

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

3

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

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

3

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

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



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

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

Editora Chefe

Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí

Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Profª Drª. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

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

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

Conselho Técnico Científico

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

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

Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás

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

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

Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional

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

Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ

Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Ciências agrárias: conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias 3

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências agrárias [recurso eletrônico] : conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias 3 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Paula Sara Teixeira de Oliveira, Ramón Yuri Ferreira Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-186-2 DOI 10.22533/at.ed.862201607</p> <p>1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Oliveira, Paula Sara Teixeira de. III. Pereira, Ramón Yuri Ferreira.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Ramón Yuri Ferreira Pereira

Paula Sara Teixeira de Oliveira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A APLICAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL EM IOGURTES PRODUZIDOS PELA COOPERATIVA AGROPECUÁRIA DO SALGADO PARAENSE (CASP) DO MUNICÍPIO DE VIGIA DE NAZARÉ-PA	
Leandro Jose de Oliveira Mindelo	
Cleudson Barbosa Favacho	
Tatiana Cardoso Gomes	
Robson da Silveira Espíndola	
Alex Medeiros Pinto	
Dehon Ricardo Pereira da Silva	
Wagner Luiz Nascimento do Nascimento	
Suely Cristina Gomes de Lima	
Pedro Danilo de Oliveira	
Everaldo Raiol da Silva	
Tânia Sulamytha Bezerra	
Licia Amazonas Calandrini Braga	
DOI 10.22533/at.ed.8622016071	
CAPÍTULO 2	14
ABOBRINHA ITALIANA SUBMETIDA A DOSES CRESCENTES DE NITROGÊNIO	
Letícia Karen Oliveira Carvalho	
Adalberto Cunha Bandeira	
Rebeca Dorneles de Moura	
Maysa Cirqueira Santos	
Zilma dos Santos Dias	
Idelfonso Colares de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.8622016072	
CAPÍTULO 3	26
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NO CONSUMO PELOS PEQUENOS RUMINANTES NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE IMPERATRIZ-MA	
Maria Messias Santos da Silva	
Isabelle Batista Santos	
Florisval Protásio da Silva Filho	
Tércya Lúcida de Araújo Silva	
DOI 10.22533/at.ed.8622016073	
CAPÍTULO 4	37
AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS INFLUENCIAM A PRODUÇÃO DE ÓLEO E PROTEÍNA NA SOJA?	
Juan Saavedra del Aguila	
Lília Sichmann Heiffig-del Aguila	
DOI 10.22533/at.ed.8622016074	
CAPÍTULO 5	57
ASPECTOS SANITÁRIOS E FISIOLÓGICOS DE SEMENTES DE FEIJÃO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) NO ESTADO DE MINAS GERAIS	
Hugo Cesar Rodrigues Moreira Catão	
Franciele Caixeta	
Fernando da Silva Rocha	
Carlos Juliano Brant Albuquerque	
DOI 10.22533/at.ed.8622016075	

CAPÍTULO 6 69

CAMPILOBACTERIOSE UMA ZOOSE SILVESTRE COM IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA

Ismaela Maria Ferreira de Melo
Erique Ricardo Alves
Rebeka da Costa Alves
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira
Valéria Wanderley Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.8622016076

CAPÍTULO 7 75

CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIOFÍSICO E O COMPONENTE HUMANO EM UMA UNIDADE FAMILIAR DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO MUNICÍPIO DE MEDICILÂNDIA, PARÁ

Walter Santos Oliveira
Raquel Lopes Nascimento
Iron Dhones de Jesus Silva do Carmo
Augusto Nazaré Cravo da Costa Junior
Wagner Luiz Nascimento do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.8622016077

CAPÍTULO 8 94

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE MANDIOCAS CULTIVADAS NA REGIÃO PERIURBANA DE SINOP, NORTE DO ESTADO DO MATO GROSSO

Géssica Tais Zanetti
Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide
Poliana Elias Figueredo
Ana Aparecida Bandini Rossi
Joyce Mendes Andrade Pinto
Melca Juliana Peixoto Rondon

DOI 10.22533/at.ed.8622016078

CAPÍTULO 9 104

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE BASTÃO-DO-IMPERADOR SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NO NORDESTE PARAENSE

Magda do Nascimento Farias
Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição
Nayane da Silva Souza
Jamile do Nascimento Santos
Jairo Neves de Oliveira
Rebeca Monteiro Galvão
Michel Sauma Filho
José Antônio Lima Rocha Junior
Milâne Lima Pontes
Milton Garcia Costa

DOI 10.22533/at.ed.8622016079

CAPÍTULO 10 113

CYTOTOXICITY AND GENOTOXICITY IN MAMMALIAN CELLS AND DETECTION OF FORWARD MUTATION IN THE N123 YEAST STRAIN OF PESTICIDE PYRIPROXYFEN

Patrícia e Silva Alves
Dinara Jaqueline Moura
Teresinha de Jesus Aguiar dos Santos Andrade
Pedro Marcos de Almeida
Chistiane Mendes Feitosa
Herbert Gonzaga Sousa
Maria das Dores Alves de Oliveira

Nerilson Marques Lima
Giovanna Carvalho da Silva
Nayra Micaeli dos Santos Sousa
Leandro de Sousa Dias
Joaquim Soares da Costa Júnior

DOI 10.22533/at.ed.86220160710

CAPÍTULO 11 123

GANHO DE PESO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE DE ANIMAIS CRUZADOS ENTRE AS RAÇAS NELORE E RUBIA GALLEGA

Denis Ferreira Egewarth
Karoline Jenniffer Heidrich
Felipe Boz Santos
Taís da Silva Rosa

