutagênica, tendo potencial para ser investido como bioherbicida.

**PALAVRAS-CHAVE:**

alelopatia,

aneugenicidade, bioensaios, bioherbicida, mutagênese.

**ABSTRACT:** Concern and discussions on environmental and human health impacts of synthetic herbicides have increased in recent years. However, such compounds are important for the world agriculture. Finding alternative ways of weed control is necessary to meet the agricultural need and to reduce environmental damage. Natural compounds and plants that exhibit allelopathic/antiproliferative effect may be an alternative. Therefore, the objective of this study was to evaluate the bioherbicidal/antiproliferative potential of *Piper tuberculatum* aqueous leaf extract in meristematic cells of lettuce roots, a model plant used in plant bioassays. Lettuce seeds were treated with the aqueous leaf extract of *Piper tuberculatum* with concentrations of 100mg/mL, 50mg/mL, 25mg/mL and 12,5mg/mL and distilled water was used as a negative control. After 48 hours of exposure to the treatments, the roots were collected and placed on slides in order to be analyzed. Antiproliferative activity of the extract was observed from the decrease in the Mitotic Index. Furthermore, there was an increase in the frequencies of chromosomal and nuclear alterations, highlighting condensation nucleus, chromosome polyploidization and lost chromosome. These results show the aneugenic effect of the aqueous extract of *P. tuberculatum* and mutagenic activity, and a potential to be invested as a bioherbicide.

**KEYWORDS:** allelopathy, aneugenicity, bioassays, bioherbicide, mutagenesis.

## 1 | INTRODUÇÃO

A aplicação de defensivos agrícolas é uma atividade corriqueira na agricultura atual. Tal fato, pode ser comprovado pelos consecutivos aumentos nas vendas desses compostos químicos. Porém existem duas preocupações acerca do uso de tais moléculas e especialmente em relação aos herbicidas sintéticos: a primeira é relacionada a eficácia desses compostos, devido à resistência adquirida pelas plantas daninhas após várias aplicações do composto; a segunda é com a saúde humana e os impactos ambientais que os defensivos podem provocar (EDDLESTON et al., 2002; TRANEL e WRIGHT, 2002; CABRERA et al., 2008; PINHEIRO et al., 2015). Dessa maneira, uma forma de minimizar tais problemas é a aplicação de bioherbicidas.

A avaliação do potencial alelopático das plantas e seus mecanismos de ação tem sido relevante para a agricultura, tanto na busca de bioherbicidas, que é uma forma alternativa de controlar as plantas daninhas, diminuindo a aplicação de herbicidas sintéticos nas lavouras, quanto no manejo das culturas, evitando que espécies vegetais com efeito alelopático sejam cultivadas próximas às outras, otimizando assim a produção (IGANCI et al., 2006).

O gênero *Piper* se destaca pela importância comercial e econômica, abrigando as pimentas (PARMAR et al, 1997). Além da importância comercial, há relatos de atividades biológicas como: inseticida, larvicida, além do uso medicinal, para diversas

espécies (MORAIS et al., 2007; SANTOS et al., 2015; MULLALLY et al., 2016).

Dentre as mais de 1000 espécies pertencentes ao gênero *Piper*, está *Piper tuberculatum*, que possui distribuição nas Américas e pode ser encontrada do México à Argentina (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004). Segundo Facundo et al. (2008), *P. tuberculatum* é utilizada na medicina popular como antidoto para veneno de cobras e como sedativo. Tal atividade biológica pode estar relacionada com suas propriedades químicas. Pamar et al. (1997), relatou a presença de amidas, ácido benzóico e flavonóides, reconhecidos como compostos fitotóxicos (ARAGÃO et al., 2017).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito antiproliferativo do extrato aquoso de folhas de *P. tuberculatum*, bem como elucidar o seu mecanismo de ação frente ao ciclo celular de *Lactuca sativa*, além de averiguar seu potencial para aplicação como bioherbicida.

## 2 | METODOLOGIA

Inicialmente, foram coletadas folhas adultas de diferentes indivíduos de *Piper tuberculatum*. Essas folhas foram liofilizadas por 72h. Para preparo do extrato aquoso foram pesados 30g de folhas trituradas, as quais foram colocadas em 300 mL de água destilada aquecida a 100°C. Após 10 min de descanso, o extrato foi filtrado, obtendo-se o concentrado de 100mg/mL, o qual foi diluído para a obtenção das concentrações de 50 mg/mL, 25 mg/mL e 12,5 mg/mL.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas sementes de *Lactuca sativa* como modelo vegetal e como controle negativo foi utilizado água destilada. Utilizou-se placa de Petri para acondicionar as sementes tratadas, as quais foram lacradas com papel filme e acondicionadas à uma câmara de germinação (BOD) à 24°C±2°C, onde ficaram armazenadas durante o experimento.

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado, sendo cada tratamento constituído por cinco repetições. Após 48h de exposição, 10 raízes de cada tratamento foram coletadas, fixadas em álcool etílico:ácido acético (3:1), e armazenadas a -20°C por pelo menos 24 horas. Posteriormente foi realizada a análise citogenética. Para isso, as lâminas foram preparadas pela técnica de esmagamento e coradas com orceína acética 2% (ANDRADE-VIEIRA et al., 2014).

Foram avaliadas 5000 células meristemáticas por tratamento, sendo observadas e quantificadas as diferentes fases da divisão mitótica, possíveis alterações cromossômicas (AC) e nucleares (AN). O índice mitótico (IM) foi obtido dividindo o número de células em divisão (prófase, metáfase, anáfase e telófase) pelo total de células avaliadas em cada tratamento. As frequências das ACs foram obtidas dividindo o número de AC pelo número total de células em divisão. Já as frequências das ANs foram obtidas dividindo o número de AN pelo número total de células avaliadas (ANDRADE-VIEIRA et al., 2014).

Os dados encontrados com as análises foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas com teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ), no programa GENES (CRUZ, 2013).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das lâminas preparadas com os meristemas radiculares de alface expostas aos diferentes tratamentos com os extratos de folhas de *Piper tuberculatum* revelou atividade antiproliferativa dose dependente. Observou-se um decréscimo no IM a medida que aumentou-se a concentração do extrato aquoso. Essa inibição do IM foi significativa quando comparado com o controle negativo, sendo 89% e 33% nos tratamentos de 50 mg/mL e 25 mg/mL, respectivamente, conforme demonstrado na tabela 1. Não foi possível realizar análises citogenéticas do tratamento de 100 mg/mL, pois as sementes tratadas com essa concentração do extrato aquoso não germinaram, não tendo dessa forma, desenvolvimento do meristema. Essa ausência de germinação revelou o potencial tóxico dos extratos para as sementes de alface.

Em ambientes tóxicos o IM pode ser bastante plástico podendo sofrer aumento ou diminuição. Dessa forma, o aumento do IM é indicativo de citotoxicidade quando acompanhado de acréscimo nas AC e AN. Uma vez que, as células mantêm o processo de divisão celular ativo, entretanto defeituoso, passando esses “erros” genéticos para as células-filhas. Já a redução do IM indica que o ambiente não está propício e um menor número de células está em processo de divisão mitótica, logo, tem-se menor proliferação celular (IGANCI et al., 2006; PINHEIRO et al., 2015), sendo essa última observada no presente trabalho.

|            | 50mg/mL | 25mg/mL | 12,5mg/mL | Água destilada |
|------------|---------|---------|-----------|----------------|
| IM         | 1,10    | 6,98    | 8,98a     | 10,38a         |
| AC         | 28,82   | 15,29a  | 15,13a    | 1,81a          |
| AN         | 15,16   | 5,32    | 4,68      | 0,00a          |
| MN         | 0,16a   | 0,12a   | 0,08a     | 0,00a          |
| Perdido    | 0,00a   | 0,93a   | 1,98      | 0,22a          |
| Pegajoso   | 5,57a   | 3,98a   | 5,11a     | 1,39a          |
| C-Metáfase | 7,35a   | 3,22a   | 1,13a     | 0,20a          |
| Ponte      | 2,35a   | 1,66a   | 1,81a     | 0,00a          |
| Poliploide | 0,00a   | 3,47    | 4,21      | 0,00a          |

**Tabela 1** – Parâmetros para avaliar a citotoxicidade do extrato aquoso de *Piper tuberculatum* em células meristemáticas de *Lactuca sativa*

\*as médias seguidas pela letra a nas linhas se igualaram ao controle (Água) de acordo com o teste de Dunnett à 5% de significância. Onde: IM – representa a porcentagem do índice mitótico, AC – a porcentagem das alterações cromossômicas, AN – a porcentagem das alterações nucleares, MN – a porcentagem dos micronúcleos, Perdidos – a porcentagem dos cromossomos perdidos, Pegajoso - a porcentagem de cromossomos pegajosos, C-Metáfase - a porcentagem de cromossomos em c-metáfase, Ponte - a porcentagem de pontes cromossômicas, Poliploide - a porcentagem de poliplodização cromossômica.