DOI 10.22533/at.ed.86220160711

CAPÍTULO 12 133

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*) COM DIFERENTES TEMPOS DE IMERSÃO EM ÁCIDO SULFÚRICO

Lucas Cardoso Nunes
Wellington Roberto Rambo
Anderson Veiga Egéa da Costa
Andrei Corassini Williwoch
Matheus Henrique de Lima Raposo
Paulo Henrique Enz
Lucas Henrique dos Santos
Marcos Henrique Werle
Idiana Marina Dallastra

DOI 10.22533/at.ed.86220160712

CAPÍTULO 13 144

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E DESENVOLVIMENTO DA MELISSA (*Melissa officinalis* L.) EM DIFERENTES PROPORÇÕES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Amanda Santos Oliveira
Elisângela Gonçalves Pereira
Cheila Bonati do Carmo de Sousa
Caliane da Silva Braulio
Luís Cláudio Vieira Silva
Caeline Castor da Silva
Jaqueline Silva Santos
Yasmin Késsia Araújo Lopes

DOI 10.22533/at.ed.86220160713

CAPÍTULO 14 155

INFLUÊNCIA DA ÁGUA SALINA NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CLONES DE EUCALIPTO

Genilson Lima Santos
Cristiano Tagliaferre
Fabiano de Sousa Oliveira
Fernanda Brito Silva
Rafael Oliveira Alves
Bismarc Lopes da Silva
Manoel Nelson de Castro Filho
Lorena Júlio Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.86220160714

CAPÍTULO 15 162

PROCESSAMENTO DA SOJA E SEUS PRODUTOS E SUBPRODUTOS: REVISÃO DE LITERATURA

Cibele Regina Schneider
Simara Márcia Marcato
Monique Figueiredo
Elisângela de Cesaro
Claudete Regina Alcalde

DOI 10.22533/at.ed.86220160715

CAPÍTULO 16 173

REGULAMENTAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS DE EMBALAGENS RECICLÁVEIS E NANOTECNOLÓGICAS PARA ALIMENTOS

Ana Carolina Salgado de Oliveira
Marinna Thereza Tamassia de Carvalho
Clara Mariana Gonçalves Lima
Renata Ferreira Santana
Lenara Oliveira Pinheiro
Daniela Caetano Cardoso
Roberta Magalhães Dias Cardozo
Felipe Cimino Duarte
Felipe Machado Trombete
Victor Valentim Gomes
Roney Alves da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.86220160716

CAPÍTULO 17 180

RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI A INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium* sp. NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DO PARÁ

Fernanda Cristina dos Santos
Eliandra de Freitas Sia
Iolanda Maria Soares Reis
Jordana de Araujo Flôres
Willian Nogueira de Sousa
Nayane Fonseca Brito

DOI 10.22533/at.ed.86220160717

CAPÍTULO 18 191

USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DA FLORESTA NACIONAL DO ARARIPE FRENTE O *Aedes aegypti* (DÍPTERA: CULICIDEAE)

Rita de Cássia Alves de Brito Ferreira
João Roberto Pereira dos Santos
Karolynne Peixoto de Melo Nascimento
Francisco Roberto de Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.86220160718

CAPÍTULO 19 203

UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA EM DADOS DE APICULTURA E MELIPONICULTURA NO ESTADO DO PARÁ

Maicon Silva Farias
Thalisson Johann Michelin de Oliveira
André Wender Azevedo Ribeiro
Eduarda Cavalcante Silva
Pâmela Emanuelle Sousa e Silva
Aline Cristina Mendes Façanha
Carlos Augusto Cavalcante de Oliveira

Edynando Di Tomaso Santos Pereira
Elaine Patrícia Zandonadi Haber
Fernando Sérgio Rodrigues da Silva
Jamil Amorim de Oliveira Junior
Luis Fernando Souza Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.86220160719

CAPÍTULO 20 215

VÍSCERAS DE PEIXES COMO MATÉRIA-PRIMA PARA EXTRAÇÃO DE PROTEASES COM ATIVIDADE COLAGENOLÍTICA

Nilson Fernando Barbosa da Silva
Felipe de Albuquerque Matos
Luiz Henrique Svintiskas Lino
Beatriz de Aquino Marques da Costa
Jessica Costa da Silva
Quésia Jemima da Silva
Nairane da Silva Rosa Leão
Sabrina Roberta Santana da Silva
Ana Lúcia Figueiredo Porto
Vagne de Melo Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.86220160720

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 225

ÍNDICE REMISSIVO 226

CYTOTOXICITY AND GENOTOXICITY IN MAMMALIAN CELLS AND DETECTION OF FORWARD MUTATION IN THE N123 YEAST STRAIN OF PESTICIDE PYRIPROXYFEN

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 12/05/2020

Patrícia e Silva Alves

Universidade Estadual do Piauí, Departamento de
Química
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/0766902581240556>

Dinara Jaqueline Moura

Universidade Federal de Ciências da Saúde de
Porto Alegre

Porto Alegre, Rio Grande do Sul

<http://lattes.cnpq.br/3915597208191837>

Teresinha de Jesus Aguiar dos Santos Andrade

Instituto Federal do Maranhão
Presidente Dutra, Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/8812730306785969>

Pedro Marcos de Almeida

Universidade Estadual do Piauí,
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/4917070654832103>

Chistiane Mendes Feitosa

Universidade Federal do Piauí
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/5832330149534989>

Herbert Gonzaga Sousa

Universidade Estadual do Piauí, Departamento de
Química
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/7608668641353890>

Maria das Dores Alves de Oliveira

Universidade Federal do Piauí
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/6110193599678434>