Com a redução do IM ocorreu um aumento de 15 vezes na frequência de AC nas células meristemáticas das raízes tratadas com o extrato aquoso na concentração de 50mg/mL, comparado com o controle. Houve ainda aumento na frequência de AN nas células meristemáticas de todos os tratamentos com o extrato aquoso testado, sendo os mais acentuados na maior concentração (Tabela 1).

As AN se apresentaram de duas formas: núcleo condensado e micronúcleo (MN), porém como observado na tabela 1, não houve diferença significativa entre as médias de MN dos tratamentos quando comparados com o controle. Dessa forma, a principal AN encontrada foi o condensamento dos núcleos, sendo essa uma característica de morte celular programada. Essa alteração pode ser encontrada em células que sofreram algum tipo de injúria que foi identificada por sua maquinaria, e que, para evitar danos maiores e transferência de erros para células filhas, entram em processo de morte. Assim, essa AN evidencia o efeito tóxico. Além disso, o aumento de células com núcleo condensado, ou seja, células que não estão se dividindo mais, apoia a diminuição do IM encontrada (ANDRADE et al., 2010; ANDRADE-VIEIRA et al., 2011; ALVES et al., 2018).

Observou-se acréscimo significativo de 9 vezes na frequência de cromossomos perdidos no tratamento com extrato aquoso de 12,5mg/mL e aumento na frequência de células poliploides no tratamento com 25 e 12,5mg/mL (Tabela 1). A presença de cromossomos perdidos indica uma alteração parcial na dinâmica do fuso mitótico, a qual resulta na inativação de algum/alguns microtúbulos. Assim, um ou mais cromossomos não são ligados a nenhum dos polos da célula, ficando “perdidos”. A ocorrência de células poliploides também demonstra alteração no estabelecimento do fuso mitótico. Entretanto, em casos de poliploidias, ocorre a inativação completa dos microtúbulos, resultando em uma célula com o dobro de cópias genética (FERNANDES et al., 2009; SANTOS et al., 2018).

As AC podem ser utilizadas para elucidação do mecanismo de ação do agente tóxico, o qual pode ser dividido em: (1) clastogênico - quando o DNA do indivíduo é alterado pela substância mutagênica, sendo expresso pela ocorrência de pontes e fragmentos cromossômicos, e (2) aneugênico - caracterizado pela atividade da substância frente à maquinaria do fuso mitótico, sendo expresso pelo aumento na frequência de cromossomos perdidos e poliploidização cromossômica. Assim, de acordo com os resultados observados (Tabela 1), o extrato folhear avaliado apresenta mecanismo de ação aneugênico, alterando assim, a dinâmica dos microtúbulos durante a mitose (ANDRADE-VIEIRA, 2012; ARAGÃO et al., 2015; BERNARDES et al., 2015; COSTA et al., 2017; ALVES et al., 2018).

## 4 | CONCLUSÕES

Os dados acessados demonstraram o efeito antiproliferativo do extrato aquoso

de *Piper tuberculatum* em relação ao ciclo celular de células meristemáticas de *Lactuca sativa*, sendo este efeito evidenciado pela redução gradativa do índice mitótico. Esta pesquisa também permitiu a elucidação do mecanismo de ação do extrato a partir da observação das alterações cromossômicas, podendo-se concluir que o extrato aquoso de *P. tuberculatum* possui mecanismo de ação aneugênico e apresenta potencial para ser aplicado como bioherbicida.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, T. A.; PINHEIRO, P. F.; PRAÇA-FONTES, M. M.; ANDRADE-VIEIRA, L. F.; CORRÊA, K. B.; ALVES, T. A.; DA CRUZ, F. A.; LACERDA JÚNIOR, V.; FERREIRA, A.; SOARES, T. C. B. **Toxicity of thymol, carvacrol and their respective phenoxy acetic acids in *Lactuca sativa* and *Sorghum bicolor***. Industrial Crops and Products. v. 114, p. 59-67, 2018.
- ANDRADE, L.F., DAVIDE, L.C., GEDRAITE, L.S. **The effect of cyanide compounds, fluorides and inorganic oxides present in spent pot liner on germination and root tip cells of *Lactuca sativa***. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 73, p. 626-631, 2010.
- ANDRADE-VIEIRA, L.F., DAVIDE, L.C., GEDRAITE, L.S., CAMPOS, J.M.S.; HAZEVEDO, H. **Spent Pot Liner (SPL) induced DNA damage and nuclear alterations in root tip cells of *Allium cepa* as a consequence of programmed cell death**. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 74, p. 822-828, 2011.
- ANDRADE-VIEIRA, L.F. **Toxicity of landfills assessed by plant cytogenetic approaches**. In: Landfills: Waste Management, Regional Practices and Environmental Impact (Eds., Gustavo B. C. Cabral & Beatriz A. E. Botelho), Nova Publishers, New York, p. 319-330, 2012.
- ANDRADE-VIEIRA, L. F.; BOTELHO, C.M.; PALMIERI, M. J.; LAVIOLA, B G; PRAÇA-FONTES, M. M. **Effects of *Jatropha curcas* oil in *Lactuca sativa* root tip bioassays**. Anais da Academia Brasileira de Ciências (Impresso), v. 86, p. 373-382, 2014.
- ARAGÃO F. B.; PALMIERI, M. J.; FERREIRA, A.; COSTA, A. V.; QUEIROZ, V. T.; PINHEIRO, P. F.; ANDRADE-VIEIRA, L. F. **Phytotoxic and cytotoxic effects of *Eucalyptus* essential oil on lettuce (*Lactuca sativa* L.)**. Allelopathy Journal, v. 35, n. 1, p. 259-272, 2015.
- ARAGÃO, F. B.; QUEIROZ, V. T.; FERREIRA, A.; COSTA, A. V.; PINHEIRO, P. F.; CARRIJO, T. T.; ANDRADE-VIEIRA, L. F. **Phytotoxicity and cytotoxicity of *Lepidaploa rufogrisea* (Asteraceae) extracts in the plant model *Lactuca sativa* (Asteraceae)**. Revista de Biologia Tropical. v. 65, p. 1-10, 2017.
- BERNARDES, P. M. ; ANDRADE-VIEIRA, L. F. ; ARAGÃO, F. B. ; FERREIRA, A. ; FERREIRA, M. F. S. **Toxicity of difenoconazole and tebuconazole in *Allium cepa***. Water, Air and Soil Pollution (Dordrecht. Online), v. 226, p. 207-218, 2015.
- CABRERA. L.; COSTA, F. P.; PRIMEL, E. G. **Estimativa de risco de contaminação das águas por pesticidas na região sul do Estado do RS**. Química Nova, v. 31, n. 8, p. 1982-1986, 2008.
- COSTA, A. V., DE OLIVEIRA, M. V. L., PINTO, R. T., MOREIRA, L. C., GOMES, E. M. C., ALVES, T. A., PINHEIRO, P. F., DE QUEIROZ, V. T., ANDRADE-VIEIRA, L. F., TEIXEIRA, R. R., JESUS JÚNIOR, W. C. **Synthesis of Novel Glycerol-Derived 1,2,3-Triazoles and Evaluation of Their Fungicide, Phytotoxic and Cytotoxic Activities**. Molecules, v. 22, n. 10, p. 1-15, 2017.
- CRUZ, C.D. **GENES –a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. Acta Scientiarum Agronomy (Online), v.35, p.271–276, 2013.

EDDLESTON, M.; KARALLIEDDE, L.; BUCKLEY, N.; FERNANDO, R.; HUTCHINSON, G.; ISBISTER, G.; KONRADSEN, F.; MURRAY, D.; PIOLA, J. C.; SENANAYAKE, N.; SHERIFF, R.; SINGH, S.; SIWACH, S. B.; SMIT, L. **Pesticide poisoning in the developing world: a minimum pesticides list.** Lancet, v. 360, n.9340, p. 1163-7, 2002.

FACUNDO, V. D.; POLLI, A. R.; RODRIGUES, R. V.; MILITÃO, J. S. L. T.; STABELLI, R. G.; CARDOSO, C. T. **Constituintes químicos fixos e voláteis dos talos e frutos de *Piper tuberculatum* Jacq. e das raízes de *P. hispidum* H.B.K.** Acta Amazônica, v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008.