Nerilson Marques Lima

Universidade Federal de Juiz de Fora
Juiz de Fora, Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/0495456987994445>

Giovanna Carvalho da Silva

Instituto Federal do Maranhão
Timon, Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/1750396837541027>

Nayra Micaeli dos Santos Sousa

Instituto Federal do Maranhão
Timon, Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/6843655374169458>

Leandro de Sousa Dias

Instituto Federal do Maranhão
Timon, Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/1031305862167289>

Joaquim Soares da Costa Júnior

Instituto Federal do Piauí
Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/4440769987459424>

ABSTRACT: Pyriproxyfen (PPF) is a larvicide that is added to water reservoirs in Brazil to fight mosquitoes and classified as endocrine

disrupters. Although some toxic effects of PPF have been studied in invertebrates, the risk of the insecticide to environment and human health is still unknown. The aim of this study was to evaluate the PPF toxicity in different biological models *in vitro*. The cell toxicity was determined using C6 cells by the MTT method to assess the feasibility and Comet Assay for determination of levels of DNA damage. The N123 strain of *Saccharomyces cerevisiae* was also used to detection of forward mutation. The results showed that the lowest concentrations (30 e 60 $\mu\text{mol/L}$) did not presented a cytotoxic effect in C6 cells, since the cell viability remained above 70%, however at 120 μM a significant decrease in viability can be observed. Furthermore, the Comet Assay test revealed that PPF induced an increase in levels of DNA damage in all tested concentrations. According to the results found in mammals, a significant decrease in viability was also observed in N123 strain of *Saccharomyces cerevisiae*, as well as an increase in forward mutation rate at concentrations up to 240 $\mu\text{mol/L}$. These results indicate that PPF has negative impacts on all in vitro models performed. Therefore, considering the use of this pesticide in consumable water, it's important to investigate the toxicity of PPF using other toxicological approaches.

KEYWORDS: Pyriproxyfen; MTT; Comet Assay; *Saccharomyces cerevisiae*; Toxicology.

CITOTOXICIDADE E GENOTOXICIDADE EM CÉLULAS DE MAMÍFEROS E DETECÇÃO DE MUTAÇÃO DIRETA NA CEPA N123 DE LEVEDURA DO PESTICIDA PIRIPROXIFENO

RESUMO: O piriproxifeno (PPF) é um larvicida que é adicionado aos reservatórios de água no Brasil para combater mosquitos e é classificado como desregulador endócrino. Embora alguns efeitos tóxicos do PPF tenham sido estudados em invertebrados, o risco do inseticida para o meio ambiente e a saúde humana ainda é desconhecido. O objetivo deste estudo foi avaliar a toxicidade do PPF em diferentes modelos biológicos *in vitro*. A toxicidade celular foi determinada usando células C6 pelo método MTT para avaliar a viabilidade e o Ensaio Cometa para determinação dos níveis de dano ao DNA. Também foi utilizada a cepa N123 da levedura de *Saccharomyces cerevisiae* para a detecção de mutações futuras. Os resultados mostraram que as menores concentrações (30 e 60 $\mu\text{mol/L}$) não apresentaram efeito citotóxico nas células C6, uma vez que a viabilidade celular permaneceu acima de 70%, porém a 120 μM pode ser observada uma diminuição significativa na viabilidade. Além disso, o teste Ensaio Cometa revelou que o PPF induziu um aumento nos níveis de dano ao DNA em todas as concentrações testadas. De acordo com os resultados encontrados em mamíferos, também foi observada uma diminuição significativa da viabilidade na cepa N123 de *S. cerevisiae*, bem como um aumento na taxa de mutação direta em concentrações de até 240 $\mu\text{mol/L}$. Esses resultados indicaram que o PPF tem impactos negativos em todos os modelos biológicos *in vitro* realizados. Portanto, considerando o uso desse pesticida em água consumível, é importante investigar melhor a toxicidade do PPF usando outras abordagens toxicológicas.

PALAVRAS-CHAVE: Piriproxifeno; MTT; Ensaio Cometa; *Saccharomyces cerevisiae*;

1 | INTRODUCTION

Pesticides are a group of chemical compounds used in agriculture to increase agricultural productivity (Wu et al., 2017). They act to prevent disease and crop pests but their toxicities in humans and animals have always been a concern (Mostafalou and Abdollahi, 2017; Zhao et al., 2018).

The exposure to pesticides and the incidence of human diseases including diabetes, cancer, asthma, allergies, infertility, Alzheimer, Parkinson has frequently become the research topic of numerous studies (Parrón et al., 2014; Kim et al., 2017; Sabarwal et al., 2018).

Pesticides with an extremely high acute toxicity may be easily metabolized and eliminated from the body; following long-term low exposure, they may be less toxic and without carcinogenic or mutagenic properties. On pesticide residues, these remain in the ecosystem for longer and enter the food chain through air, water and soil, these residues then accumulate in the body of consumers and result in health problems causing diseases for animals and humans, as well as affecting the ecosystem (Ravinder, 2018). On the other hand, pesticides with low acute toxicity – such as organic mercury compounds and some organochlorine compounds – can accumulate in the body and cause chronic toxicity after long-term exposure even in comparatively low doses (Dich et al., 1997; Ravinder, 2018).

Among the pesticides, we highlight the pyriproxifen (PPF), which is a larvicide used in water supply in Brazil, against the proliferation of larvae of the mosquito *Aedes aegypti* L. and *A. albopictus* L. (Jaffer et al., 2015). PPF mimics the action of juvenile hormone and keeps the insect in an immature state (Chen et al., 2016).

However, being a potent hormone agonist, PPF is classified as an endocrine disruptor, an exogenous substance or mixture that alters the function of the endocrine system and consequently causes adverse effects on health causing effects on an intact organism or a population (Mnif et al., 2011).