FERNANDES, T.C.C.; MAZZEO, D. E. C.; MARIN-MORALES, M. A. **Origin of nuclear and chromosomal alterations derived from the action of an aneugenic agent - Trifluralin herbicide.** Ecotoxicology Environmental Safety. v. 72, n.6, p.1680–1686, 2009.

GUIMARÃES, E. F., GIORDANO, L. C. S. **Piperaceae do nordeste brasileiro I: estado do Ceará.** Rodriguésia, v. 55, n. 84, p. 21-46, 2004.

IGANCI, J.R.V.; BOBROWSKI, V.L.; HEIDEN, G.; STEIN, V.C.; ROCHA, B.H.G. **Efeito do Extrato Aquoso de Diferentes Espécies de Boldo sobre a Germinação e Índice Mitótico de *Allium cepa* L.** Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.73, n.1, p.79-82, 2006.

MORAIS, S.M.; FACUNDO, V.A.; BERTINI, L.M.; CAVALCANTI, E.S.B.; JUNIOR, J.F.A.; FERREIRA, S.A. **Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from *Piper* species.** Biochemical Systematics and Ecology, v.35, n.10, p.670-675, 2007.

MULLALLY, M.; CAYER, C.; MUHAMMAD, A.; WALSH-ROUSSEL, B.; AHMED, F.; SANCHEZ-VINDAS, P. E.; ROJAS, M. O.; MERALI, Z.; CAL, V.; DURST, T.; TRUDEAU, V. L.; ARNASON, J. T. **Anxiolytic activity and active principles of *Piper amalago* (Piperaceae), a medicinal plant used by the Q'eqchi' Maya to treat susto, a culture-bound illness.** Journal Ethnopharmacology, v. 5, p.185-147, 2016.

PARMAR, V. S.; JAIN, S. C.; BISHT, K. S.; JAIN, R.; TANEJA, P.; JHA, A.; TYAGI, O. D.; PRASAD, A. K.; WENGEL, J.; OLSEN, C. E.; BOLL, P. M. **Phytochemistry of the Genus *Piper*.** Phytochemistry, v. 46, n. 4, p. 591-673, 1997.

PINHEIRO, P. F.; COSTA, A. V.; ALVES, T. A.; GALTER, I. N.; PINHEIRO, C. A.; PEREIRA, A. F.; OLIVEIRA, C. M. R.; FONTES, M. M. P. **Phytotoxicity and cytotoxicity of essential oil from leaves of *Plectranthus amboinicus*, carvacrol and thymol in plant bioassays.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 63, p. 8981-8990, 2015.

SANTOS, V. L. P.; FRANCO, C. R. C.; AMANO, E.; MESSIAS-REASON, I. J.; BUDEL, J. M. **Anatomical investigations of *Piper amalago* (jaborandi-manso) for the quality control.** Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 25, p. 85–91, 2015.

SANTOS, F. E.; CARVALHO, M. S. S.; SILVEIRA, G. L.; CORREA1, F. F.; CARDOSO, M. G.; ANDRADE-VIEIRA, L. F.; VILELA, L. R. **Phytotoxicity and cytogenotoxicity of hydroalcoholic extracts from *Solanum muricatum* Ait. and *Solanum betaceum* Cav. (Solanaceae) in the plant model *Lactuca sativa*.** Environmental Science and Pollution Research. v. 25, p. 1-11, 2018.

TRANEL, P. J.; WRIGHT T. R. **Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned?** Weed Science, v. 50, p. 700-712, 2002.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Alan Mario Zuffo** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

**Fábio Steiner** Engenheiro Agrônomo (Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/2007), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (UNIOESTE/2010), Doutor em Agronomia – Agricultura (Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA, Universidade Estadual Paulista – UNESP/2014, Botucatu). Atualmente, é professor e pesquisador da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, atuando nos Cursos de Graduação e Pós-Graduação em Agronomia da Unidade Universitária de Cassilândia (MS). Tem experiência na área de Agronomia - Agricultura, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, manejo de culturas, sistemas de produção agrícola, fertilidade do solo, nutrição mineral de plantas, adubação, rotação de culturas e ciclagem de nutrientes, atuando principalmente com as culturas de soja, algodão, milho, trigo, feijão, cana-de-açúcar, plantas de cobertura e integração lavoura-pecuária. E-mail para contato: steiner@uems.br

**Jorge González Aguilera** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Posse experiencia na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-455090-8-0