Therefore, since it is of fundamental importance to conduct toxicity analyzes for the protection of the environment and human health, so the aim of this study was to evaluate the toxicity of PPF through *in vitro* models (C6 mammalian cells and *S. cerevisiae* N123 strains). The results obtained with this study may contribute to the knowledge of the toxicological potential of the pesticide, which can in turn reduce risks to public health and generating protection for the environment.

2 | METHODOLOGY

2.1 Chemicals

Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM), Phosphate-Buffered Saline (PBS) and Fetal Bovine Serum (FBS) were obtained from Gibco-BRL (Grand Island, NY, USA). The MTT (3-(4,5-dimethylthiazole-2-yl)-2,5-biphenyl tetrazolium bromide), canavanine and dimethyl sulfoxide (DMSO) was purchased from Sigma–Aldrich (St. Louis, MO, USA). Low melting point agarose and agarose were obtained from Invitrogen (Carlsbad, CA, USA). Yeast extract, bacto-peptone and glucose were acquired from Difco Laboratories (Detroit, MI, USA). All other reagents were of analytical grade and purchased from local commercial suppliers.

The commercial larvicidal Pyriproxyfen 0.5 G (Sumilarv®, manufactured by Sumitomo Chemical) was kindly offered by Municipal Water Secretary of Agua Branca City (n° registration lot 5A42F4), prepared according to the Alves et al. (2019) methodology, with adaptations. Briefly, PPF was prepared with concentrations (30; 60; 120; 240; 500 and 1000 $\mu\text{mol/L}$).

2.2 Cytotoxicity and genotoxicity evaluation in mammalian cells

C6 rat glioma cells from the American Type Culture Collection (ATCC, Rockville, Maryland, USA) were cultured and performed according to Steinmetz et al. (2018). The treatments with PPF was conducted during 24 h using concentration varying of 30 to 120 $\mu\text{mol/L}$.

MTT reduction was used to viability determination. Briefly, after the treatments, cells were washed once with PBS before the addition of 100 μL of serum-free media containing yellow tetrazolium salt (MTT; 1 mg/mL) dye. After 3 h of incubation at 37 °C, the supernatant was removed, and the residual purple formazan product was solubilized in 200 μL DMSO, stirred for 15 min, and its absorbance was measured in a SpectraMax reader (Bio-Rad USA) at a wavelength of 570 nm. The absorbance of the negative control was set as 100% viability, and the values for treated cells were calculated as a percentage of the control. We used the Countess® Automated Cell Counter (Invitrogen, California, United States). The test was carried out according to the instructions of the manufacturer (Denizot and Lang, 1986).

The comet assay (single-cell gel electrophoresis) was performed to DNA damage determination in accordance with the protocol adopted to Singh et al. (1988) with modifications suggested by Steinmetz et al. (2018). After treatment, cells ($\sim 10^4$ cells / mL) were mixed with low melting point agarose and put in a slide with agarose. Slides were incubated in lise buffer (2.5 mol /L NaCl, 10 mmol /L Tris, 100 mmol /L EDTA, 1% Triton X-100 and 10 μl . % DMSO, pH 10.0) for 1 hour at 4 °C. The slides were then incubated in

alkaline buffer solution (300 mmol/L NaOH, 1 mmol/L EDTA, pH 13.0) at 4°C for 15 min and electrophoresed at 25V in the same buffer. The samples were stained with silver nitrate. All of these steps were performed under low light to prevent additional DNA damage. One hundred cells randomly selected (in triplicate) were analyzed for DNA migration for each treatment and the average of the three slides of each treatment group was used to determine the DNA damage index, wherein each cell has been assigned to one of the 5 categories (from 0 = no damage to 4 = maximum damage) according to size and shape of the tail, the values obtained may range from 0 (no tail; 100 cells X 0) to 400 (maximum migration: 100 cells X 4).

2.3 Detection of forward mutations in the yeast N123 strain

A procedure performed according to Sperotto et al. (2013), with few adaptations. N123 yeast cells (MATa; his1-7) in exponential growth phase (2×10^8 cells/mL) were treated for 24 h at 30 °C with PPF at increased concentrations (30-1000 $\mu\text{mol/L}$) in growth conditions (YPD: 1% yeast extract, 2% bacto-peptone and 2% glucose). After treatment, cells were washed and appropriate dilutions were plated onto SC plates to determine cell survival and were then plated onto SC media supplemented with canavanine (60 $\mu\text{g/mL}$) in order to determine the presence of a forward mutation in the *CAN1* locus. Plates were incubated in the dark at 30 °C for 3-5 days before assaying survival and counting the revertant colonies.

2.4 Statistical analysis

All experiments were repeated at least three times. Data were expressed as means \pm standard error of the mean (SEM) values. Statistical analyses of the data were performed using ANOVA One-Way, and the means were compared using Tukey's multiple comparison test. *P-values* less than 0.05 were considered to be significant.

3 | RESULTS

3.1 Pyriproxyfen induced cell death

The results demonstrated that the treatment of C6 cells with PPF significantly decreases cell viability at increased concentration as compared to the control (Figure 1). It was also observed that at lower concentrations of pesticide (30 and 60 $\mu\text{mol/L}$) didn't present a cytotoxic effect to the cells, since cell viability remained above 70%. At the 120 $\mu\text{mol/L}$ a significant decrease in PPF-induced viability in C6 cells can be observed, indicating a cytotoxic effect of the pesticide.

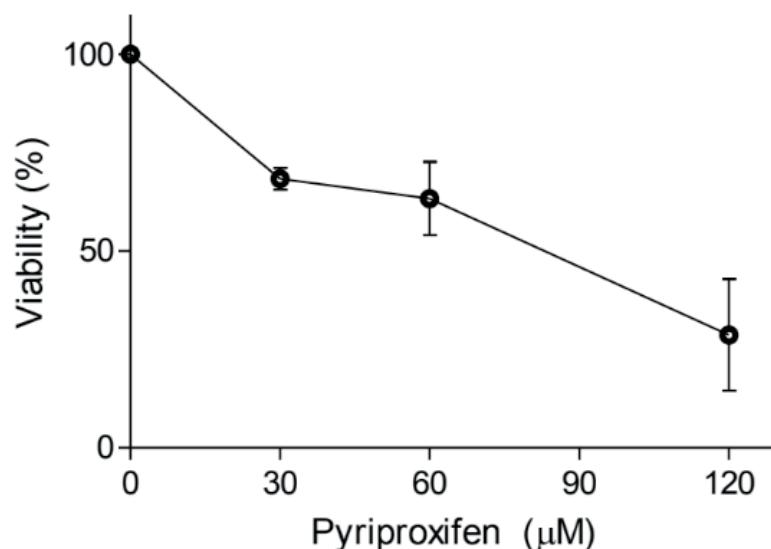


Figure 1: Cell viability of C6 cells using MTT reduction assay after pyriproxyfen exposure for 24 h. The results were expressed as total percentage survival with mean \pm SEM, $p < 0.01$.

3.2 Genotoxicity of PPF

Our results showed that PPF induced an increase in levels of DNA damage at all tested concentrations (30, 60 e 120 $\mu\text{mol/L}$) when compared to the negative control (NC) (Figure 2). Increased DNA damage using the comet test indicates simple breaks, double breaks, breaks in alkali-labile sites and also oxidative damage.

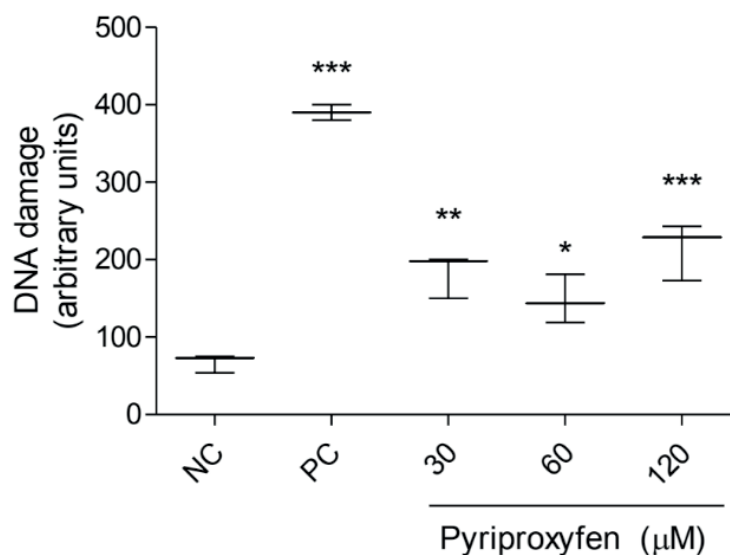


Figure 2: Induction of DNA strand breaks by pyriproxyfen as evaluated by the comet assay in alkaline conditions. Bars represent the mean \pm standard error (SEM) of three independent experiments. *Significant difference as compared to negative control treatment at $P < 0.05$; *** $P < 0.001$ / One-way ANOVA Tukey's multiple comparison test.

3.3 *Saccharomyces cerevisiae*

In the present study, we investigated the cytotoxic effects of pyriproxyfen on advanced mutations in *S. cerevisiae* yeast N123 strain. Our data showed that the PPF exposure leads to cytotoxic under high concentrations (500 and 1000 $\mu\text{mol/L}$). In the same way at

high tested concentrations (240, 500 and 1000 $\mu\text{mol/L}$) is possible observed an increase in forward mutation induction (Table 1).

Treatment		Survival (%)	Mutants (10^7 survivors)
NC ^a	0	100.00	12.22 \pm 6.82
4-NQO ^b	0.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	43.33 \pm 12.7**	48.20 \pm 15.72***
Pyriproxyfen	30 μM	97.55 \pm 4.59	14.33 \pm 7.36
	60 μM	97.10 \pm 8.23	15.36 \pm 14.37
	120 μM	78.15 \pm 7.90	16.36 \pm 11.87
	240 μM	80.67 \pm 11.34	27.11 \pm 14.80*
	500 μM	68.52 \pm 9.33*	38.66 \pm 10.33**
	1000 μM	62.33 \pm 12.50*	47.79 \pm 16.10***

Table 1: Induction of forward mutation (*CAN1*) in N123 strain of *S. cerevisiae* after Pyriproxyfen treatment at 30 °C for 24 h under growth.

Data represented as mean \pm S.D. from four independent experiments; Significantly different in relation to the negative control group at * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$ by one-way ANOVA Tukey's Multiple Comparison Test. ^a Negative control (solvent; DMSO). ^b Positive control: 4-NQO treatment at 0.5 $\mu\text{g/mL}$.

4 | DISCUSSION

Research has shown low PPF toxicity to mammals (Evaluation Report 2012; EFSA Scientific Report, 2009). However, there are few experimental reports aimed at evaluating the potential mechanisms of PPF toxic effect in vertebrates (in *in vitro* and *in vivo* conditions) in recent years (Chlopecka et al., 2018). In invertebrates its toxicity has been widely studied, in which PPF can cause mortality in aquatic invertebrates and small fish (Maharajan et al., 2018).

Previous studies have shown PPF to be one of the most toxic pesticides among all insecticides tested against fourth-instar larvae of the *Culex quinquefasciatus* mosquito. In addition, there are reports of toxic effects of PPF through diflubenzuron and methoprene against *A. albopictus* (Shah et al., 2016). However, their toxicity should not be limited to insects only, presenting toxic effects for fish through low and medium concentrations (Truong et al., 2016). Thus, the objective of this work was to propose results in mammalian toxicity. To do this, we use C6 glioma cells to verify the efficiency of our *in vitro* model.

Our model was efficient to demonstrate that reductions in PPF concentrations induced cell viability in a dose-dependent manner. Besides that, our results shown that the highest concentrations PPF induces a cytotoxic effect on the mammalian C6 cells, since there was a reduction in cell viability.

According to Boonstra and Post (2004), pesticides can induce cytotoxicity by increasing the production of ROS (oxygen reactive species) through higher concentrations of pesticides (Boonstra and Post, 2004). This formation of reactive oxygen species is a common response to different changes in physical and chemical parameters, such as

changes in temperature, pH, osmolarity, ionizing radiation, ultraviolet radiation, heavy metals, pollutants, pesticides, and toxins (Valko et al., 2005).

In addition, similar results were obtained in a study by Bayoumi et al. (2003), which conducted toxicity studies with lineages in mammalian CHO-K-1 cells *in vitro*, found *in vitro* cytotoxic effects of PPF that increased with exposure to time. Similar conclusions were reached by Ahemad and Khan (2010), which showed the presence of high toxicity at all concentrations analyzed in research using pea plants grown on soil treated with PPF.

In the study of Sharmin et al. (2013) showed mice treated with PPF (9 and 15 mM) a significant increase in the total immune response of IgG with high titers of antibodies. This reaction was restricted in time and, in the opinion of the authors, associated with the rapid elimination of PPF from the body. The possible effect of permanent exposure to PPF may be affected by simultaneous exposure to other substances in food, water or other parts of the human environment.

To tested the macromolecule damage we conducted the comet assay. DNA damage indicates any DNA modification that may be caused by a variety of intracellular and extracellular processes, some spontaneous, others catalyzed by environmental agents, in addition to DNA replication errors, spontaneous lesions, resulting from depuration, deamination and occurrence of oxidative damages. These reactive oxygen species can cause DNA damage, or even DNA precursors, resulting in mutation (Garcia and Macedo, 2009). Our results showed that the PPF induces DNA damage at all tested concentrations. According to Silbergeld (1998), the probability of the genetic damage giving rise to a real effect on the health of the individual depends on the nature of the damage caused, the ability of the cell to repair or amplify this damage, the opportunity that the cell may or may not have to express this change and also the ability of the body to recognize and suppress the multiplication of aberrant cells.

On pesticide toxicity, FAO (1999) says that PPF because it is a highly lipophilic substance, is capable of penetrating the membranes and exhibiting a cumulative toxicological effect. However, there are very few *in vivo* mammalian tests that are not covered by regulatory toxicological studies that have shown the negative impact of PPF on organisms. However, biological effects were observed in the presence of high doses of the pesticide (Chłopecka et al., 2018).

Rand et al. (1995) justifies in its study that toxicity is dependent on the concentrations and chemical properties in which the organism is exposed as well as the exposure time. Tests with toxicity reveal the time and/ or concentration at which the study material is potentially harmful, in which, for any product, contact with the membrane or biological system may not produce an adverse effect if the concentration of the product is low or the contact the time is insufficient.

5 | CONCLUSION

Pyriproxyfen induced cytotoxic damage on C6 lineage cells and N123 strain of *Saccharomyces cerevisiae* yeast only at the highest concentrations. Besides that, the pesticide promoted genotoxicity by assessing DNA damage at all concentrations tested, which may be derived from simple breaks, double breaks, breaks in alkali-labile sites and also oxidative damage. These results indicate that PPF has negative impacts on all *in vitro* biological models performed. Therefore, considering the use of this pesticide in consumable water it is important to further investigate PPF toxicity using other toxicological approaches.

REFERENCES

- AHEMAD, M.; KHAN, M. S. Comparative toxicity of selected insecticides to pea plants and growth promotion in response to insecticide-tolerant and plant growth promoting *Rhizobium leguminosarum*. **Crop Protection**, v. 29, p. 325-329, 2010
- ALVES, P. S. et al. Determination by chromatography and cytotoxic and oxidative effects of pyriproxyfen and pyridalyl. **Chemosphere**, v. 224, p. 398-406, 2019.
- ASSESSMENT REPORT. Pyriproxyfen, **Product-type 18**, 2012. http://dissemination.echa.europa.eu/Biocides/ActiveSubstances/0061-18/0061-18_Assessment_Report.pdf
- BAYOUMI, A. E. et al. Cytotoxic effects of two antimolting insecticides in mammalian CHO-K1 cells. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 55, p. 19-23, 2003.
- BOONSTRA, J.; POST, J. A. Molecular events associated with reactive oxygen species and cell cycle progression in mammalian cells. **Gene**, v. 337, p. 1-13, 2004.
- CHEN, Y. W. et al. The impact of pyriproxyfen on the development of honey bee (*Apis mellifera* L.) colony in field. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 19, p. 589-594, 2016.
- CHLOPECKA, M. et al. The effect of pyriproxyfen on the motoric activity of rat intestine - *In vitro* study. **Environmental Pollution**, v. 241, p. 1146-1152, 2018.
- DENIZOT, F.; LANG, R. Rapid colorimetric assay for cell growth and survival. Modifications to the tetrazolium dye procedure giving improved sensitivity and reliability. **Journal of Immunological Methods**, v. 89, p. 271-272, 1986.
- DICH, J. et al. Pesticides and Cancer. **Cancer Causes and Control**, v. 8, p. 420-43, 1997.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Conclusion on pesticide peer review 347 regarding the risk assessment of the active substance pyriproxyfen. **Scientific Report**, v. 348, p. 1-99, 2009.
- (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1999. PYRIPROXYFEN. www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation99/25Pyriproxyfen.pdf
- GARCIA, A. B.; MACEDO, J. M. B. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 3.ed. **Biologia molecular**, v. 2, p. 72, 2009.
- JAFFER, A. et al. Evaluating the sterilizing effect of pyriproxyfen treated mosquito nets against *Anopheles gambiae* at different blood-feeding intervals. **Acta tropica**, v. 150, p. 131-135, 2015.

- KIM, K. H.; KABIR, E.; JAHAN, S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. **Science of the Total Environment**, v. 575, p. 525-535, 2017.
- MAHARAJAN, K. et al. Toxicity assessment of pyriproxyfen in vertebrate model zebrafish embryos (*Danio rerio*): A multi biomarker study. **Aquatic Toxicology**, v. 196, p. 132-145, 2018.
- MOSTAFALOU, S.; ABDOLLAHI, M. Pesticides: an update of human exposure and toxicity. **Archives of Toxicology**, v. 91, p. 549-599, 2017.
- MNIF, W. ET AL. Effect of endocrine disruptor pesticides: a review. **International journal of environmental research and public health**, v. 8, p. 2265–2303, 2011.
- PARRÓN, T. et al. Environmental exposure to pesticides and cancer risk in multiple human organ systems. **Toxicology Letters**, v. 230, p. 157-65, 2014.
- RAND, G. M. Fundamentals of aquatic toxicology: effects, environmental fate and risk assessment. Washington: **Taylor & Francis**, 2^o ed, 1995.
- RAVINDER, C.; KAUSHIK, V.; NAVEEN, S. S. Organophosphorus pesticides residues in food and their colorimetric detection. **Environmental nanotechnology, monitoring & management**, v. 10, p. 292-307, 2018.
- SABARWAL, A.; KUMAR, K.; SINGH, R. P. Hazardous effects of chemical pesticides on human health-Cancer and other associated disorders. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 63, p. 103-114, 2018.
- SHAH, R. M. et al. Toxicity of 25 synthetic insecticides to the field population of *Culex quinquefasciatus* Say. **Parasitology Research**, v. 115, p. 4345-4351, 2016.
- SHARMIN, T. et al. Pyriproxyfen enhances the immunoglobulin G immune response in mice. **Microbiology and Immunology**, v. 57, p. 316-322, 2013.
- SILBERGELD, E. K. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Toxicología. In: OIT (Ed.) - Madrid, **Oficina Internacional del Trabajo**, v. 84, 1998.
- SINGH, N. P. ET AL. A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells. **Experimental Cell Research**, v. 175, p. 184-191, 1988.
- SPEROTTO, A. R. et al. Cytotoxic mechanism of Piper gaudichaudianum Kunth essential oil and its major compound nerolidol. **Food and Chemical Toxicology**, v. 57, p. 57-68, 2013.
- STEINMETZ, A. et al. *In vitro* model to study cocaine and its contaminants. **Chemico-Biological Interactions**, v. 285, p. 1-7, 2018.
- TRUONG, L. et al. Assessment of the developmental and neurotoxicity of the mosquito control larvicide, pyriproxyfen, using embryonic zebrafish. **Environmental Pollution**, v. 218, p. 1089-1093, 2016.
- VALKO, M., MORRIS, H., CRONIN, M. T. D. Metals, toxicity and oxidative stress. **Current Medicinal Chemistry**, v. 12, p. 1161-1208, 2005.
- WU, C. C. Multiresidue method for the determination of pesticides in Oolong tea using QuEChERS by gas chromatography-triple quadrupole tandem mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 229, p. 580-587, 2017.
- ZHAO, L. et al. Market incentive, government regulation and the behavior of pesticide application of vegetable farmers in China. **Food Control**, v. 85, p. 308-317, 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abobrinha Italiana 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 25

Ácido Sulfúrico 133, 135, 136, 137, 139, 141, 142, 143

Adubação 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 52, 59, 87, 88, 107, 111, 144, 146, 148, 149, 150, 152, 153, 180, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 225

Adubação Orgânica 144, 146, 148, 149, 150, 152, 153

Aedes Aegypti 115, 191, 192, 194, 196, 197, 199, 200, 201, 202

Agentes de Contaminação 27

Agricultura Urbana 95

Análise Sensorial 1, 2, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 123, 124, 127, 131, 176

Animais 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 69, 70, 71, 72, 73, 77, 82, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 162, 163, 164, 167, 170, 192, 200

Apicultura 203, 204, 205, 206, 208, 210, 214

Área Foliar 14, 16, 18, 21, 22, 105, 107, 109, 110, 144, 145, 146, 147, 150, 151, 152

Aspectos Sanitários 57

B

Bastão-do-Imperador 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Bovinocultura 123, 124

Bradyrhizobium sp. 180, 181, 183

C

Campilobacteriose 69

Campylobacter 69, 70, 71, 72, 73, 74

Clones 99, 102, 155, 156, 157, 158, 159

Colagenolítica 215, 216, 218, 219, 220, 221

Comet Assay 114, 116, 118, 120

Componente Humano 75, 76, 79

Cooperativa 1, 2, 4, 11, 12

Cruzamento Industrial 123, 124, 125

Cuidados 27

Curcubita 15, 24

Cytotoxicity 113, 116, 119

D

Dormência 133, 134, 135, 143

E

Ecofisiologia Vegetal 37

Embalagens 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 205

Etnovarietades 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101

Eucalipto 155, 156, 157, 158, 159, 161

Extração 38, 89, 98, 166, 167, 168, 170, 194, 202, 205, 215, 218, 219, 221, 222

F

Farelo de Soja 163, 164, 167, 168, 171

FBN 181, 182

Feijão 57, 58, 59, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 85, 86, 91, 161, 180, 181, 182, 183, 184, 186, 188, 189, 190

Feijão-Caupi 180, 181, 182, 183, 184, 186, 188, 189, 190

Fenótipo 37, 99

Floresta Nacional 191, 193, 201

Floricultura Tropical 105, 106, 111

Flor Ornamental 105

Fungos Patogênicos 57

G

Gastroenterite 69, 70, 72

Genótipo 37, 41, 55, 185

Glicyne Max 37

H

Húmus de Minhoca 24, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 152

I

Índice de Área Foliar 144, 145, 146

Inóculo 57, 60, 66, 181, 184, 190

Instituto Peabiru 204, 205, 207, 208

logurtes 1, 2, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13

L

Lâmina de Lixiviação 156, 158

Legislação 66, 174, 206

Luminosidade 18, 105, 106, 108, 111, 112, 151

M

Manihot Esculenta Crantz 94, 95, 102
Maracujá 91, 133, 134, 135, 136, 139, 141, 142, 143
Meio Ambiente 28, 29, 35, 36, 41, 72, 75, 77, 93, 114, 179, 180, 192, 193, 206
Meio Biofísico 75, 76, 77, 82, 92
Mel Artesanal 204
Meliponicultura 203, 204, 206, 210, 214
Melissa 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154
Melissa Officinalis 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153
MTT 114, 116, 118

N

Nanotecnologia 174, 177, 178
Nelore 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132
Nitrogênio 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 29, 31, 32, 37, 48, 49, 50, 51, 148, 180, 181, 182, 185, 186, 187, 188, 189, 190
Níveis de Sombreamento 104, 105, 107, 109, 110, 112, 153

O

Óleo de Soja 41, 163, 164, 167, 168, 169, 171, 172
Óleos Essenciais 145, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 201
Olericultura 15, 25

P

Passiflora Edulis 91, 133, 134, 143
Peixes 31, 215, 216, 217, 218, 220, 222, 223
Pequenos Ruminantes 26, 29, 31, 36
Phaseolus Vulgaris 57, 58, 68
Plantas Medicinais 145, 146, 149, 152, 153, 193, 201
Porcelain 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
Produção 2, 3, 4, 8, 10, 14, 15, 16, 18, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 34, 37, 38, 40, 41, 43, 54, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 85, 87, 89, 93, 96, 98, 100, 102, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 123, 124, 125, 131, 133, 134, 135, 145, 146, 150, 151, 152, 153, 157, 160, 161, 163, 164, 165, 168, 171, 172, 174, 180, 182, 184, 186, 190, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213, 214, 216, 217, 223, 225
Produção Agrícola 75
Produção Familiar 2, 76, 77, 87
Produtividade 15, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 40, 42, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 57, 59, 64, 88, 89,

92, 110, 123, 124, 125, 129, 133, 134, 150, 151, 156, 157, 161, 182, 184, 189, 190, 213
Proteases 215, 216, 217, 218, 219, 220, 222, 223, 224
Proteína Concentrada de Soja 162, 163, 166, 170
Proteína na Soja 37, 38, 52
Pyriproxyfen 113, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 122

Q

QGIS 204, 205, 207
Qualidade 4, 5, 6, 13, 16, 17, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 38, 41, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 66, 91, 104, 124, 125, 131, 132, 133, 134, 144, 146, 152, 156, 162, 164, 165, 166, 169, 170, 175, 176, 177, 190
Qualidade da Água 26, 27, 28, 34, 35, 91
Qualidade de Sementes 51, 57, 190

R

Reciclagem 174, 175, 176, 177, 179
Red Torch 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111
Regulamentações 173, 174, 178
Resíduos 41, 72, 169, 216, 217, 218, 220, 221, 222, 224
Rubia Gallega 123, 124, 125, 126, 129, 130, 131, 132

S

Saccharomyces Cerevisiae 114, 118, 121
Salgado Paraense 1
Salinidade 30, 32, 112, 156, 157, 158, 159, 160
Saúde 4, 26, 28, 29, 31, 32, 35, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 91, 113, 114, 191, 192, 193, 205, 215, 223
Semeadura 19, 37, 40, 45, 46, 60, 61, 134, 137, 139, 146
Sementes 19, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 78, 133, 134, 135, 136, 139, 141, 142, 143, 160, 183, 184, 189, 190
Sistema de Informação Geográfica 203, 206, 207
Software 108, 136, 190, 203, 204, 206, 207
Soja 37, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 62, 63, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 190
Soja Extrusada 163
Sombreamento 84, 91, 92, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 153
Subprodutos 71, 162, 164, 166, 170, 171, 172, 223
Sustentabilidade 176, 179, 192

T

Teste de Sanidade 57

Toxicology 122

Tratamento 8, 14, 20, 22, 31, 33, 34, 35, 47, 59, 66, 67, 108, 110, 134, 136, 137, 139, 140, 142, 157, 167, 169, 176, 184, 186, 187, 188, 189, 194, 195, 197, 198, 218

V

Variáveis Fitotécnicas 145

Vigna Ungculata 181

Z

Zoonose 69, 70, 72

Zoonose Silvestre 69

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020